

FILME BIODEGRADÁVEL À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E PECTINA CÍTRICA INCORPORADOS COM EXTRATO DE PITAYA (*Hylocereus polyrhizus*) RICO EM BETALAÍNAS

LARISSA DUARTE PEREIRA¹; GABRIELA DE OLIVEIRA², IGOR HENRIQUE DE LIMA COSTA³; ALVARO RENATO GUERRA DIAS⁴;

¹*Universidade Federal de Pelotas – larissaduarte2017@hotmail.com*

²*Universidade federal de Pelotas -gaby.ooi565@gmail.com2*

³*Universidade federal de Pelotas - igorhenr98@gmail.com3*

⁴*Universidade federal de Pelotas- alvaroguerradias@gmail.com4*

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de fontes renováveis surgem como uma solução eficaz para reduzir os impactos ambientais gerados pelos polímeros derivados do petróleo. Esse tipo de material gera grandes benefícios ambientais, incluindo a diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO₂). (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2011).

Uma variedade de biopolímeros vêm sendo estudados por apresentar possibilidades de modificação química, física ou genética, origina filmes resistentes e biodegradáveis (MALI et al., 2010). O amido de mandioca é uma alternativa interessante uma vez que, possui ampla produção no Brasil, sendo considerado o segundo produtor mundial de mandioca (Leal et al., 2019).

Outro biopolímero amplamente disponível na natureza é a pectina, uma fibra alimentar solúvel que, além de seu papel na indústria de alimentos como espessante e emulsificante. É encontrada em quantidades significativas em resíduos da agroindústria, como cascas e bagaços de frutas (MOURA, 2015). De acordo com Rampino et al. (2016) a pectina é um polissacárido natural e a sua utilização também é crescente devido à elevada disponibilidade e à não toxicidade, aliadas ao baixo custo, trazendo características essenciais para a formação de um biofilme alimentício.

Nesse contexto, extratos ricos em compostos bioativos possibilitam desenvolver embalagens ativas com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, e embalagens inteligentes com responsividade às modificações na escala de pH conforme ocorre a deterioração do alimento. A adição de agentes antimicrobiano, também modifica as propriedades do material de embalagem, aumentando sua vida útil, durabilidade e pode melhorar sua aplicação geral (JIANG et al., 2023).

Betalaínas são corantes naturais encontrados em aproximadamente 17 famílias de vegetais da ordem Caryophyllales. Além de encontrarem aplicação como aditivo corante na indústria alimentícia, o interesse na atividade biológica das betalaínas e sua utilidade como alimento funcional para promoção da saúde e prevenção de doenças tem crescido nos últimos anos (SASSONIA, 2021).

Para a incorporação das betalaínas no biofilme, primeiramente é necessário estabelecer as condições adequadas de extração deste composto da matriz vegetal de modo a maximizar a sua concentração e atividade antioxidante no produto (REIS; DIAS; SANTOS, 2021). Diante do exposto o objetivo do estudo foi, produzir e caracterizar filmes biodegradáveis a base de amido de mandioca e pectina incorporados com extrato de betalaínas.

2. METODOLOGIA

Para elaboração dos filmes foram utilizadas amido de mandioca (1%), pectina (2%), glicerina (30%), água destilada e extrato de pitaya rico em betalaínas. Foram feitas três formulações diferentes, uma com adição de 15% de betalaínas, outra com 30% de betalaínas e uma para controle sem adição do pigmento. Os componentes dos filmes biodegradáveis foram homogeneizados em agitador

magnético por 30 min a 90 °C. Em sequência, a solução polimérica foi sonificada em banho ultrassônico (potência ultrassônica de 70 W) por 30 min a 50 °C. Após este processo, as soluções poliméricas contendo 15% e 30% de extrato foram homogeneizadas no Ultra-Turrax e 20 g da mistura foram dispostas em placas de Petri para secagem a 45°C por 20 h em estufa com circulação forçada de ar. Os filmes secos foram avaliados em colorímetro digital utilizando o espaço de cor CIE L* a* b* e CIE L* C* H*. O filme controle (mistura de amido e pectina) foi adotada como padrão de comparação para calcular a diferença de cor (ΔE^*) e tonalidade (ΔH^*). Além disso, o índice de escurecimento (BI) para todas as amostras de filme foi calculado. As expressões matemáticas utilizadas foram as seguintes:

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{0,5}$$

$$\Delta H^* = ((\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2)^{0,5}$$

$$BI = BI = [100 * (x - 0,31)] / 0,172$$

A espessura dos filmes foi determinada através da média aritmética de cinco medidas aleatórias em pontos equidistantes utilizando um micrômetro digital (modelo INSIZE), sendo os resultados expressos em mm. Os resultados com distribuição normal, conforme o teste de Shapiro-Wilk, foram avaliados pela Análise de Variância (ANOVA) e teste *post-hoc* de Tukey ($\alpha = 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, está disposto os filmes com inserção dos extratos (15 e 30 %) assim como o filme controle. Na Tabela 1, estão dispostos os resultados calculados dos parâmetros de cor, como diferença de cor (ΔE), e tonalidade (ΔH), índice de escurecimento (BI) e a espessura dos filmes com 0% adição de extrato, 15% e 30%.



Figura 1: Filmes com adição de betalaína

Tabela 1. Parâmetros colorimétricos dos filmes de amido de mandioca e pectina com extrato de betalaína e medidas de espessura.

Amostra	BI	ΔE	ΔH	Espessura (mm)
0%	$4,61 \pm 0,26^c$	-	-	$0,08 \pm 0,01^c$
15%	$22,22 \pm 1,44^b$	$68,17 \pm 2,26$	$26,38 \pm 1,11$	$0,11 \pm 0,02^b$
30%	$53,54 \pm 2,84^a$	$126,27 \pm 9,45$	$76,69 \pm 7,14$	$0,15 \pm 0,04^a$

BI: índice de escurecimento, ΔE : diferença de cor, ΔH : diferença de tonalidade. Os resultados são a média de três determinações \pm estimativa de desvio padrão. Valores com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

A cor é um fator importante para embalagens de alimentos, está diretamente ligada a imagem do produto, como atrai o consumidor final (Dash et al., 2019). Os parâmetros de cor entre os filmes apresentados na tabela 1, nos resultados apresentados, percebe-se que a adição do extrato de betalaína nos filmes afetou todos os parâmetros colorimétricos. O teor do extrato adicionado demonstrou altos teores de ΔE e ΔH em relação ao filme controle, além de existir a discrepância entre as concentrações de betalaína adicionada como no caso de 15% com $68,17 \pm 2,26$ e de 30% com $126,27 \pm 9,45$, no caso do ΔH , também aumentou $26,38 \pm 1,11$, $76,69 \pm 7,14$ de 15% e 30% respectivamente.

O índice de escurecimento, demonstrou uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre todas as amostras, justificado pelo acréscimo de extrato de betalaína, o que intensificou o BI, foi a maior porcentagem de extrato, resultado já esperado. Outro parâmetro que demonstrou diferença significativa entre as amostras ($p \leq 0,05$), foi a

espessura, a qual também aumentou com o aumento de extrato adicionado independentemente da quantidade adicionada. O aumento da espessura pode estar relacionado com os compostos hidrofílicos que estão presentes na betalaína, o mesmo comportamento foi encontrado por Bodana et al., 2024 com filmes de amido e extrato de cascas de romã, onde foram adicionadas concentrações variadas do extrato.

4. CONCLUSÕES

Diante o exposto, verifica-se que a união dos polímeros (amido e pectina), formaram um filme capaz de receber um agente colorífico, como o extrato de betalaína. Assim como a inserção das porcentagens de betalaína aumentaram a espessura do filme, o que para alguns fins tecnológicos pode ser um resultado interessante em relação a propriedades mecânicas do filme. Para futuros trabalhos, pode ser avaliado capacidade antioxidante do filme, bem como as propriedades mecânicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bodana, V., Swer, T. L., Kumar, N., Singh, A., Samtiya, M., Sari, T. P., & Babar, O. A. (2024). **Development and characterization of pomegranate peel extract-functionalized jackfruit seed starch-based edible films and coatings for prolonging the shelf life of white grapes.** *International Journal of Biological Macromolecules*, 254. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127234>
- Dash, K. K., Ali, N. A., Das, D., & Mohanta, D. (2019). **Thorough evaluation of sweet potato starch and lemon-waste pectin based-edible films with nanotitania inclusions for food packaging applications.** *International Journal of Biological Macromolecules*, 139, 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.07.193>
- EUROPEAN BIOPLASTICS. Plastics - The Facts 2011 **An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2010.**
- Jiang, H., Zhang, W., Pu, Y., Chen, L., Cao, J., & Jiang, W. (2023). **Development and characterization of a novel active and intelligent film based on pectin and betacyanins from peel waste of pitaya (*Hylocereus undatus*).** *Food Chemistry*, 404. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134444>
- LEAL, I. L., DA SILVA ROSA, Y. C., da DA SILVA PENHA, J., CRUZ CORREIA, P. R., DA SILVA MELO, P., GUIMARÃES, D. H., & MACHADO, B. A. S. (2019). **Development and application starch films: PBAT with additives for evaluating the shelf life of Tommy Atkins mango in the fresh-cut state.** *Journal of applied polymer science*, 136(43), 48150.
- MALI, S.; SAKANAKA, L.S.; YAMASHITA, F. & GROSSMANN, M.V.E. **Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect.** *Carbohydrate Polymers*, 2005, v.60, p.283-289.
- MOURA, F. A. DE., **Propriedades físico-químicas e efeito prebiótico de pectina hidrolisada obtida de resíduos agroindustriais**, 2015.
- REIS, D., DIAS, W., A., SANTOS, G., R. **Estudo da participação de compostos antioxidantes de pitaya utilizando Sistema de Duas Fases Aquosas (SDFA) para formulação de biofilme.** Universidade Federal do Pará, 2021.
- ROSA, D. S.; FRANCO, B. L. M.; CALIL, M. R. **Biodegradabilidade e propriedades mecânicas de novas misturas poliméricas.** *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 11, p. 82-88, 2001.
- SASSONIA, R., C., **Betanina, para além de um corante alimentício.** *Ensino e Pesquisa no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos*, v.1, p. 37-48, 2021.

