

## COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E MECÂNICAS DOS FILMES DE AMIDOS DE FRUTA-DO-LOBO, MILHO E BATATA

VIVIANE DE PAULA FARIAS<sup>1</sup>, ANA MARIA GOMES BATISTA<sup>1</sup>, DIEGO PALMIRO RAMIREZ ASCHERI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduandas em engenharia agrícola, Universidade Estadual de Goiás, viviane.de.paula.farias@hotmail.com, anaana.amg@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro de alimentos, Prof. Pós-Doutor, Universidade Estadual de Goiás, ascheridpr@gmail.com

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** A utilização de filmes a base de amido extraídos de plantas nativas do Cerrado brasileiro se torna necessário a comparação de suas propriedades físico-químicas e mecânicas com filmes de amidos convencionais, a fim de tomar decisões quanto a sua utilização tecnológica. Por isso, este trabalho objetivou comparar as propriedades físico-químicas e mecânicas de filmes de amido da fruta-do-lobo (FF) com os de filmes de milho (FM) e batata (FB). Os filmes foram elaborados misturando 2 g de amido em 100 g de água e glicerol (5 a 20% em relação à massa de amido). Dos filmes se analisou a espessura, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água e propriedades mecânicas. Os resultados mostraram que os FF apresentaram mesma espessura que de FB (0,06 mm), solubilidade intermediária (12,64-54,01%) entre os FM (13,53-62,60%) e FB (19,98-63,15%), e maior permeabilidade a 20% de glicerol ( $4,3 \cdot 10^{-4} \text{ g mm h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ kPa}^{-1}$ ). Melhores resultados frente aos testes mecânicos apresentaram os FBs de fruta-do-lobo com 10% de glicerol. Nessas condições do trabalho, as características físico-químicas e mecânicas dos filmes de amido extraído da fruta-do-lobo são compatíveis com os de amidos convencionais e podem ser utilizados como substituto destes em diversas formas, principalmente para coberturas na tecnologia pós-colheita.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filmes a base de amido, pós-colheita, propriedades físico-químicas.

### COMPARISON OF THE PHYSICAL-CHEMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF *Solanum lycocarpum*, CORN AND POTATO STARCH FILMS.

**ABSTRACT:** The use of starch-based films extracted from plants native to the Brazilian Cerrado makes it necessary to compare their physical-chemical and mechanical properties with conventional starch films in order to make decisions regarding their technological use. Therefore, the aim of this work was to compare the physical-chemical and mechanical properties of *Solanum lycocarpum* starch film (FS) with those of corn (FM) and potato (FB) starch films. Films were elaborated mixing 2 g of starch in 100 g of water and glycerol (5 to 20% relative to the starch mass). Elaborated films were analyzed for thickness, solubility, water vapor permeability and mechanical properties. Experimental dates showed that FS presented the same thickness as FB (0.06 mm), intermediate solubility (12.64-54.01%) between FM (13.53-62.60%) and FB (19.98-63.15%), and lower permeability to 20% glycerol ( $4.3 \cdot 10^{-4} \text{ g mm h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ kPa}^{-1}$ ). Better results in the mechanical tests presented by *S. lycocarpum* starch films with 10% of glycerol. In these working conditions, the physicochemical characteristics of the starch films extracted from *S. lycocarpum* fruits are compatible with those of conventional starches and can be used as a substitute of these in several forms, mainly for coverings in the post-harvest technology.

**KEYWORDS:** Starch-based films, post-harvest, physico-chemical properties.

**INTRODUÇÃO:** A utilização de filmes a base de amido extraídos de plantas nativas do Cerrado brasileiro torna necessário a comparação de suas propriedades físicas, físico-químicas e mecânicas com filmes de amidos convencionais, a fim de tomar decisões quanto a sua utilização tecnológica.

As propriedades físico-químicas e funcionais dos amidos são influenciadas pela fonte botânica que o originou, e a estruturas granular e molecular, por isso, espera-se que as propriedades dos filmes elaborados com o amido da fruta-de-lobo sejam bem diferentes dos amidos convencionais.

De acordo com Moura e Ascheri (2018) os filmes biodegradáveis podem ser de dois tipos: coberturas, quando são aplicadas diretamente nas superfícies dos alimentos e filmes que possuem a capacidade de formar estruturas próprias independentes. A técnica conhecida como *casting* (espalhamento) vem sendo a mais utilizada para a elaboração destes filmes. Sua utilização está direcionada para embalagens de alimentos como revestimento de frutas e hortaliças. Entretanto, o uso desses filmes em embalagens para alimentos depende de suas características, como, permeabilidade ao vapor de água, solubilidade em água e propriedades mecânicas. Isto ocorre por que amidos de diferentes espécies vegetais apresentam diferentes características físicas, físico-químicas, químicas e funcionais.

BELIBI et al. (2014) estudaram as diferenças entre algumas propriedades de filmes comestíveis elaborados com amido de mandioca e amido extraído do caule da mandioca. Independentemente do teor de glicerol, os filmes elaborados com o amido extraído do caule apresentaram melhores resultados de permeabilidade ao vapor de água, solubilidade em água e maior resistência à ruptura em relação aos filmes elaborados com amido de mandioca.

MONTAÑO-LEYVA et al. (2008) observaram que as propriedades dos biofilmes feitos a partir do amido de trigo duro foram influenciados pelas propriedades inerentes de seus grânulos, bem como pela concentração do plastificante.

AGHAZADEH et al. (2018) demonstraram que o tamanho dos grânulos afeta nas propriedades dos filmes de amido elaborados com arroz, milho e trigo. O amido de arroz com menor granulometria formaram filmes com maior alongação e mais resistentes à quebra e tração em comparação aos filmes de amidos de milho e trigo.

De acordo com o exposto, este trabalho objetivou comparar as propriedades físico-químicas e mecânicas de filmes de amido da fruta-do-lobo com os de filmes de milho e batata.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os experimentos foram realizados nos Laboratórios da Engenharia Agrícola e Química da Universidade Estadual de Goiás (Anápolis, GO). O amido da fruta-de-lobo foi extraído segundo Gomes et al. (2016). Os amidos de milho e batata foram adquiridos no mercado local da Cidade de Anápolis.

Os filmes foram elaborados segundo Gomes et al. (2016). Um delineamento experimental completamente casualizado foi adotado em arranjo fatorial 3x4 tratamentos: amidos de milho e batata e amido de fruta-de-lobo (AM, AB e AF, respectivamente) e quatro diferentes concentrações de glicerol (5, 10, 15 e 20%), com quatro repetições. As diferentes soluções filmogênicas (SF) foram preparadas com base em 2 g de amido para 100 mL de água destilada, misturadas com glicerol, aquecidas até a temperatura e tempo de gelatinização do amido (85 °C por 5 min). Após a gelatinização, as SF foram vertidas em placas de Petri de polietileno de 8 cm de diâmetro e desidratadas em estufa a 30 °C até massa constante.

A espessura dos filmes foi medida com auxílio de um micrômetro digital. A média de quatro filmes de cada tratamento foi considerada como resposta. A solubilidade em água dos filmes foi determinada segundo Gontard et al. (1994). A permeabilidade ao vapor de água foi determinada pelo método dessecante com base na norma E96-95 (ASTM, 1995).

Para a determinação do comportamento mecânico dos filmes obtidos, foram feitas as análises de tração e perfuração. Estas foram realizadas com o aparelho texturômetro TA-HDi, seguindo o método padrão ASTM D-882-91 (ASTM, 1995).

As diferenças significativas entre os resultados às propriedades físico-químicas e mecânicas dos filmes elaborados foram verificadas por meio de análise de variância. A superfície de resposta das interações significativas entre os tratamentos Glicerina versus amido foram desenhados usando o software Statistica 8.0.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 estão os resultados da análise de variância aplicada aos resultados das determinações de solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água e testes mecânicos dos filmes elaborados.

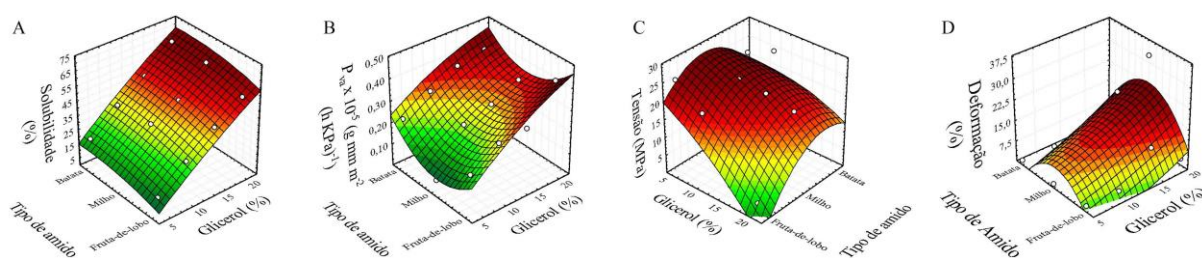
O teste F aplicado por meio de análise de variância (Tabela 1) confirmou as mudanças ocorridas nas propriedades dos filmes biodegradáveis em função da porcentagem de glicerol e o tipo de amido aplicados no presente estudo. Houve interação entre os fatores Tipo de amido x Glicerina para as respostas solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água, tensão e deformação dos filmes. A interação dos fatores indica que as mudanças que ocorreram nestas propriedades foi recorrente à ação concomitante de ambos fatores, isto é, o efeito do glicerol sobre as propriedades dos filmes depende do tipo de amido utilizado para a elaboração dos filmes e vice-versa.

**Tabela 1** – Resultados da análise de variância aplicada aos dados experimentais de solubilidade em água, permeabilidade de vapor de água e testes mecânicos (tensão e deformação dos filmes biodegradáveis elaborados a base de amido (fruta-de-lobo), milho e batata) e glicerol.

Fator	Graus de lib.	Solubilidade		P <sub>va</sub>		Tensão		Deformação	
		QM	Teste F	QM	Teste F	QM	Teste F	QM	Teste F
G	3	0,09	393,83**	3173,29	49963,94**	280,59	97460,26**	430,45	167964,30**
A	2	0,03	116,66**	169,95	2675,93**	236,82	82256,79**	482,72	188360,10**
G x A	6	0,01	25,88**	16,33	257,18**	121,38	42160,15**	219,50	85648,28**

QM = quadrado médio, G = glicerol, A = amido.

A Figura 1 mostra os resultados para solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água e testes mecânicos dos filmes elaborados. A solubilidade traz informações sobre o comportamento da molécula permeante com a superfície da matriz polimérica e o meio, e a permeabilidade é o resultado dos efeitos combinados da difusão e solubilidade, representando a taxa de transporte da molécula permeante (AMARAL et al., 2017). Pela Figura 1A se observa que independentemente do tipo de amido, a solubilidade dos filmes aumenta com o aumento da porcentagem de glicerol. O aumento do plastificante diminui a resistência à água, sugerindo que o aumento da concentração de glicerol poderia aumentar a higroscopicidade e hidrofiliicidade (TURBIANI et al., 2009). Observa-se também que os filmes de amido de Milho e batata são mais solúveis em água (13,53-62,6% e 19,98-63,15%, respectivamente) do que os filmes de amido de fruta-do-lobo (12,64-54,01%). A solubilidade dos filmes elaborados com amido de fruta-de-lobo a 15% que foi de 41,94%, não diferiu estatisticamente com os valores de solubilidade dos filmes elaborados com amidos de milho e batata com a mesma porcentagem de plastificante, cujos respectivos valores foram 45,2 e 47,0%.



**Figura 1** – Superfícies de resposta de solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água (P<sub>va</sub>), tensão e deformação de filmes biodegradáveis obtidos em função do tipo de amido e glicerol.

Quanto aos valores de permeabilidade (Figura 1B), os filmes de amido de milho são menos permeáveis ( $0,5 \cdot 10^{-4}$ - $3,4 \cdot 10^{-4} \text{ g mm m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ KPa}^{-1}$ ) que de amidos de batata e fruta-de-lobo ( $2,3 \cdot 10^{-4}$ - $3,9 \cdot 10^{-4}$  e  $1,9 \cdot 10^{-4}$ - $4,3 \cdot 10^{-4} \text{ g mm m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ KPa}^{-1}$ , respectivamente). No entanto, verificou-se que os filmes de amido da fruta-de-lobo não diferiram significativamente dos filmes de amido de batata, indicando seu potencial de utilização em substituição aos filmes de amidos de batata. MALI et al. (2010), afirmam que a permeabilidade ao vapor de água em biofilmes é um fator importante para o uso dos mesmos, porém não pode considerada uma propriedade restritiva ao seu uso, pois filmes que apresentam permeabilidade alta, podem ser usados em embalagens de vegetais frescos, enquanto os que

apresentam uma baixa permeabilidade, poderá ser indicado para produtos desidratados. Por isso, como mostrado na Figura 1B, com o amido de fruta-de-lobo se pode se elaborar filmes com ampla gama de valores de  $P_{va}$  entre  $1,9 \cdot 10^{-4}$  e  $4,3 \cdot 10^{-4} \text{ g mm m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ KPa}^{-1}$  utilizando concentrações de glicerol entre 5 e 20%.

A resistência à tensão de ruptura e deformação dos filmes elaborados com os amidos de fruta-de-lobo, milho e batata apresentaram uma relação inversa frente ao aumento da porcentagem de glicerol (Figuras 1C e 1D, respectivamente). Enquanto a tensão diminuiu a deformação aumentou. Os respectivos valores destes testes mecânicos variaram de 2,57-25,33; 18,89-23,18 e 11,27-25,35 Mpa e 1,75-12,03; 1,46-32,48 e 1,50-8,81% para filmes de fruta-de-lobo, milho e batata, respectivamente. Na Figura 1C pode-se notar que a 5% de glicerol os valores de tensão à ruptura dos filmes dos diferentes amidos se mostram estatisticamente iguais (em torno de 25 Mpa). Os filmes de amido de fruta-de-lobo elaborados com 20% de glicerol apresentaram menor tensão à ruptura (2,57 Mpa). Já, para valores de deformação nesta mesma porcentagem de glicerol só os filmes de milho diferiram dos demais, sendo os valores de deformação dos filmes de fruta-de-lobo e batata estatisticamente iguais. A 10% de glicerol, os filmes elaborados com amido de fruta-de-lobo apresentaram resultados semelhantes aos dos filmes elaborados com amidos de milho e batata nessa mesma concentração de plastificante.

**CONCLUSÕES:** Nessas condições do trabalho, as características físico-químicas e mecânicas dos filmes de amido extraído da fruta-do-lobo são compatíveis com os de amidos convencionais e podem ser utilizados como substituto destes em diversas formas, principalmente para coberturas na tecnologia pós-colheita.

#### **REFERÊNCIAS:**

- AGHAZADEH, M.; KARIM, R.; SULTAN, M. T.; PAYKARY, M.; JOHNSON, S. K.; SHEKARFOROUSH, E. Comparison of starch films and effect of different rice starch-based coating formulations on physical properties of walnut during storage time at accelerated temperature. **Journal of Food Process Engineering**, v. 41, n. e12607, p. 1-11, 2018.
- AMARAL, I. B. C.; ARRUDAS, S. R.; MEIRA, J. R. de; REIS, A. B. Análise do processo difusivo de filmes de quitosana contendo óleo de palmeiras (aracaceae) do cerrado brasileiro. **Montes Claros**, v. 19, n. 2, 2017.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Standard test method for water vapor transmission of material – E96-95, Annual book of ASTM, Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials. 1995.
- \_\_\_\_\_. Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM D882-91. Philadelphia (USA): ASTM, 1995.
- BELIBI, P. C.; DAOU, T. J.; NDJAKA, J. M. B.; NSOM, B.; MICHELIN, L.; DURAND, B. Comparative Study of Some Properties of Cassava and Tree Cassava Starch Films. **Physics Procedia**, v. 55, s/n, p. 220-226, 2014.
- GOMES, M. A.; ASCHERI, D. P. R.; CAMPOS, A. J. Characterization of edible films of *Swartzia burchelli* phosphated starches and development of coatings for post-harvest application to cherry tomatoes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 4, p. 1897-1910, 2016.
- GONTARD, N.; DUCHEZ, C.; CUQ, J. L.; GUILBERT, S. Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapor permeability and other physical properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 29, n. 1, p. 39-50, 1994.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido- produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina- Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.
- MONTAÑO-LEYVA, B.; TORRES-CHÁVEZ, P.; RAMÍREZ-WONG, B.; PLASCENCIA-JATOMEA, M.; BROWN-BOJÓRQUEZ, F. Physical and Mechanical Properties of Durum Wheat (*Triticum durum*) Starch Films Prepared with A- and B-type Granules. **Starch/Stärke**, v. 60, s/n, p. 559–567, 2008.
- MOURA, W. de S.; ASCHERI, D. P. R. **Elaboração de filmes biodegradáveis de *Hedychium coronarium***. Bassin, Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 125 p.

TURBIANI, F. R. B.; KIECKBUSH, T. H.; GIMENES, M. L. Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de blendas de gelatina e poli (álcool vinílico) usando metodologia de superfície de resposta. In: Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros – Foz do Iguaçu, PR – Outubro, 2009.