

EMBALAGEM ATIVA PARA PRESERVAÇÃO DE COR DE CARNE VERMELHA

**RAFAELA SUZANA MARTINS ^{1,2*}, VANIA ZANELLA PINTO ^{2,3}, YASMINE MIGUEL
SERAFINI MICHELETO ^{2,4}**

1 Introdução

As embalagens desempenham um papel fundamental na preservação dos alimentos, sendo essenciais para estender a sua vida útil, manter a qualidade do produto e reduzir as perdas (Viana et al., 2022). Em especial, para os produtos cárneos, a embalagem exerce papel importante na conservação do produto e na manutenção de suas características de qualidade. No entanto, o uso de materiais plásticos tem causado problemas ao meio ambiente, principalmente pela baixa taxa de reciclagem e consequente acúmulo no solo e água. Nesse contexto, o desenvolvimento de soluções sustentáveis aponta o uso de materiais biodegradáveis e bioplásticos como alternativas promissoras (García-Guzmán et al., 2022).

Estratégias de embalagem podem contribuir para minimizar processos de deterioração e prolongar a vida útil de carnes e seus derivados, incluindo sistemas que empregam compostos ativos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, contribuindo para a manutenção de sua qualidade. (Braga & Silva, 2017; Pinto et al., 2019; Soltani Firouz et al., 2021; Umaraw et al., 2020). Associado a isso, o uso de embalagens inteligentes, incorporadas de indicadores químicos ou biológicos, inseridos no interior ou na superfície do material, com a finalidade de fornecer informações sobre a segurança dos alimentos embalados e comunicar o consumidor.

As antocianinas, juntamente com os carotenoides, constituem a classe mais importante de substâncias coloridas do reino vegetal (Constant, 2002). Dentre esses, os corantes naturais mais utilizados na indústria de alimentos incluem extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, antocianinas, metalinas, carotenoides e clorofila. Os pigmentos naturais, além de seguros e não tóxicos, são amplamente utilizados como corantes em alimentos, produtos farmacêuticos e de saúde, apresentando boa aceitação pelos consumidores. A incorporação de antocianinas em filmes biodegradáveis contribui para a preservação de alimentos ricos em proteínas, atuando também no monitoramento de sua deterioração. Nesse processo, ocorre uma variação de pH, que pode ser detectada por um indicador incorporado à embalagem. Tais

1 Discente Engenharia de Alimentos Rafaela Suzana Martins instituição Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do, Sul, contato: rafaelaamartinss@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Química Tecnológica e Ambiental

3 Doutora, Instituição Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do, Sul, PR.

4 Doutora, Instituição Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do, Sul, PR. Orientadora

alterações geralmente resultam em mudança de cor, tornando a maioria dos indicadores de frescor, baseados em pH, em sensores colorimétricos. Dessa forma, as antocianinas possibilitam o desenvolvimento de embalagens capazes de indicar, em tempo real, o frescor dos alimentos com base em degradações que ocasionam alterações no pH (Bordim et al., 2023; Becerril, Nerín, Silva et al., 2021).

2 Objetivo

Desenvolver e avaliar embalagens inteligentes para o monitoramento do frescor e da qualidade de produtos cárneos utilizando indicadores naturais sensíveis ao pH.

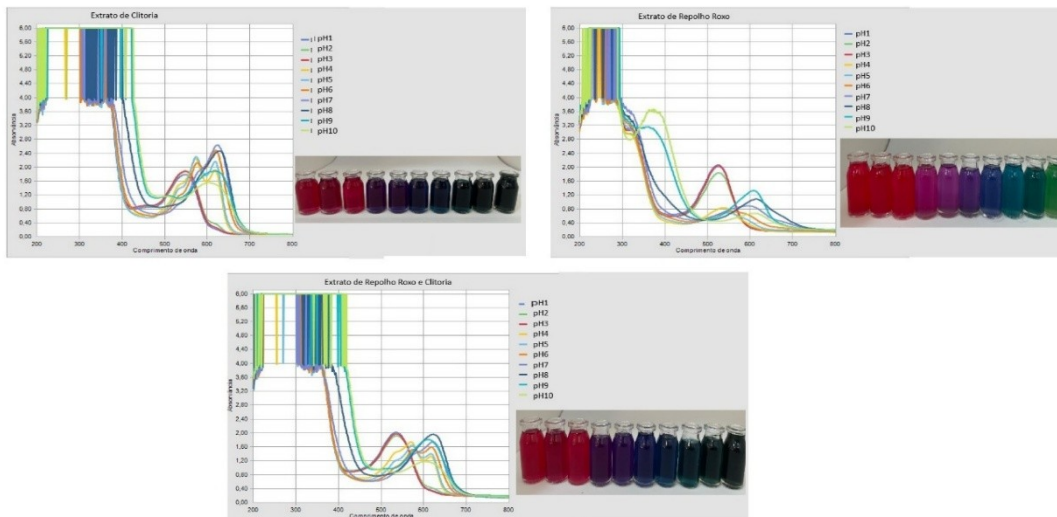
3 Metodologia

Os corantes foram preparados utilizando repolho roxo, e *Clitoria ternatea*. Os corantes foram preparados com etanol acidificado (pH 1) e a sensibilidade à variação de pH (1-10) foi avaliada visualmente e em espectrômetro UV-Vis. Os filmes foram elaborados utilizando-se amido de mandioca e amido de milho, combinado com os diferentes corantes contendo repolho roxo, repolho roxo e clitoria, e apenas clitoria. Os amidos e o glicerol (plastificante) foram dispersos em água destilada e extrato submetido em banho termostático à 80 °C por 20 minutos, sob agitação. As soluções formadoras de filme foram colocadas em placas de petri (90 mm) e secas em estufa com circulação de ar à 35 °C até completa secagem para formação de um filme (*casting*) (Prieto et al., 2017). Para análise da variação de cor foi realizada com auxílio de colorímetro (C400, Minolta, Japão). A solubilidade em água dos filmes foi avaliada com base no método proposto por Gontard, Guilbert e Cuq (1992). Os filmes 7x7 cm foram submetidos à secagem em estufa 100°C por 24 horas, resfriados em dessecador e então foram pesados para a determinação da massa inicial (Mi). Posteriormente foram imersos em 200 mL de água destilada em erlenmeyers e seguiram para agitação em incubadora shaker a 140 rpm por 24 horas e a 25 °C. Após este período, as amostras foram removidas e submetidas novamente à secagem em estufa (100°C por 24 h) para determinação da massa final do material que não foi solubilizado (Mf). A solubilidade em água dos filmes foi calculada de acordo com a Equação. $S = \frac{Mi - Mf}{Mix} \times 100$ A espessura do filme foi medida usando um micrômetro digital (Digimess, Brasil). O valor final representa uma média de 5 medições aleatórias feitas em diferentes partes do filme, incluindo o centro e partes das bordas. Medição essa realizada logo após a fabricação (COSSA et al., 2021).

Resultados e Discussão

O extrato de repolho roxo apresentou coloração rosa em meio ácido, aspecto praticamente transparente entre pH 5 e 7, mudança para azul em meio básico e coloração verde em pH 10. Esse comportamento visual foi acompanhado por alterações no perfil espectral na região do visível, com modificações na intensidade e no posicionamento das bandas de absorção entre os diferentes valores de pH. A maior diferenciação dos espectros nas condições avaliadas evidencia a sensibilidade dos pigmentos presentes no repolho roxo às alterações de pH, comportamento associado à presença de antocianinas. (figura 1). O extrato de flor da fada apresentou variação de coloração ao longo da faixa de pH avaliada, passando de vermelho intenso/rosa em meio ácido (pH 1–3), para tonalidades roxas e violetas entre pH 4 e 6, azul em pH 7–8 e verde azulado a verde em condições mais alcalinas (pH 9–10). Essas alterações visuais foram acompanhadas por mudanças no perfil dos espectros de absorção, principalmente na região do visível (aproximadamente 400–700 nm), com variações na intensidade e na posição das bandas de absorção. Assim, a alteração da coloração observada visualmente está relacionada às modificações no comportamento espectral do extrato em função do pH. A mistura dos extratos de repolho roxo e Clitoria apresentou variação de coloração na faixa de pH avaliada, demonstrando sensibilidade às alterações do meio. Embora o comportamento visual da mistura tenha sido semelhante ao observado para o extrato de clitoria isoladamente, foram observadas mudanças de tonalidade entre os diferentes valores de pH, incluindo a faixa de pH entre 5 e 7, considerada relevante para a maioria dos alimentos. Dessa forma, a mistura apresentou potencial como indicador visual de alterações de pH, sendo uma alternativa a ser investigada na aplicação em filmes de amido.

Figura 1 - Varredura dos corantes naturais em espectrômetro UV-Vis



A solubilidade dos filmes em água foi de 36,13%, valor próximo aos reportados para filmes à base de amido plastificados com glicerol, que apresentaram solubilidades de 30,16 e 34,76%, dependendo da concentração do plastificante. Esse comportamento está relacionado à natureza hidrofílica da matriz de amido e à presença de glicerol, que favorece a interação do filme com a água e pode contribuir para sua solubilização.

A espessura média dos filmes foi de 0,149 mm, valor próximo aos encontrados para filmes biodegradáveis à base de amido, com espessuras entre 0,159 e 0,384 mm. Para filmes elaborados com amido de mandioca e glicerol, foram relatados valores próximos a 0,19 mm. Dessa forma, a espessura obtida neste estudo encontra-se dentro da faixa observada na literatura para filmes à base de amido. Esse parâmetro é relevante para a caracterização dos filmes, uma vez que pode influenciar propriedades como resistência mecânica e propriedades de barreira.

Conclusão

Os extratos de repolho roxo e *C. ternatea* apresentaram alterações de coloração em função do pH, acompanhadas por modificações nos espectros de absorção na região do visível, evidenciando a sensibilidade dos pigmentos às alterações do meio. A mistura dos extratos também apresentou variação de coloração ao longo da faixa de pH avaliada, com comportamento semelhante ao extrato de *C. ternatea*. Os filmes elaborados apresentaram solubilidade em água e espessura tiveram um resultado satisfatório em comparação aos outros estudos característicos compatíveis com filmes à base de amido. Dessa forma, os resultados indicam potencial para o desenvolvimento de filmes indicadores de pH destinados à aplicação em embalagens inteligentes para o monitoramento da qualidade de alimentos, especialmente produtos cárneos. Entretanto, a aplicação dos filmes diretamente em alimentos e a avaliação microbiológica não foram realizadas neste estudo. Assim, são necessários estudos futuros em condições reais de armazenamento, incluindo a avaliação das alterações de cor dos filmes, parâmetros físico-químicos e microbiológicos do alimento, a fim de verificar a aplicabilidade do sistema no monitoramento da qualidade e do frescor de produtos cárneos.

Referências Bibliográficas

- BORDIM, A. *et al.* Incorporation of natural colorants in intelligent packaging: Stability, sensory aspects and applications. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 36, p. 101065, 2023.
- BECERRIL, R.; NERÍN, C.; SILVA, F. *et al.* Natural colorants and their application in active food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, v. 116, p. 110–122, 2021.
- BECERRIL, R.; NERÍN, C.; SILVA, F. Bring some color to your package: Freshness indicators

based on anthocyanin extracts. *Trends in food science & technology*, v. 111, p. 495–505, 2021.

Braga, L. R., & Silva, F. M. (2017). Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. *Brazilian Journal of Food Research*, 8(4), 170. <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v8n4.4602>

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 20, n. 2, 2002.

GARCÍA-GUZMÁN, L. *et al.* Progreso em materiais à base de amido para aplicações em embalagens de alimentos. *Polysaccharides*, 3, 136-177, 2022

PRIETTO, L.; MIRAPALHETE, T. C.; PINTO, V. Z.; HOFFMANN, J. F.; VANIER, N. L.; LIM, L-T.; DIAS, R. G.; ZAVAREZE, E. R. PH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. *LWT*, v. 80, p. 492-500, jul. 2017.

ROY, S.; RHIM, J. W. Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color-changing intelligent packaging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 61, n. 13, p. 2297–2316, 2020.

Soltani Firouz, M., Mohi-Alden, K., & Omid, M. (2021). A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. *Food Research International*, 141(July 2020), 110113. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110113>

VIANA BATISTA R, *et al.* Embalagens de alimentos e seus modelos de transferência de oxigênio em estruturas multicamadas ativas: Uma revisão teórica. *Journal of Plastic Film & Sheeting*. 2022;38(3):458-488.

Palavras-chave: Corantes naturais; Antocianinas; Indicador de pH; Embalagens inteligentes; Filmes biodegradáveis.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0266

Financiamento

