

**15º Congresso Brasileiro de Polímeros**  
**27 a 31 de outubro de 2019**

## **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DE BIOFILMES OBTIDOS A PARTIR DO AMIDO DA CASCA DE BATATA**

**Samara D. Osorio<sup>1\*</sup>, Ruth M. C. Santana<sup>1</sup>**

*1 - Departamento de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS  
[samara.osorio@ufrgs.br](mailto:samara.osorio@ufrgs.br)*

**Resumo:** Polímeros biodegradáveis surgem como uma alternativa interessante em comparação aos convencionais. Neste contexto, o amido ganha destaque, devido a sua capacidade de formar géis e filmes. Além disso, a utilização de um resíduo orgânico, como a casca da batata, é uma maneira de desenvolver produtos com maior valor agregado, contribuindo para o meio ambiente. Dessa forma, foi extraído o amido da casca de batata para a fabricação de biofilmes, que posteriormente foram analisados quanto a sua espessura, umidade, cor, brilho e propriedade mecânica. Os resultados demonstraram que os filmes possuem espessura adequada, flexibilidade, transparência e uniformidade, além de resistência à tração, porém são bastante sensíveis à água.

**Palavras-chave:** *Impacto ambiental, amido, batata, biofilme, propriedades.*

### **EVALUATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BIOFILMS OBTAINED FROM POTATO PEEL**

**Abstract:** Biodegradable polymers appear as an interesting alternative compared to conventional ones. In this context, the starch gains prominence due to its ability to form gels and films. In addition, the use of an organic residue, such as potato peel, is a way to develop products with higher added value, contributing to the environment. In this way, potato peel was extracted for the manufacture of biofilms, which were later analyzed for thickness, moisture, color, gloss and mechanical properties. The results showed that the films have adequate thickness, flexibility, transparency and uniformity, as well as tensile strength, but are very sensitive to water.

**Keywords:** *Environmental impact, starch, potato, biofilm, properties.*

### **Introdução**

O consumo de polímeros sintéticos vem se intensificando desde quando começaram a ser fabricados em larga escala, na década de 1950. Este crescimento é devido, principalmente, a sua versatilidade e baixo custo [1]. No entanto, o descarte incorreto destes produtos pode contribuir para o avanço do aquecimento global, devido a queima de combustíveis fósseis, bem como da poluição ambiental. Dessa forma, a substituição de materiais sintéticos por materiais provenientes de fonte natural vem se tornando indispensável, uma vez que estes possuem uma vida útil muito menor, causando reduzido impacto ambiental [2]. Dentre os novos materiais estudados, biopolímeros a partir de polissacarídeos, proteínas vegetais e celulose são considerados alternativas atraentes, pois são abundantes, renováveis, de baixo custo, ecológicos e biodegradáveis [3].

O amido é um polissacarídeo que se caracteriza por ser a maior reserva de carboidratos em plantas, presente em cereais (trigo, milho e arroz), em tubérculos (batata) e em raízes (mandioca) [4]. Este polissacarídeo é formado por dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, com estrutura e funcionalidade diferentes. O amido, de fórmula molecular  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , é um candidato promissor à produção de polímeros biodegradáveis, como biofilmes, pois a amilose possui interessantes propriedades químicas, físicas e funcionais para formar géis e filmes [5]. Assim, a

batata, por ser uma das possíveis fontes de amido, ganha destaque, na qual 80% da massa dos seus carboidratos é amido, com proporção de 75-79% de amilopectina e 21-25% de amilose [6].

A batata é quarta fonte alimentar da humanidade, atrás apenas do arroz, trigo e do milho. Ademais, esta é muito importante para o Brasil pois apresenta potencial de rendimento e propriedades nutricionais fundamentais [4]. O total de batata produzido no país, por vezes, é muito superior ao consumido, o que acaba gerando, em épocas de safra, uma grande quantidade de resíduo orgânico. O desperdício causado pelas indústrias alimentícias é elevado e a geração destes resíduos se dá durante todo o processo, da escolha e seleção de matérias-primas às etapas de processamento. Os elementos residuais, compostos por cascas, caroços e sementes, são fontes de proteínas, fibras e óleos, e podem ser utilizados na elaboração de produtos com maior valor agregado [7].

No contexto da produção de filmes biodegradáveis, a técnica de *Casting* é muito empregada no âmbito laboratorial [5]. De acordo com a literatura [8,9], filmes flexíveis a partir de amido, casca de batata, entre outros, podem ser produzidos por *Casting*. Outro método bastante utilizado é a extrusão, com aplicação em escala industrial para, por exemplo, a fabricação de embalagens sintéticas convencionais de polietileno e polipropileno [5].

Dessa forma, tendo em vista o potencial dos polissacarídeos para a produção de polímeros biodegradáveis, neste trabalho serão desenvolvidos biofilmes a partir do amido, através da técnica de *Casting*. Com o intuito de reutilizar um resíduo orgânico, contribuindo para o meio ambiente, serão produzidos biofilmes a partir do amido extraído da casca da batata. Após a produção, os filmes serão submetidos a ensaios de análise de espessura, colorimetria, absorção água e de tração.

## Experimental

As cascas de batata foram lavadas em água corrente, para que fossem retiradas sujeiras e impurezas. Em seguida, foi realizada a obtenção do amido das cascas, através de um processo mecânico de moagem, filtração e decantação. O mesmo permaneceu em ambiente com temperatura controlada, de 60 °C, durante 24 h, para que a água evaporasse. As soluções foram preparadas utilizando-se 3 g de amido em 100 mL de água destilada. Com o intuito de fornecer flexibilidade aos biofilmes, foi adicionado o plastificante glicerol. Suas quantidades foram relativas à massa de amido, variando em 10%, 20% e 30%. A suspensão preparada foi aquecida a 85 °C em banho-maria por 3 minutos. Os filmes foram obtidos por *Casting*, em triplicata. Após o preparo das soluções, alíquotas de 30 mL da solução filmogênica foram distribuídas em placas de 25 cm x 18 cm e levadas à estufa, a 25 °C por 24 h. Após este período, as placas foram dispostas em dessecador por 24 h. A seguir, os filmes foram retirados das placas e submetidos às análises propostas.

### *Espessura do filme*

Foram realizadas três medições em pontos distintos e aleatórios utilizando um medidor de espessura, micrômetro, da marca Mainard e modelo M-73010.

### *Umidade*

Foi empregada a solução salina de cloreto de sódio, de acordo com a norma ASTM E 104-02 [10]. Esta solução possui umidade relativa de 75%, válida para temperatura controlada de 20 °C. Amostras de 2,0 cm x 2,5 cm foram recortadas e levadas à estufa a 60 °C, por 1 h. Logo, foram alocadas no dessecador por 24 h e, após a primeira pesagem, foram colocadas em recipientes, com a solução salina preparada. Os recipientes mantiveram-se na estufa, a 30 °C, durante todo o ensaio. A massa das amostras foi medida em um intervalo de 3 h, totalizando 5 medições. Este ensaio foi feito em triplicata e o cálculo da umidade dos filmes foi efetuado com base nas diferenças de massa.

### *Colorimetria e brilho*

Utilizando espectrofotômetro portátil BYK, analisaram-se todos os filmes de amido, em triplicata. Foram avaliadas as propriedades de brilho (*gloss*), luminosidade e coloração através dos parâmetros adimensionais “L”, “a” e “b”, em concordância com a norma ASTM D2244-15[11].

### Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

Segundo Chen et al. [9], a casca de batata é composta por amido, celulose, hemicelulose, lignina e outras impurezas. Em vista disso, uma forma de identificar a presença de determinados grupos funcionais, assim como a existência de fibras é mediante a técnica *FTIR*. As medidas foram realizadas via dispersão em KBr das amostras de fécula de batata e amido da casca de batata, em espectrofotômetro FTIR Perkin-Elmer Spectrum 1000. As leituras foram feitas por transmitância na faixa de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , em temperatura ambiente, respeitando a norma ASTM E 1252 [12].

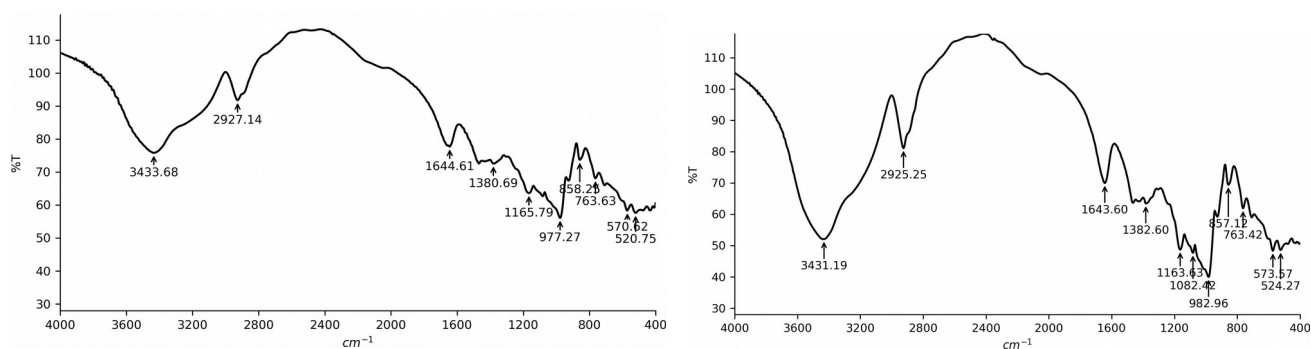
### Ensaio Mecânico de tração

A propriedade mecânica de resistência máxima à tração e deformação foi determinada de acordo com a norma ASTM D882-2012 [13]. Para cada formulação, foram recortados sete corpos de prova de 80 mm x 25 mm. Os mesmos foram armazenados a temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $55 \pm 5\%$  por pelo menos 24 h e então ensaiados em Máquina Universal de Ensaio Instron (Modelo 3367). A distância inicial de separação das garras foi de 25 mm, com velocidade de realização do ensaio de 20 mm/min e célula de carga com capacidade de 50 N.

## Resultados e Discussão

### Análise do Amido por FTIR

A análise de FTIR do amido da fécula e da casca de batata, vista na Fig. 1, revelou picos em torno de 3400  $\text{cm}^{-1}$  referente às hidroxilas do amido. Este pico é abundante em moléculas de celulose, hemicelulose e lignina, característico de uma fibra [14]. A maior amplitude apresentada pelo amido da casca de batata nesta banda indica uma maior concentração de fibra quando comparado à fécula. Bandas em torno de 2900  $\text{cm}^{-1}$  referem-se ao grupo C-H [9]. Próximo a 1650  $\text{cm}^{-1}$  ao estiramento C=O [14] e, junto de 1380  $\text{cm}^{-1}$  relacionadas a estruturas metálicas [15]. Os picos entre 1200–400  $\text{cm}^{-1}$  tem origem nas vibrações dos carboidratos, como mencionado por Mahecha [14].



**Figura 1.** FTIR da fécula de batata e do amido da casca de batata (da esquerda para direita).

### Propriedades físicas dos filmes

Na Fig. 2 é apresentada a imagem dos filmes de amido sem e com plastificante. Os filmes sem plastificante apresentaram-se quebradiços e, ao adicionar glicerol os mesmos tornaram-se flexíveis, facilitando o seu manuseio.



**Figura 2.** Imagem dos filmes de amido sem e com plastificante (da esquerda para a direita).

Assim como em Fakhouri e Soares [8,16], constatamos que a técnica de *Casting* se mostrou adequada para a elaboração de biofilmes a partir do amido, apresentando espessura média de 54 micras, conforme a Tabela 1. *Casting* promove a formação de materiais mais uniformes, transparentes e menos espessos quando comparados a outros processos, como extrusão.

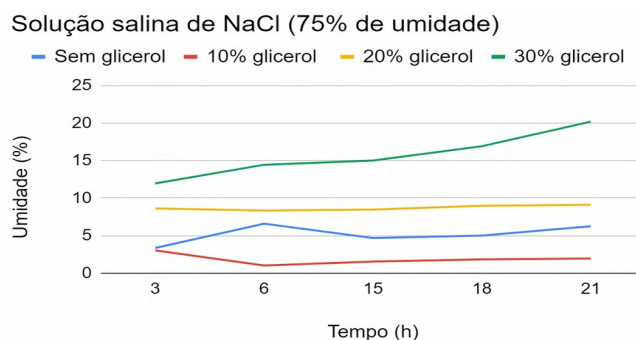
A cor, bem como a opacidade e o brilho podem ser influenciadas pelo processo de formação do filme e pela matéria prima utilizada. Neste trabalho, os filmes apresentaram coloração levemente esbranquiçada, em função da presença de amido, também verificado por Bertan [17]. Na Tabela 1, verifica-se que os filmes apresentaram elevados valores para  $L^* = 88,89$ , o que indica uma coloração clara, levemente esverdeado devido aos valores negativos para o parâmetro  $a^*$  e amarelados devido aos valores positivos de  $b^*$ , resultados igualmente relatados por Soares et al. [16].

**Tabela 1.** Espessura média e dados de colorimetria obtidos para os biofilmes de amido e glicerol.

Teor de glicerol (%)	Espessura (micras)	$G^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0	$53 \pm 5$	$27,16 \pm 0,84$	$91,98 \pm 0,03$	$-0,83 \pm 0,01$	$4,15 \pm 0,12$
10	$46 \pm 5$	$19,39 \pm 5,08$	$88,89 \pm 0,66$	$-0,39 \pm 0,05$	$8,91 \pm 0,41$
20	$56 \pm 5$	$19,11 \pm 6,82$	$89,63 \pm 0,41$	$-0,46 \pm 0,01$	$8,03 \pm 0,46$
30	$63 \pm 5$	$17,45 \pm 6,09$	$89,64 \pm 0,83$	$0,11 \pm 0,05$	$3,31 \pm 0,49$

Foi observada uma discreta e menor luminosidade nos filmes de amido plastificado. Isto indica uma maior transparência deste material quando comparada com o biofilme de amido puro. Esse fenômeno sugere que há uma menor cristalinidade do sistema, confirmando a eficiência da plastificação da matriz de amido pelo glicerol. Ao verificar o parâmetro  $G^*$ , constatou-se baixo brilho, também obtido por Mahecha [14], possivelmente devido ao fato de a textura superficial ser menos polida, em relação a outras matérias primas, e consequentemente menos brilhante.

Na Fig. 3 são apresentados os resultados do seguimento da umidade em função do tempo avaliado. É possível observar que os filmes tornaram-se mais hidrofílicos, conforme o aumento do teor de plastificante, também relatado por Matta et al. [18]. Devido a sua higroscopicidade, ao ter contato com a água, o glicerol favorece a absorção de umidade devido às suas hidroxilas. Além disso, o amido também contém grupos hidroxilas, favorecendo ainda mais a interação com a água.



**Figura 3.** Seguimento da umidade dos biofilmes com solução salina de NaCl.

### *Propriedades mecânicas dos filmes*

Estas propriedades são dependentes da interação matriz/plastificante, ou seja, da formação de ligações moleculares fortes ou numerosas entre as cadeias. Segundo Moraes [19], há uma grande compatibilidade entre a matriz polimérica do amido e as fibras, o que resulta em interações intermoleculares entre os componentes e uma melhoria das propriedades mecânicas. A casca de batata contém fibras (veja Fig. 1) que promovem um aumento da resistência à tração e redução da

deformação. A Tabela 2 mostra esse comportamento para os filmes com 10 e 20% de plastificante. Resultados semelhantes foram reportados por Mahecha [14] e Moraes [19].

**Tabela 2.** Propriedades mecânicas de biofilmes de amido.

Teor de glicerol (%)	Resistência à tração na ruptura (MPa)	Deformação (%)
0	10,90 ± 5,97	3,26 ± 1,10
10	11,50 ± 2,44	2,15 ± 0,75
20	11,91 ± 2,94	2,07 ± 0,86
30	8,77 ± 4,81	2,31 ± 0,71

Filmes com 30% de glicerol apresentaram menor resistência à tração, possivelmente porque a quantidade de fibras da casca de batata foi menor. Assim, o glicerol atuou na mobilidade das cadeias poliméricas, tornando o filme mais flexível porém, com forças de ligação menores o que consequentemente provocou uma diminuição da força na ruptura e aumento da deformação.

### Conclusões

O amido da casca de batata se mostrou adequado para o desenvolvimento de biofilmes, na qual obtiveram-se materiais flexíveis, uniformes, de cor e espessura interessantes, bem como maior resistência à tração daqueles filmes com algum teor de fibras. Além disso, este trabalho contribui para o meio ambiente, devido a não utilização de recursos não renováveis e por reutilizar um resíduo orgânico como matéria prima para a elaboração de filmes biodegradáveis.

### Agradecimentos

Agradeço ao Laboratório de Materiais Poliméricos, LAPOL, da UFRGS.

### Referências

1. V. Trinetta; K. State. *Biodegradable Packaging*. p. 1–2, 2016.
2. M. L. Picchio et al. *Food Hydrocolloids*, v. 84, n. April, p. 424–434, 2018.
3. H. Tian et al. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 120, p. 475–490, 2018.
4. D. A. Quadros et al. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, p. 316-323, 2009.
5. S.Mali; M.V.E. Grossmann; F. Yamashita. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n.1, p.137-156, 2010.
6. A. F. Fernandes, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, 2006.
7. T. T. Garmus et al. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 3, n. 3, p. 56-65, 2009.
8. F. M. Fakhouri et al. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.
9. D. Chen et al. *Carbohydrate Polymers*, n. 90, p. 709-716, 2012.
10. *American Society for Testing Materials. ASTM E104-02 Standard Practice for Maintaining Constant Relative Humidity by Means of Aqueous Solutions*, 5 p., 2002.
11. *American Society for Testing Materials. ASTM D2244 Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates*, 11 p., 2015.
12. *American Society for Testing Materials. ASTM E1252-98 Standard Practice for General Techniques for Obtaining Infrared Spectra for Qualitative Analysis*, 13 p., Reapproved 2013.
13. *American Society for Testing Materials. ASTM D882-12 Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*, 11 p., 2012.
14. M. M. A. Mahecha, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2009.
15. G. Z. Kyzas; E. A. Deliyanni; K. A. Matis. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 2016.
16. I. F. O. Soares et al. *Foco*. v. 5, n. 7, p. 79-98, 2014.
17. L. C. Bertan, Tese de Doutorado, Unicamp, 2008.
18. M. D. Matta et al. *Polímeros*, n. 1, v. 21, p. 67-72, 2011.
19. J. O. Moraes. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.