

FILME BIOATIVO À BASE DE AMIDO DE ARARUTA E MOSTO DE UVA

CAMILA LOPES BONFIM¹, CYNTIA TREVISAN SOARES², IVAN BAZO BERGAMIM³, GISLAINE FERREIRA NOGUEIRA⁴, RAFAEL AUGUSTUS DE OLIVEIRA⁵

¹ Nutricionista, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP, c223610@dac.unicamp.br

² Eng. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

³ Eng. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

⁴ Nutricionista, Profa. Doutora, Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos-MG.

⁵ Eng. Agrícola, Livre-docente, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A elaboração de filmes comestíveis ativos como embalagem revela-se importante, uma vez que além de contribuir para a redução do descarte de resíduos, pode ainda fornecer aos alimentos propriedades sensoriais e nutricionais desejáveis, bem como garantir a segurança microbiológica por atuar como barreira protetora. Diante disso o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da incorporação de concentrações crescentes (0, 50, 75 e 100% m/m de amido) de mosto de uva (cultivar BRS Vitória) seco por liofilização nas propriedades de filmes de amido de araruta produzidos por *casting*. Os filmes produzidos foram analisados quanto ao seu aspecto visual, tátil, cor e na propriedade de barreira ao vapor de água. Filmes incorporados com 100% mosto de uva apresentaram aumento significativo da espessura de $0,027 \pm 0,006$ para $0,148 \pm 0,038$ mm e da permeabilidade ao vapor de água de $0,209 \pm 0,023$ para $1,101 \pm 0,208$ g.mm/m².dia.kPa, em comparação ao controle (0%). Quanto mais mosto de uva adicionado aos filmes, maior a diferença de cor ΔE^* $31,47 \pm 1,97$, em relação ao filme controle, devida a sua intensa coloração avermelhada decorrente da presença de antocianinas, característica atrativa para uso como filmes comestíveis e bioativos.

PALAVRAS-CHAVE: antocianinas; análise colorimétrica; permeabilidade ao vapor de água

BIOACTIVE FILM BASED ON ARROWROOT STARCH AND GRAPE MUST

ABSTRACT: The elaboration of active edible films as packaging proves to be important, since in addition to contributing to the reduction of waste disposal, it can also provide foods with desirable sensory and nutritional properties, as well as assuring microbiological safety by acting as a protective barrier. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of the incorporation of increasing concentrations (0, 50, 75 and 100% m/m of starch) of freeze dried grape must (cultivar BRS Vitória) on the properties of arrowroot starch films produced by casting. The films produced were analyzed for their visual, tactile, color and water vapor barrier properties. Films incorporated with 100% grape must showed a significant increase in thickness from 0.027 ± 0.006 to 0.148 ± 0.038 mm and in water vapor permeability from 0.209 ± 0.023 to 1.101 ± 0.208 g.mm/m².day.kPa, compared to the control film (0%). The more grape must added to the films, the greater the color difference ΔE^* 31.47 ± 1.97 , in relation to the control film, due to its intense reddish color caused by the presence of anthocyanins, an attractive characteristic for use as edible and bioactive films.

KEYWORDS: anthocyanins; colorimetric analysis; water vapor permeability

INTRODUÇÃO: Um dos maiores desafios da indústria alimentícia na época atual é responder às exigências do consumidor que se abarcam em alimentos frescos, saudáveis, com boa aparência, menos processados e ambientalmente amigáveis. Em função disso, produtores dessa área estão dando maior atenção às embalagens bioativas e comestíveis designadas para produtos alimentícios. A elaboração deste tipo de embalagem, se dá pelo uso de compostos naturais de diferentes fontes, que propositalmente são adicionados ao material de revestimento, com o intuito de liberar ou absorver substâncias de dentro ou fora do produto alimentício embalado ou do meio em que ele se encontra, ou ainda para aprimorar e/ou gerar cores e sabores inovadores, bem como para o seu enriquecimento com compostos bioativos e consumo em conjunto com o alimento embalado (VANDERROOST *et al.*, 2014). Dessa forma, a adição do mosto de uva na elaboração de embalagens de alimentos possui um grande potencial para conferir cor, aroma e sabor característico da fruta e transferência de compostos bioativos, como as antocianinas, para uso como embalagem comestível e bioativa. Uvas mais escuras como as da cultivar BRS Vitória têm maiores concentrações de antocianinas e taninos, polifenóis que se acumulam na casca e que contribuem para as propriedades sensoriais das mesmas, como cor, adstringência e dulçor (COLOMBO *et al.*, 2021). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da incorporação do mosto de uva no aspecto visual, tátil e cor e na propriedade de barreira de filmes comestíveis e biodegradáveis.

MATERIAL E MÉTODOS: Uvas *in natura* da cultivar BRS Vitória foram prensadas em prensa hidráulica para a obtenção do mosto. Para a elaboração dos filmes incorporados com o mosto de uva, foram utilizados o amido de araruta nativa (*Maranta arundinacea* Linn.) como formador da solução filmogênica e glicerol P.A. (Reagen, Quimibrás Indústrias Químicas S.A., Rio de Janeiro, Brasil) como plastificante. O amido de araruta foi previamente extraído e caracterizado por Nogueira, Fakhouri e Oliveira (2018). Os filmes com e sem mosto de uva foram produzidos pela técnica de *casting*. As soluções filmogênicas foram preparadas pela dispersão de amido de araruta em água destilada (4%, m/m) e aquecimento a 85°C em banho termostático, por 10 minutos e em agitação manual constante. A solução filmogênica foi resfriada a 40°C, para adição e solubilização do mosto de uva liofilizado (Modelo L101, Liobrás) nas concentrações 0%, 50%, 75% e 100% (massa de sólidos de mosto de uva / massa de sólidos de amido). O glicerol foi adicionado às soluções na concentração de 17% em relação à massa de sólidos totais da solução. Por fim, 25 ml das soluções obtidas foram despejadas em placas de suporte. Os filmes foram secos em temperatura de 17°C durante 24h. Após a secagem, os filmes foram removidos das placas e acondicionados a 25°C e 55 ± 3% de umidade relativa por 48h antes de sua caracterização. Os parâmetros de cor da amostra foram analisados por meio de um colorímetro digital (Spectrophotometer CM-700d, Konica Minolta, Japão) tendo como referência o sistema de leitura de L* (L* = 0 preto e L* = 100 branco), a* (+a* = vermelho e -a* = verde) e b* (+b* = amarelo e -b* = azul), no espaço CIE (*Comission Internacional de L'Eclairage*). A espessura foi medida aleatoriamente em 5 partes diferentes de 3 amostras de cada formulação de filme, utilizando-se um micrômetro digital (Mitutoyo, Japão) com uma precisão de ± 0,001 mm. A taxa de permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes foi determinada gravimetricamente com base no método ASTM E96-80 (ASTM, 1989). Amostras de cada formulação de filme foram fixadas individualmente em células de acrílico, com abertura central (diâmetro de 4,3 cm) e fundo preenchido com cloreto de cálcio seco (0% de umidade relativa a 25°C), como pode ser visualizado na Figura 1. Essas células foram colocadas em dessecador contendo cloreto de sódio saturado, proporcionando 75 ± 3% de umidade relativa. O peso das células foi registrado diariamente por 7 dias. A permeabilidade do filme foi calculada de acordo com a equação descrita por Nogueira, Fakhouri e Oliveira (2018). Diferenças significativas entre os resultados médios dos diversos tratamentos foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 ilustra as imagens dos filmes bioativos de amido de araruta com mosto de uva. Todos os filmes com e sem mosto de uva foram produzidos com sucesso, podendo ser removidos da placa de suporte após a sua secagem. No entanto, observou-se que quanto mais mosto de uva adicionado à solução formadora de filme, mais flexível e maleável ao contato manual era o filme resultante. Visualmente, o filme controle se apresentou transparente e incolor, além de possuir superfície homogênea, sem presença de fissuras ou bolhas.

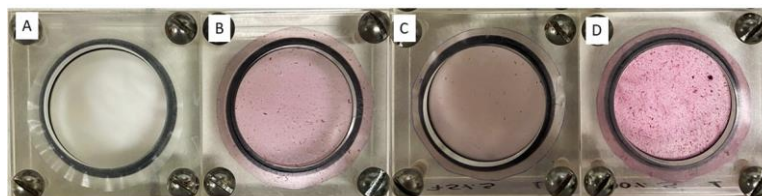


FIGURA 1. Imagem dos filmes de amido de araruta com 0% (A), 50% (B), 75% (C) e 100% (D) de concentração de sólidos de mosto de uva, fixados nas células de acrílico para a análise de permeabilidade ao vapor de água (PVA).

Por outro lado, filmes com concentrações crescentes de mosto de uva apresentaram cor avermelhada acentuada e presença de partículas de polpa em sua estrutura e superfície. Essas observações visuais puderam ser confirmadas pelos resultados dos parâmetros de cor obtidos pela análise colorimétrica (Tabela 1). Comparado ao filme controle, a luminosidade do filme diminuiu significativamente ($p < 0,05$) com o aumento de 50% para 100% do mosto de uva adicionado, à medida que os valores de b^* diminuíram (valores negativos) mostrando uma tendência para a cor azul e os valores de a^* aumentaram positivamente, mostrando a sua tendência para a cor vermelha, gerando filmes com tonalidade púrpura. Conseqüentemente, quanto mais mosto de uva incorporado, maior foi a diferença total de cor (ΔE^*) do filme em relação ao controle. Essa mudança da intensidade de cor do filme com a adição do mosto e, em especial, em relação aos parâmetros a^* e b^* estão diretamente relacionados à presença de antocianinas ($431,48 \pm 10,43 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, NUNES *et al.*, 2015), uma classe de pigmentos naturais e solúveis em água responsáveis pela coloração vermelho-azulado da uva Vitória. Vale ressaltar que a cor púrpura é um fator importante em termos de aparência geral e aceitação por parte do consumidor quando se trata de filmes bioativos comestíveis à base de mosto de uva. Isso porque, essa cor característica já passa a ser um pré-requisito para qualquer produto comestível elaborado com uva, atuando assim como um atrativo sensorial. Na Tabela 1, é possível verificar o efeito da incorporação do mosto de uva na espessura e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de amido de araruta.

TABELA 1. Espessura, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e parâmetros de cor dos filmes de amido de araruta com 0%, 50%, 75% e 100% de mosto de uva.

Análises*	0%	50%	75%	100%
Espessura (mm)	$0,027 \pm 0,006^c$	$0,081 \pm 0,008^b$	$0,079 \pm 0,024^b$	$0,148 \pm 0,038^a$
PVA ($\text{g} \cdot \text{mm} / \text{m}^2 \cdot \text{dia} \cdot \text{kPa}$)	$0,209 \pm 0,023^a$	$0,588 \pm 0,024^a$	$1,348 \pm 0,395^a$	$1,101 \pm 0,208^a$
L^*	$96,08 \pm 0,21^a$	$82,44 \pm 1,37^c$	$88,62 \pm 0,81^b$	$72,07 \pm 1,71^d$
a^*	$-0,21 \pm 0,02^d$	$11,03 \pm 1,01^b$	$5,02 \pm 0,47^c$	$20,98 \pm 1,38^a$
b^*	$0,10 \pm 0,08^b$	$-0,64 \pm 0,30^c$	$1,00 \pm 0,23^a$	$-1,21 \pm 0,34^d$
ΔE^*	-	$17,69 \pm 1,68^b$	$9,16 \pm 0,93^c$	$31,47 \pm 1,97^a$

*Letras iguais em linha não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

A adição da concentração de 100% mosto de uva em relação a massa de amido aumentou significativamente ($p < 0,05$) a espessura dos filmes de amido de araruta de $0,027 \pm 0,006$ para $0,148 \pm 0,038$ mm. Este incremento na espessura deve-se ao aumento da quantidade de sólidos totais, no mesmo volume de solução formadora de filme, depositada por unidade de área por

placa de suporte (NOGUEIRA *et al.*, 2019). Além disso, é possível também que protuberâncias na superfície dos filmes devido à inclusão de partículas de uva na matriz polimérica tenha contribuído neste aumento da espessura. Com relação permeabilidade ao vapor de água, filmes sem mosto de uva apresentaram valores significativamente ($p < 0,05$) inferiores aos encontrados para os filmes com mosto de uva. Geralmente os filmes devem ser o mais impermeáveis possível ao vapor de água para se aproximarem ao máximo das propriedades de barreira de embalagens plásticas quando usadas como substitutos. No entanto, para filmes comestíveis, é até desejável que o mesmo seja permeável a moléculas de água, uma vez que se espera que este se solubilize e se desintegre oralmente com a saliva. O aumento da permeabilidade dos filmes de amido de araruta com a adição do mosto de uva pode ser atribuído ao aumento da hidrofiliabilidade da matriz polimérica pela incorporação de açúcares ou outros compostos como fibras dietéticas solúveis presentes no mosto, que conferem maior mobilidade à cadeia polimérica, o que, conseqüentemente, gera maior transferência de moléculas de vapor de água através do filme (OTONI *et al.*, 2014).

CONCLUSÕES: A incorporação de mosto de uva em filmes de amido de araruta claramente produz filmes flexíveis, mais espessos e permeáveis ao vapor de água, além de coloridos devido à presença de antocianinas, características estas promissoras para uso como filmes comestíveis e bioativos.

AGRADECIMENTOS: Grupo de Pesquisa CT&EA da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp pelo apoio; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de mestrado e doutorado e ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro (Universal, Processo: 422106/2021-6).

REFERÊNCIAS:

- ASTM – American Society for Testing and Materials. **Standard test methods for water vapor transmission of materials:** E 96-95, 10 p. 1995.
- NUNES, B. T.G.; NASCIMENTO, J. H. B.; DE LIMA, M.A.C.; LEÃO, P.C.S. Produção, Características Agrônômicas e Qualidade da Uva ‘BRS Vitória’ Durante o Primeiro e Segundo Ciclos de Produção no Submédio do Vale do São Francisco. In: X Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, **Anais...** Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2015.
- COLOMBO, R.C.; ROBERTO, S.R.; CRUZ, M.A. et al. Characterization of the phenolic ripening development of ‘BRS Vitoria’ seedless table grapes using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis.** v.95, 2021.
- NOGUEIRA, G. F.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. de. Effect of incorporation of blackberry particles on the physicochemical properties of edible films of arrowroot starch. **Drying Technology**, 37:4, 448-457, 2018.
- NOGUEIRA, G. F.; SOARES, C. T.; CAVASINI, R.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. Bioactive films of arrowroot starch and blackberry pulp: Physical, mechanical and barrier properties and stability to pH and sterilization. **Food Chemistry**, v. 275, p. 417–425, 2019.
- OTONI, C.G.; DE MOURA, M.R.; AOUADA, F.A.; CAMILLOTO, G.P.; CRUZ, R.S.; LOREVICE, M.V.; DE SOARES, F.F.N.; MATTOSO, L.H.C. Antimicrobial and Physical-Mechanical Properties of Pectin/Papaya Puree/Cinnamaldehyde Nanoemulsion Edible Composite Films. **Food Hydrocolloids**, v. 41, p. 188–194, 2014.
- VANDERROOST, M.; RAGAERT, P.; DEVLIEGHERE, F.; de MEULENAER, B. Intelligent food packaging: The next generation. **Trends Food Sci. Technol.** 2014, 39, 47–62.