



---

# PREPARAÇÃO E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE FILMES FLEXÍVEIS A PARTIR DE AMIDO, CASCA DO MARACUJÁ E ARGILA

---

Talita Araújo Nascimento<sup>1</sup>, Carlos Wanderlei Piler de Carvalho<sup>2</sup>, Cristina Yoshie Takeiti<sup>2</sup>, Verônica Calado<sup>3</sup>

(1) Programa de Pós graduação de Ciência de Alimentos, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro; (2) CTAA, Embrapa Agroindústria de Alimentos; (3) Departamento de Eng. Bioquímica, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail de contato: talitaanasc@yahoo.com.br

**Projeto Componente:** PC3

**Plano de Ação:** PA2

---

## Resumo

Farinha do mesocarpo de maracujá (FMM) é um material de baixo custo porque é um coproduto do processamento industrial de sucos. O objetivo deste trabalho foi preparar filmes flexíveis deste material e caracterizar as suas propriedades. O uso de nanopartículas (NP) também foi investigado. Os filmes foram produzidos pela técnica de espalhamento. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o uso de FMM permite a preparação de filmes com propriedades semelhantes aos filmes de amido, assim como de outros biopolímeros encontrados na literatura, demonstrando, portanto, ter potencial para uso em alimentos e uma nova alternativa para minimizar o resíduo da indústria de sucos.

**Palavras-chave:** filme, maracujá, amido, montmorilonita

---

## Introdução

Plásticos sintéticos tradicionais derivados do petróleo são muito resistentes a degradação natural acumulando-se cada vez mais no meio ambiente e gerando poluição. Em geral, o aumento da população, a alta diversidade da produção industrial e o processo de consumo em torno do mundo têm gerado uma grande produção e acúmulo de resíduos em diversos setores industriais [1]. Um dos objetivos das indústrias de alimentos é encontrar formas de aproveitar os resíduos gerados, para que os mesmos possam ser revertidos em benefícios financeiros para a mesma e para minimizar ou até evitar impactos ambientais [2]. A produção de maracujá é expressiva no Brasil, sendo o produto de maior

importância econômica o suco concentrado [3]. A casca, a qual inclui o pericarpo de cor amarela e o mesocarpo de cor branca, resultante do processamento representa cerca de 90% dos resíduos gerados e é uma fonte de pectina (20% do peso seco). Por isto, objetivou-se preparar filmes flexíveis utilizando amido e farinha do mesocarpo do maracujá e investigar o efeito da adição de argila como nanopartícula, por meio de técnicas de caracterização.

---

## Materiais e métodos

Para o preparo da FMM, os frutos foram selecionados por tamanho, lavados em água corrente e as cascas (epicarpo, parte amarela)

removidas. Então, os frutos foram cortados ao meio para retirar as sementes e a polpa.

O mesocarpo resultante foi submergido em uma solução de 0,5% de ácido cítrico por 10 minutos, drenados e secos em secador a 60 °C por cerca de 18 h. Depois de secos foram submetidos à moagem em moinho granulador de facas-martelos equipado com peneira de abertura de 1mm. Para obtenção de uma farinha de granulometria mais fina, utilizou-se ainda uma peneira com abertura de 0,106mm.

Os filmes foram produzidos segundo a técnica de espalhamento (*casting*), a partir de soluções filmogênicas (SF) a 5,0% (p/p) de sólidos totais (amido mandioca e/ou FMM) adicionados de glicerol (30% p/p dos sólidos totais) com e sem adição de argila (0 ou 2,0% p/p sólidos totais), de acordo com um planejamento fatorial completo com dois níveis de duas variáveis e 3 réplicas no ponto central, resultando em um total de 7 experimentos. As SF foram desidratadas a 30°C por 48 h e os filmes resultantes foram acondicionados em umidade relativa do ar a 52,9% por seis dias. As análises realizadas nos filmes foram a termogravimetria (TGA), determinação da permeabilidade ao vapor de água (PVA) e do ângulo de contato.

Tab 1. Planejamento de experimentos

Ensaio	Teor de FMM (%)	Teor de NP (%)
1	0,0*	0
2	0,0*	2
3	5	0
4	5	2
5	2,5	1
6	2,5	1
7	2,5	1

\* corresponde a 5% de amido

## Resultados e discussão

A estabilidade térmica dos filmes foi estudada através de análise termogravimétrica (TGA). Para os filmes à base de amido, basicamente dois eventos térmicos foram observados. O primeiro ocorre imediatamente após o aumento da temperatura e termina antes de 100 °C, que se refere à eliminação da água e compostos de baixa massa molecular presentes na amostra por evaporação/desidratação. Parte desta água está contida nas moléculas de amido, devido à sua hidrofilicidade causada por ligações de hidrogênio formados por

grupamentos hidroxilas de unidades de glicose [4-6]. O segundo nível é a maior fase de decomposição do amido, o que corresponde à eliminação de grupamentos hidroxila, de decomposição e de despolimerização das cadeias de carbono. A degradação do filme de amido e do filme de amido adicionado de nanopartículas foram 164,05°C e 161,38°C, respectivamente. Situação semelhante pode ser considerado para os filmes produzidos com a FMM. Há perda de massa da temperatura ambiente até  $\approx 100^\circ\text{C}$  com liberação de moléculas de água formadas a partir da quebra de ligações OH presentes nas estruturas da pectina e dos aditivos, no primeiro estágio; no entanto, deve-se observar que a hemicelulose/pectina possui menor massa molar, o que poderia explicar a redução de suas cadeias de carbono na mais baixa temperatura, pelo menos até 230°C, o que pode ser atribuído à decomposição orgânica [7]. Não houve efeito da adição de NP nos termogramas. A quantidade de argila e do grau relativo de esfoliação pode ser responsável por este resultado. A quantidade de camadas de silicato esfoliadas pode não ter sido suficiente para alterar significativamente a estabilidade térmica. Em geral, a presença de argila não afeta a estabilidade térmica de filmes de amido plastificados [4]. Resultados semelhantes foram encontrados para a estabilidade térmica de filmes de amido de batata, a qual não foi significativamente afetada na presença de argila (2,5-7,0%) [8].

Os resultados dos valores do ângulo de contato variaram entre 34,8° e 84,3° e foram diferentes estatisticamente em relação a hidrofobicidade. O ângulo de contato para o filme de FMM foi muito menor (filme mais hidrofílico) quando comparada com o filme de amido, que pode ser atribuído a um maior número de sítios de afinidade com a água presentes nas fibras solúveis da FMM, reduzindo o ângulo de contato e aumentando a difusão de água na superfície do filme. A adição de argila, em nada contribuiu. Isto pode ter sido devido à possível dispersão ineficiente da argila no polímero. Quantidades crescentes de argila tendem a limitar a penetração da gota dentro do filme, resultando em uma redução da superfície de hidrofobicidade [9].

A PVA deste estudo variou de 0,30-0,35 g·mm·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup> kPa<sup>-1</sup> (Fig 1). Valores entre 0,16 a 0,37 foram encontrados para filmes de amido e de extrato protéico de soja [10] e valores entre 1,52 a 2,53 g·mm·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup> kPa<sup>-1</sup> para filmes de farinha de mandioca e proteína de soja produzidos por extrusão [11], utilizando o mesmo método de determinação deste estudo. Não houve diferença significativa

( $P > 0,05$ ) entre as formulações para a PVA dos filmes. Os nanocompósitos não apresentaram mudanças em relação à permeabilidade ao vapor de água quando comparados aos filmes não adicionados de argila, o que pode ser explicado por uma incompatibilidade entre os polímeros e a argila, impedindo uma boa dispersão e conseqüente formação de agregados que podem promover a difusividade do vapor de água, acelerando assim a transmissão do vapor de água [12].

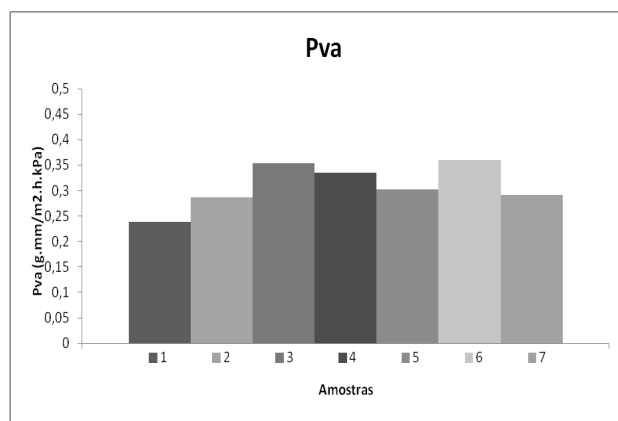


Fig 1. Gráfico da permeabilidade ao vapor de água dos filmes (PVA)

5. V. P. Cyras; M. C. T. Zenklusen; A. Vázquez. *J. Appl. Polym Sci*, 2006, 101, 4313–4319.
6. H. Liu; F. Xiea; L. Yua; L. Chena; L. Li. *Prog. Polym. Sc.*, 2009, 34, 1348–1368.
7. J. R. Andrade. MSc. Dissertations, Universidade de São Paulo, 2010.
8. C. Mausclaux; F. Gouanvé; E. Espuche. *J. Membrane Sci.* 2010, 363, 221-331.
9. S. Tunc; H. Angellier; Y. Cahyana; P. Chalier; N. Gontard; E. Gastaldi. *J. Membrane Sci.* 2006, 289, 159–168.
10. G. O. Rocha. MSc. Dissertations. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.
11. J. A. R. Ortiz. MSc. Dissertations. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.
12. H. M. Park; X. Li; C. Z. Jin; C. Y. Park; W. J. Cho; C. S. hA. *Macromol. Mater. Eng.* 2002, 287, 553-558.

## Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o uso de FMM permite a preparação de filmes com propriedades semelhantes aos filmes de amido, assim como de outros biopolímeros encontrados na literatura, demonstrando, portanto, ter potencial para uso em alimentos.

## Agradecimentos

CAPES, FAPERJ, FINEP, CNPQ, EMBRAPA.

## Referências

1. K. Arevalo; E. Aleman; G. Rojas; L. Morales; L. J. Galan. *New Biotechnol.* 2009, 25, 287-288.
2. R. S. Pena; D. M. S. Silva; N. B. Mendonça; M. D. C. Almeida. *Rev. Bras. Tecn. Agroind.* 2008, 2, 1-13.
3. M. L. Zeraik; J. H. Yariwake. *Microchem. J.* 2010, 96, 86-91.
4. H. M. Wilhelm; M. R. Sierakowski; G.P. Souza; F. Wypych. *Carbohydr. Polym.* 2003, 52, 101-110.