

CORANTES NATURAIS PARA EMBALAGENS INTELIGENTES DE ALIMENTOS

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). 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). 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. Os corantes naturais mais utilizados na indústria de alimentos incluem extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, antocianinas, metalinas, carotenoides e clorofila. As antocianinas, juntamente com os carotenoides, constituem a classe mais importante de substâncias coloridas do reino vegetal (Constant, 2002).

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 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).

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.

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

2 Objetivos

Desenvolver corantes naturais capazes de detectar mudanças de pH por meio de alterações de cor para uso em embalagens inteligentes.

3 Metodologia

Os corantes foram preparados utilizando repolho roxo, amora preta e morango frescos e cúrcuma e urucum desidratados. O repolho roxo foi empregado como base, a amora preta, o morango, cúrcuma e urucum para realçar as cores. 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, combinado com os diferentes os corantes contendo repolho roxo, repolho roxo e urucum, e apenas urucum. O amido 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), sendo uma leitura no centro e três no perímetro de cada filme. Os parâmetros de cor L* (preto/branco), a* (verde/vermelho) e b* (azul/amarelo) foram determinados. Para cálculo do Delta E (ΔE), que é a diferença entre duas cores utilizando o espaço L* a* b* foi utilizada a equação $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$, no qual Δ é a diferença de cada parâmetro em relação à cor original em pH 2. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

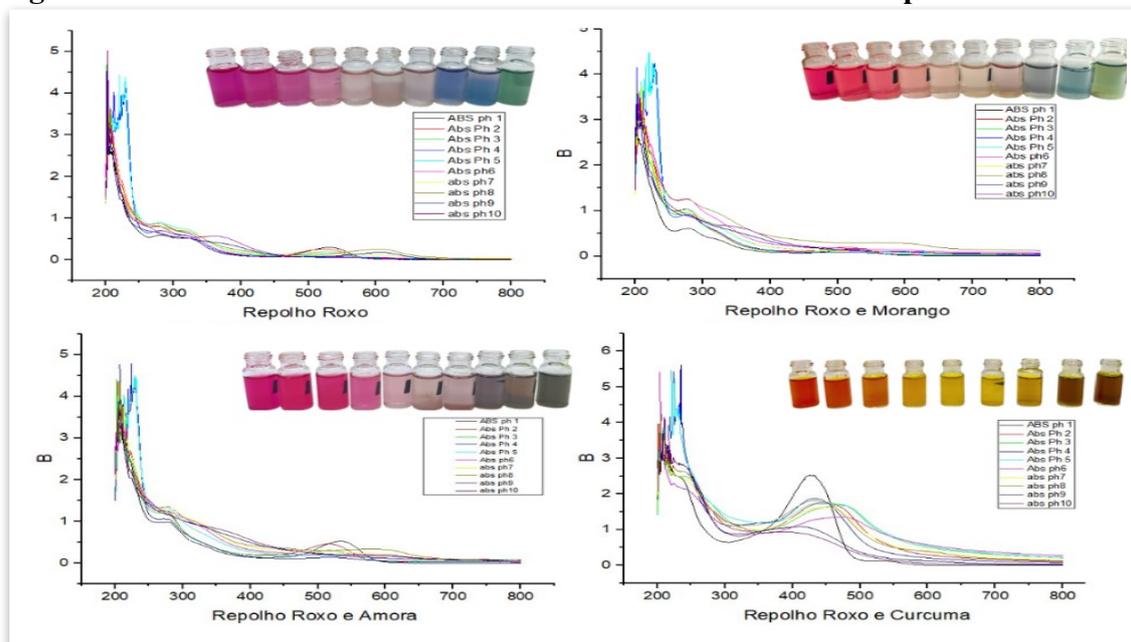
4 Resultados e Discussão

O corante de repolho roxo revelou variação de cor conforme o pH: rosa em meio ácido, transparente na faixa de pH 5-7, azul em meio básico e em pH 10, adquiriu coloração verde. O corante contendo repolho roxo e açafrão exibiu coloração laranja em meio ácido, amarela entre pH 4-7 e vermelho em meio básico, sendo a cor do açafrão a predominante. O corante contendo morango não alterou a cor predominante do repolho roxo. A amora preta resultou em coloração rosa claro em pH 4, levemente roxo na faixa de pH 5-7 e cinza em meio básico (Figura 1).

A mistura de amora preta e repolho roxo também resultou num corante com coloração mais intensa na faixa de interesse, porém sem possibilidade de diferenciar visualmente a variação dos pH 5, 6 e 7. A absorbância máxima dos corantes foi em 520 nm, sob condições

ácidas. À medida que o pH aumentou de 1 para 6 a absorbância máxima diminuiu pela ausência de cor dos pigmentos nos pHs de 5-7. O aumento do pH de 7 para 10 mudou a absorção máxima para 610 nm (Figura 1). A mistura dos corantes naturais (repolho roxo com amora preta, repolho roxo com morango, repolho roxo com cúrcuma) não melhorou a variação de olho nu na faixa de pH de 5-7. Esta é a faixa de pH em que a maioria dos alimentos se encontra. Dessa forma, utilizou o extrato de repolho roxo com urucum como uma nova possibilidade de corante, agora aplicados nos filmes de amido.

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

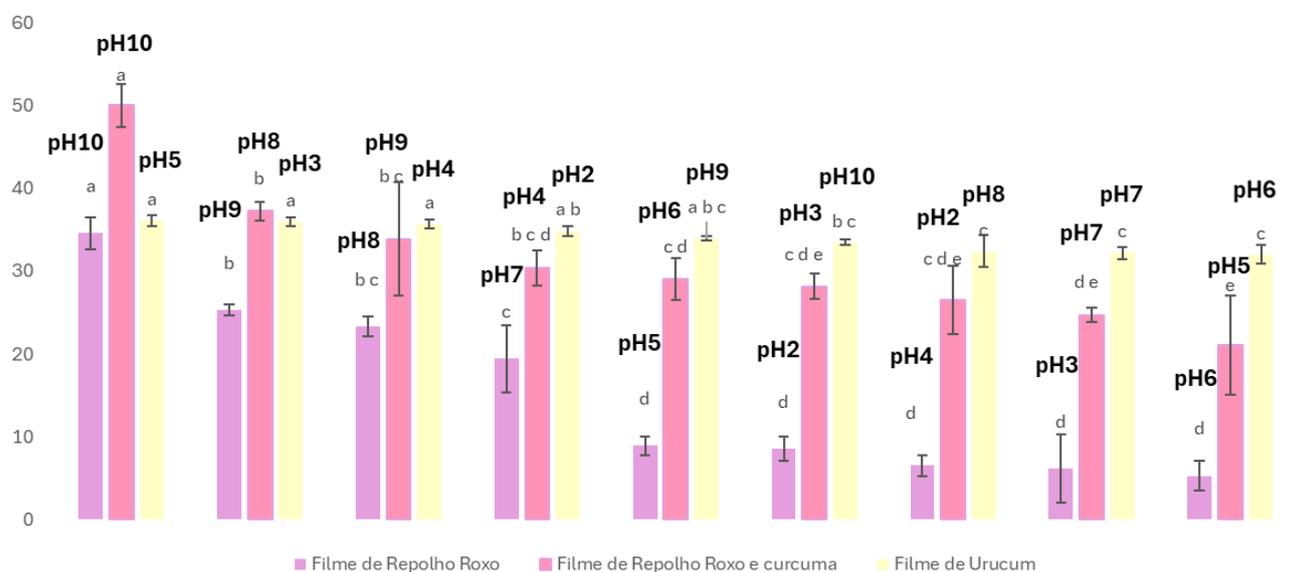


A coloração nos filmes contendo os corantes de repolho roxo sozinho, repolho com urucum e apenas urucum apresentou mudanças após 10 segundos de contato com soluções de diferentes pH (2-10). Esta mudança é devido às alterações na estrutura dos pigmentos no repolho roxo (antocianinas). O parâmetro a^* indicou coloração próxima ao vermelho em pH 2 e ao verde em pH 10. Os filmes de repolho roxo em pH (8-9) apresentaram coloração azul (b^* positivo). Já os filmes com extrato de urucum mostraram coloração amarela (b^* negativo) e não apresentaram mudanças de cor quando expostos a soluções de diferentes pHs, sendo que os principais pigmentos do urucum são os carotenoides, a bixina e a norbixina. O ΔE em relação à cor original dos filmes em pH1 aumentou conforme o aumento do pH (Figura 2).

O ΔE máximo do filme contendo apenas repolho roxo para os pH2 a pH6 (ácidos) foi 7,11, e em neutro pH7 foi 14,40, enquanto em meio alcalino pH8 a pH10 foi 27,75. A variação

do ΔE para o filme de repolho roxo e urucum nos pH ácidos foi 27,03, em pH neutro foi 24,72 e nos alcalinos 40,38. Os filmes com extrato de urucum tiveram ΔE variando da cor original nos pH ácidos (34,89), neutro (32,19) e alcalinos (32,99). As pequenas diferenças de ΔE entre os diferentes pHs indica que não houve variação na cor dos filmes. Por outro lado, grande variação do ΔE , especialmente no filme de repolho roxo, indica boa resposta do corante frente à variação de pH.

Figura 2 - Diferença total de cor (ΔE) dos filmes em diferentes pHs.



*Média±Desvio padrão das triplicatas dos filmes. Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Barras de erro representam o desvio padrão.

5 Conclusão

Os corantes naturais, especialmente o repolho roxo, demonstraram elevada sensibilidade às variações de pH, com variações de cor perceptíveis tanto em solução quanto nos filmes, confirmadas pelas análises espectrofotométricas e colorimétricas. Os filmes à base de repolho roxo apresentaram mudanças nos parâmetros de cor, especialmente em meios alcalinos, enquanto os filmes com cúrcuma e urucum mostraram estabilidade, sem resposta visual ao pH. Diante da resposta rápida, baixo custo e biodegradabilidade, os corantes contendo repolho roxo, mostram-se promissores para aplicação em embalagens inteligentes para monitoramento de alterações em alimentos. Porém os demais corantes estudados não apresentaram variações de cor que possibilitem a aplicação em pH entre 5-7, frequente em alimentos.

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.
- 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, A. 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.
- 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 2024-0415

Financiamento

