



# Incorporação do resíduo do processamento de uva em filmes comestíveis e biodegradáveis

**Palavras-Chave:** Subproduto, Antocianinas, Simuladores Alimentares

**Autores/as:**

**Breno Baptistella Meneghetti [Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI/UNICAMP]**

**Profa. Dra. Gislaine Ferreira Nogueira [Universidade do Estado de Minas Gerais-UEMG]**

**Profa. Ma. Cyntia Trevisan Soares [Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI/UNICAMP]**

**Prof. Dr. Rafael Augustus de Oliveira (orientador) [Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI/UNICAMP]**

---

## INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma grande preocupação mundial em encontrar alternativas ao consumo de materiais plásticos e à geração de resíduos agrícolas e agroindustriais, uma vez que o seu acúmulo tem trazido sérios problemas ambientais. Diante dessa necessidade de excluir o uso de produtos plásticos no manejo e armazenamento de alimentos, como fundamentado no Projeto de Lei do Senado PLS nº 92 de 2018 no Brasil, propôs-se, nesse trabalho, a elaboração de materiais biodegradáveis a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais. Tal alternativa tende a aumentar o aproveitamento dos produtos, uma vez que explora o potencial químico de partes comumente descartadas dos alimentos, além de aumentar o valor agregado da cultivar. A casca da uva, um subproduto da fabricação de vinho, é uma fonte abundante e de baixo custo de polifenóis, como flavonoides e antocianinas, que apresentam alta capacidade antioxidante. Assim, a incorporação do extrato do bagaço da uva em materiais biodegradáveis permite a produção de filmes bioativos que podem ser capazes de enriquecer com compostos bioativos os alimentos com os quais entram em contato ao ser embalados, além de serem capazes de gerar cor, aroma e sabores inovadores aos mesmos, podendo ser uma tecnologia promissora para gerar novos produtos alimentares com características funcionais. Dessa forma, este projeto visou a fabricação de filmes preparados com amido de araruta incorporados com 0, 20 e 40% (m/m de amido) de extrato do bagaço de uva Vitória como fonte de compostos bioativos para potencial aplicação como embalagens de alimentos ativas.

## METODOLOGIA

**Preparação do extrato de bagaço da uva:** O extrato do bagaço da uva foi produzido pelo esmagamento das uvas em prensa hidráulica, com subsequente separação do bagaço do mosto por filtração (Figura 1). O bagaço de uva foi triturado com água na proporção (1:1) e filtrado para a separação do bagaço do extrato.

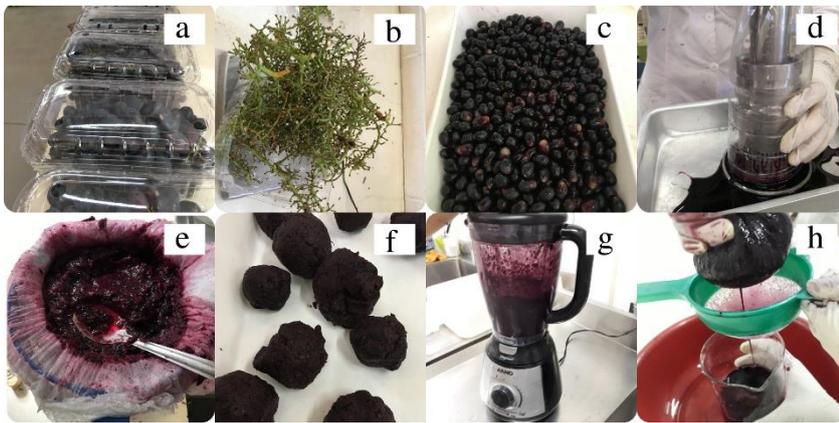


Figura 1. Imagens das etapas de processamento da uva para a obtenção do extrato: (a) uvas “in natura”; (b) separação do engaço; (c) frutos higienizados e sanitizados; (d) frutos esmagados em prensa hidráulica; (e) filtração para separação do bagaço e do mosto; (f) bagaço da uva; (g) bagaço triturado com água; (h) processo de filtração para separação do extrato aquoso do bagaço da uva.

**Caracterização da matéria prima:** O extrato do bagaço da uva foi caracterizado quanto à umidade, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SS) (IAL, 2008). Os parâmetros de cor da amostra foram analisados por meio de um colorímetro digital (Spectrophotometer CM-700d, Konica Minolta, Japão). O conteúdo total de antocianinas no extrato do bagaço da uva foi determinado de acordo com o método descrito por Sims e Gamon (2002), com adaptações.

**Elaboração dos filmes:** Os filmes foram produzidos pelo método de *casting* (NOGUEIRA et al., 2018). As soluções formadoras de filme foram preparadas pela dispersão de amido de araruta em água destilada (4%, m/m) e aquecimento a 85°C em banho termostático por 5 minutos com agitação manual constante. A solução formadora de filme foi resfriada a 40°C, para adição do extrato aquoso do bagaço de uva nas concentrações de 0%, 20% e 40% (massa de sólidos de extrato aquoso / massa de sólidos de amido). O glicerol foi adicionado às soluções na concentração de 17% em relação a massa de sólidos totais da solução. Por fim, 25 mL das soluções obtidas foram depositadas em suportes. Os filmes secos (temperatura de 25°C por 24 h) foram acondicionados a 25 °C e 55 ± 3% de umidade relativa por 48 h antes de sua caracterização.

**Caracterização dos filmes:** Os filmes foram caracterizados quanto às propriedades físico-químicas sendo: aspecto físico, atividade de água, espessura, teor de água, solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água, conteúdo de antocianinas, cor e teste de estabilidade em simuladores alimentares. A atividade de água foi realizada com um equipamento medidor de atividade de água (Aqualab). Para a determinação de solubilidade em água dos filmes, foi utilizado o método proposto por Gontard et al. (1992). A permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi determinada pelo método padrão E-96 da ASTM (1995). A espessura foi medida aleatoriamente em 10 partes diferentes de 3 amostras dos filmes utilizando-se um micrômetro digital (Mitutoyo, Japão). O conteúdo total de antocianinas no filme sem extrato e incorporados com extrato do bagaço da uva foi determinado de acordo com o método descrito por Sims e Gamon (2002), com adaptações. Os parâmetros de cor dos filmes foram analisados, em três áreas distintas de três amostras de filmes de cada formulação por meio de um colorímetro digital (Espectrofotômetro CM-700d, Konica Minolta, Japão).

A estabilidade dos filmes em simuladores de alimentos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Piñeros-Hernandez et al. (2017) com modificações. Água e etanol a 95% foram usados como simuladores para alimentos aquosos e gordurosos, respectivamente. Amostras dos filmes cortadas em círculos de 3,5 cm de diâmetro, em triplicata, foram imersas em 5 mL de simuladores de alimentos, por 24 h a 25 ± 2° C, na

ausência de luz. As amostras não solubilizadas foram removidas e secas (105° C por 24 h) para se determinar a massa seca final. A solubilidade foi expressa como porcentagem do filme solubilizado em simuladores alimentares. Mudanças na aparência das amostras foram registradas com uma câmera fotográfica.

**Análise Estatística:** Diferenças significativas entre os resultados médios foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância, usando o software SAS (Cary, NC, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O extrato do bagaço da uva obtido apresentou coloração entre os tons magenta e azul, pH ácido (3,51 ± 0,08), elevado teor de água (91,71±0,04% b.u.) e baixo teor de sólidos solúveis (9,97 ± 1,62 °Brix). O alto teor de água do extrato de uva é justificável pelo fato do produto da análise se tratar de um extrato aquoso formado a partir da mistura de bagaço com água. Como o objetivo era extrair o máximo de antocianinas das cascas da uva, optou-se pela utilização de água como solvente, uma vez que as antocianinas são pigmentos naturais solúveis em água (WANG et al., 2019). A uva *in natura* apresentou teor de antocianinas de 86,63±5,68 mg/100g de sólidos totais, enquanto que o extrato do bagaço da uva obteve teor de 208,07±4,94 mg/100g de sólidos totais, o que demonstra que o método utilizado para obtenção do extrato foi eficiente.

Os filmes incorporados com bagaço de extrato de uva apresentaram coloração avermelhada intensa, característico da uva, enquanto que o filme controle era transparente e incolor. Todos os filmes eram flexíveis e manuseáveis. Os dados colorimétricos confirmaram as observações visuais. O aumento da concentração de extrato do bagaço da uva de 20 para 40% no filme de amido de araruta (0%, a\* = 1,15±0,02; b\* = -8,27±0,15; L\* = 91,43±0,21) causou um aumento estatisticamente significativo (p < 0,05) nos valores de a\* (de 8,24±0,82 para 16,56±1,25) e diminuição dos valores de b\* (de -9,29±0,38 para -13,01±1,47), levando a uma diminuição da luminosidade L\* (de 80,57± 1,24 para 70,64±1,66) e aumento na diferença total de cores ΔE\* (de 13,01±1,47 para 26,12±2,08). Essa diferença de cor está diretamente relacionada com a incorporação de antocianinas presentes no extrato do bagaço de uva nos filmes de amido de araruta. Filmes com 0, 20 e 40% de extrato do bagaço de uva apresentaram teor de antocianinas de 0,08±0,04; 4,82±0,81 e 8,11±0,44 mg/100g de sólidos de extrato, respectivamente.

O aumento da concentração do extrato de uva (de 0 a 40%, massa / massa de amido seco) no filme resultou no aumento da espessura (de 0,074 para 0,084 mm), no aumento da permeabilidade ao vapor de água (de 3,47 a 4,07 g.mm/m<sup>2</sup>.dia.kPa) e solubilidade em água (de 16,73 a 29,11%), como pode ser observado na Tabela 1. A espessura do filme é diretamente proporcional à concentração de sólidos na base. Filmes de amido de araruta mais solúveis em água e permeáveis ao vapor de água foram obtidos quando 40% do extrato de bagaço de uva foi adicionado na solução formadora de filme. Nogueira et al. (2019) também encontraram um comportamento de aumento de solubilidade em água de 14,18 para 25,46% e de permeabilidade ao vapor de água de 3,62 para 4,60 g.mm/m<sup>2</sup>.dia.kPa com o aumento de 0 para 40% de sólidos de polpa de amora para amido de araruta no filme. Os autores atribuíram esse comportamento a alterações nas estruturas dos filmes de amido de araruta causadas pela adição da polpa de amora que possui

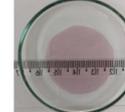
na sua composição, além de compostos bioativos, vitaminas, fibras e minerais essenciais, proteínas, lipídios e açúcares. Esses compostos diminuíram o número de interações amilose-amilose, amilopectina-amilopectina e amilose-amilopectina, promovendo a desorganização da matriz polimérica, o que pode ter facilitado a passagem do vapor de água e a entrada das moléculas de água através da matriz. Além disso, é muito provável que os açúcares e a pectina solúvel presentes no extrato do bagaço da uva tenham atuado como plastificantes, reduzindo as forças de atração intermoleculares do amido e elevado o volume livre do sistema, resultando no aumento da mobilidade da cadeia e, conseqüentemente, facilitando a permeação da água na sua estrutura (AZEREDO et al., 2016).

Análises	Filme 0% extrato	Filme com 20 % extrato	Filme com 40 % extrato
Aw (decimal)*	0,44±0,01 <sup>a</sup>	0,46±0,01 <sup>a</sup>	0,46±0,02 <sup>a</sup>
Espessura (mm)**	0,078±0,034 <sup>a</sup>	0,074±0,015 <sup>a</sup>	0,085±0,007 <sup>a</sup>
Teor de água (%)*	9,41±0,73 <sup>b</sup>	11,57±1,04 <sup>b</sup>	14,65±0,12 <sup>a</sup>
Solubilidade em água (%)*	16,73±0,41 <sup>c</sup>	24,34±0,84 <sup>b</sup>	29,11±1,35 <sup>a</sup>
Permeabilidade ao vapor de água (g.mm/m <sup>2</sup> dia.kPa)*	3,47±0,26 <sup>a</sup>	3,55±0,29 <sup>a</sup>	4,07±0,65 <sup>a</sup>

**Tabela 1.** Atividade de água, espessura, teor de água, solubilidade em água e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de amido de araruta incorporados com 0, 20 e 40% (massa de sólidos de extrato aquoso / massa de sólidos de amido) de extrato do bagaço de uva. As mesmas letras na mesma linha não mostram diferença estatística ( $p > 0,05$ ).

Uma das estratégias de aplicação de filmes de amido de araruta com ou sem extrato do bagaço da uva é o seu uso como embalagens de alimentos bioativos. Para isso, análises da estabilidade dos filmes em simuladores alimentares foram realizadas a fim de avaliar a estabilidade estrutural dos filmes em contato direto com os alimentos, uma vez que pode interferir na liberação de antocianinas no meio. Esta análise foi realizada imergindo por completo o filme em líquidos que podem simular o comportamento de alimentos reais (LUCHESE et al., 2018), como simuladores aquosos (água) ou gordurosos (95% de etanol).

Os filmes foram estáveis aos simuladores de alimentos, apresentando taxas de solubilidade inferiores a 21 e 33% após imersão em simuladores de alimentos gordurosos e aquosos, respectivamente. Embora não tenha havido alterações na estrutura, a Figura 2 mostra que os filmes com 20% e 40% de extrato do bagaço da uva tiveram uma diminuição na sua intensidade de cor inicial após imersão em simuladores de alimentos, provavelmente devido à liberação de antocianinas no meio circundante. Em geral, a liberação de antocianinas foi maior no simulador de alimentos aquosos (água) e para os filmes com a maior concentração de extrato do bagaço da uva (40%). Esta liberação de antocianinas pode ter contribuído para a solubilização dos filmes. Quanto mais extrato do bagaço da uva foi incorporado ao filme, maior foi a sua solubilização, para ambos os simuladores alimentares, em comparação com o filme de amido de araruta 0% (Figura 2). Este comportamento pode ser atribuível ao efeito plastificante, enfraquecimento das interações intermoleculares das cadeias de amido (AZEREDO et al., 2016; NOGUEIRA, et al., 2019) e um aumento do número de sítios hidrofílicos disponíveis para absorção de água após as interações entre o amido e o extrato do bagaço da uva (LUCHESE et al., 2018).

Teste de estabilidade dos filmes em simuladores alimentares			
Filme	Filme Seco	Simulador de Alimento aquoso (água)	Simulador de Alimentos gorduroso (95%etanol)
0 % extrato			
Solubilidade (%)	-	14.47±0.43Ca	9.46±0.81Bb
20 % extrato			
Solubilidade (%)	-	24.61±2.44Ba	14.08±2.65Bb
40 % extrato			
Solubilidade (%)	-	32.07±0.36Aa	20.74±1.85Ab

**Figura 2.** Aspecto visual e a solubilidade (%) de filmes de amido de araruta com 0%, 20% e 40% extrato do bagaço da uva imersos em simuladores de alimentos aquosos (água) e simuladores de alimentos gordurosos (95% de etanol) após 24 horas. \*As mesmas letras maiúsculas na mesma coluna e as mesmas letras minúsculas na linha não mostram diferença estatística ( $p > 0,05$ )

## CONCLUSÕES

O aproveitamento de bagaço de uvas mostrou-se viável para fins de extração de antocianinas, tendo um potencial de aplicação para redução desses resíduos no meio ambiente. Pode-se concluir que os filmes de amido de araruta incorporados com extrato do bagaço de uvas apresentam grande potencial de aplicação como embalagens de alimentos bioativas, cuja coloração avermelhada e a liberação de antocianinas para o alimento sejam desejadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP número: 2020 / 04656-1) e à Faculdade de Engenharia Agrícola- FEAGRI/UNICAMP pelo apoio financeiro.

## BIBLIOGRAFIA

- ASTM – **American Society for Testing and Materials**. Standard test methods for water vapour transmission of materials: E 96–95, 10 p. 1995.
- AZEREDO, H. M. C.; MORRUGARES-CARMONA, R.; WELLNER, N.; CROSS, K.; BAJKA, B.; WALDRON, K. W. Development of pectin films with pomegranate juice and citric acid. **Food Chemistry**, 198, 101–106, 2016.
- BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei do Senado no 92**, de 07 de março de 2018. Diário do Senado Nacional, Brasília, DF, Seção I, 8 mar. 2018, p. 269-274. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/13245>>. Acesso em: dez.2020.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. **J. Food Sci.**, 57, 190– 199. 1992. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1992.tb05453.x.
- IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4ª ed. São Paulo: IAL, 1020 p. 2008.
- LUCHESE, C. L.; GARRIDO, T.; SPADA, J. C.; TESSARO, I. C.; DE LA CABA, K. Development and characterization of cassava starch films incorporated with blueberry pomace. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 106, p. 834–839, jan. 2018.
- 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, 2019. DOI: 10.1080/07373937.2018.1441153
- NOGUEIRA, G. F.; SOARES, C.T.; CAVASINI, R.; FAKHOURI, F. M.; DE OLIVEIRA, R. A. Bioactive films of arrowroot starch and blackberry pulp: Physical, mechanical and barrier properties and stability to pH and sterilization. **Food Chemistry**, 275, 417-425, 2019.
- PIÑEROS-HERNANDEZ, D.; MEDINA-JARAMILLO, C.; LÓPEZ-CÓRDOBA, A.; GOYANES, S. Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. **Food Hydrocolloids**, 63, 488-495, 2017.
- SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sens. Environ.**, 81, p. 337–354. 2002. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00010-X.