



---

# O EFEITO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA, ATIVIDADE DE ÁGUA, MOLHABILIDADE E SOLUBILIDADE EM ÁGUA EM FILMES DE AMIDO E POLPA DE ACEROLA

---

Mônica Guimarães Farias<sup>1\*</sup>, Carlos Wanderlei Piler de Carvalho<sup>2</sup>, Cristina Yoshie Takeiti<sup>2</sup>, José Luis Ramírez Ascheri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Ciência e tecnologia de Alimentos, UFRRJ, Seropédica/RJ

<sup>2</sup> Embrapa Agroindústria de Alimentos, 23020-470, Rio de Janeiro/RJ\*  
monica.gfarias@gmail.com

Projeto Componente: PC3

Plano de Ação: PA02

---

## Resumo

Filmes biodegradáveis comestíveis desenvolvidos a partir do amido de mandioca, glicerol e polpa de acerola liofilizada, pela técnica *casting* foram caracterizados quanto a PVA, atividade de água, ângulo de contato e solubilidade em água. Observou-se que o aumento do teor de polpa elevou a PVA até 60%, reduziu o ângulo de contato e a solubilidade, já a elevação do teor de glicerol reduziu a solubilidade e elevou a atividade de água enquanto que a interação entre polpa e glicerol reduziu a solubilidade e a atividade de água.

Palavras-chave: biodegradável, comestível, embalagem, casting, amido.

---

## Introdução

Em decorrência do impacto ambiental gerado pelo uso contínuo de material inerte oriundo exclusivamente de derivados de petróleo, houve o aumento de pesquisas visando o desenvolvimento de filmes a base de biopolímeros, pois estes se reincorporam mais rapidamente ao meio ambiente. Os filmes biodegradáveis comestíveis elaborados a base de biopolímeros podem ser consumidos juntamente com os alimentos, pois desempenham funções de suporte de nutrientes, conservação, melhoria das características nutricionais e sensoriais dos alimentos, elevando com isso a qualidade e validade comercial do alimento. Neste contexto, os polissacarídeos apresentam-se como alternativa, pois são capazes de formar matrizes poliméricas contínuas. Este estudo teve como objetivo desenvolver filmes de amido de mandioca e polpa de acerola pela técnica *casting* e caracterizar-los quanto as suas propriedades de permeabilidade ao vapor de água (PVA), atividade de água, ângulo de contato e solubilidade em água. Segundo a ASTM

E96-95 permeabilidade é a taxa de transmissão de vapor de água por unidade de área através do filme, de espessura conhecida, induzida por um gradiente de pressão entre duas superfícies específicas, de umidade relativa e temperatura especificada (ASTM, 1990).

A solubilidade terá uma ligação direta com os componentes estruturais do filme e interferirá na propriedade de barreira ao vapor de água nos filmes comestíveis. A obtenção de filmes com boas propriedades de barreira ao vapor de água, isto é, com baixa permeabilidade dentro de uma grande faixa de umidade relativa, implica na utilização de material insolúvel ou de pouca solubilidade em água, mas isto não desqualifica o filme, que dependerá do produto à ser aplicado.

O termo molhabilidade é definido como a manifestação macroscópica da interação molecular entre sólidos e líquidos em contato direto na interface entre eles. As forças coesivas do líquido tendem a formar uma gota esférica, já as forças adesivas entre o sólido e o líquido tendem a espalhar o líquido sobre o sólido, assim o ângulo de contato é

determinado pela competição entre estas duas forças. Segundo Bialopiotrowicz (2003) [1] é um teste importante em filmes de amido, pois estes são elaborados com o propósito de recobrimento de frutas, que são armazenadas em câmaras-frias com UR elevada, podendo sob tal condição absorver água, perdendo sua aplicabilidade.

A atividade de água define-se como a relação entre a pressão de vapor de um alimento dado em relação com a pressão do vapor de água pura à mesma temperatura e varia de 0 a 1. É um dos parâmetros mais importantes para a indústria de alimentos, pois desta pode-se explicar a estabilidade do produto pela determinação da disponibilidade de água existente em um determinado produto (água livre), visto que essa dissociação permite a previsão das condições da participação dessa água em reações químicas e enzimáticas ou do crescimento microbiano.

---

## Materiais e métodos

---

Os filmes foram elaborados segundo a técnica *casting* [2]. A solução filmogênica foi elaborada nas concentrações de amido de mandioca (4%); glicerol (15,86; 20; 30; 40 e 44,14 % (p/p)) e polpa de acerola liofilizada (34; 42; 60; 78 e 85,45 % (p/p)) em condições controladas de cisalhamento e temperatura em um viscoamiloógrafo Brabender (Duisburg, Alemanha). As soluções filmogênicas foram aquecidas sob constante agitação até 90°C por 10 minutos e resfriadas a 50°C. 41,7g de solução foram vertidas em placas *plexiglass* e depositados em câmara BOD (Hydrosan, Belo Horizonte, MG) com umidade relativa de 53% ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) e temperatura de 30°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) por 48 h. O filme foi removido manualmente das placas e condicionado em câmaras herméticas, sob vácuo, com umidade relativa do ar controlada por meio de uma solução saturada de  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  a 52,9%, onde o foram mantidos por 6 dias até equilíbrio.

A PVA foi determinada gravimetricamente a 25°C pelo método ASTM E96-80, com modificações. Os filmes foram aplicados em células de permeação com 50 mL de água destilada em seu interior. Estas células foram então acondicionadas em dessecadores contendo sílica gel azul e o conjunto foi armazenado em câmara tipo BOD a 25°C e monitorado através de pesagem durante sete dias em intervalos de 24 horas.

A determinação da atividade de água foi realizada por leitura direta utilizando-se um medidor de atividade de água AquaLab Lite (Decagon Devices Inc, Pullman, EUA), operando-se à 25°C. As amostras foram dimensionadas de forma circular, de 35 mm de diâmetro e espessura

variando de 0,121 a 0,158 mm, colocadas em cápsulas plástica do equipamento.

A determinação do ângulo de contato da gota com o filme foi realizada a temperatura ambiente, de acordo com a metodologia descrita por SILVA et al, (2007)[3], no sistema medidor de ângulo de contato CAM 101(KSV, Finlândia). O ângulo foi determinado pela média dos ângulos direito e esquerdo da gota no tempo trinta e seis 36s. Estes ângulos foram calculados automaticamente por meio de software. Foram realizadas medidas de ângulo do lado direito e esquerdo de três gotas. Amostras de 40 x 15 mm foram fixadas em uma lâmina de vidro por meio de fita adesiva dupla face, colocadas na base do aparelho. Uma gota de água de 0,1 mL foi colocada sobre a superfície da amostra com auxílio de uma seringa e a imagem da gota foi captada por uma câmera digital durante 40 s com intervalos de 1 segundo. Os valores do ângulo de contato representam a média dos ângulos das três repetições. A Solubilidade dos filmes em água foi determinada segundo Gontard (1992). Filmes com umidade determinada foram dimensionados com forma circular e diâmetro de 20 mm, então foram pesados e emergidos em béquer com 50 mL de água destilada e agitados lentamente em agitador Dubnoff por 24 horas a 25°C. Estes filmes foram removidos e secos em estufa a 105°C por 24 h. Após a secagem a fração de material não solúvel foi determinada por pesagem.

---

## Resultados e discussão

---

Com relação à PVA, a variável polpa foi significativa, nota-se que o aumento da concentração de polpa até o valor de 60% provoca o aumento da PVA e que a elevação além desse valor provoca um decréscimo da PVA até certo limite (Fig.1). Esse aumento pode ser explicado, pois o aumento da concentração de polpa provoca um aumento na espessura dos filmes, o que influencia a PVA dos mesmos. Sobral et al,(1999) [4], em filmes com gelatina, constatou que o aumento da espessura dos filmes provoca um aumento da PVA, da força na ruptura e na cor dos mesmos. A influência do aumento do PVA em relação ao aumento da espessura também foi verificado por Fakhouri [5] em filmes de amido e gelatina e ácido graxo e por Bertan [6] em filmes de gelatina e ácido láurico.

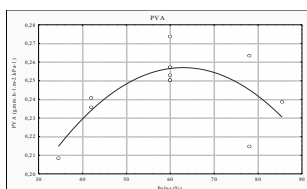


Fig.1 Gráfico da curva para PVA em função da concentração de polpa e glicerol

Similar resultado foi observado por Sothornvit et al. (2007) [7] com filmes elaborados com purê de manga (0,52). Entretanto, McHugh et al. (1996) [9] obtiveram menor valor de atividade de água, 0,43, em filmes de purê de pêsego, da mesma maneira que Kaya e Maskan (2003)[8] com filmes de amido de trigo e suco de uva (0,47). Possivelmente a maior atividade de água nos filmes de acerola e manga, em comparação aos filmes de pêsego e uva, pode ser atribuído ao elevado grau de maturação da acerola e da manga, já que estes últimos apresentaram maior teor de umidade característico de frutos maduros (MCHUGH et al., 1996).

Observa-se que o ângulo de contato da água com a superfície dos filmes aumentou à medida que houve a elevação da concentração de polpa, apresentando os valores variando entre 22,24 a 29,76°(Fig.2), valores inferiores aos filmes de acetato de celulose (54,3°) e aos filmes de polietileno (105,1°) (VAN OSS, 1994). Essa diferença possivelmente está relacionada à natureza hidrofílica dos filmes de amido e aditivos, visto que foi observada em todas as amostras uma rápida absorção de água (AVÉROUS et al., 2000) [10].

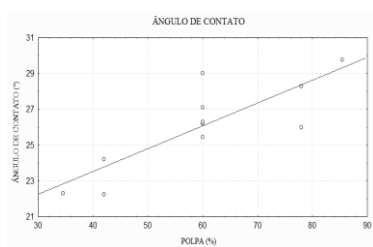


Fig.2 Gráfico linear para ângulo de contato em função do teor de polpa

Em relação à solubilidade, os filmes apresentaram uma variação de 16,82 a 52,96%. A variável polpa apresentou efeito significativo negativo, significando que quanto maior o teor de polpa menor a solubilidade, na variável glicerol o efeito significativo foi quadrático negativo, indicando que o teor de glicerol até certo valor ocasiona a elevação da solubilidade e que após esse valor o aumento provocará o decréscimo da mesma. A interação

entre as duas variáveis, teve efeito significativo negativo demonstrando que o aumento das duas simultaneamente, diminui a solubilidade (Fig.3).

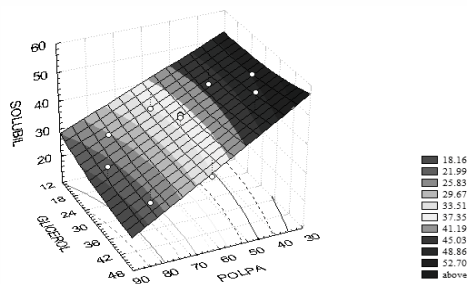


Fig.3. Representação gráfica da superfície de resposta do efeito do teor de glicerol na solubilidade de filmes de amido adicionados de acerola.

## Conclusões

Soluções mais concentradas em polpa promoveram filmes com maior PVA, ângulo de contato e atividade de água e menor solubilidade. A adição de glicerol por outro lado resultou no aumento da atividade de água dos filmes.

## Agradecimentos

CNPq, FAPERJ, EMBRAPA.

## Referências

1. Bialopiotrowicz, *Food Hydrocol.* 2003, 17, 141.
2. Gontard; S.Guilbert; J.I Cuq *J.Food Sci.* 1992, 57, 190.
3. A.Silva; J.Pereira; C.W.P.Carvalho; F.Q.Ferrua *Ciência Agrotécnica* 2007, 31, 154.
4. J. A Sobral *Ciência e Eng.* 1999, 8, 60.
5. F.M.Fakhouri, DSc.Theses, Universidade Estadual de Campinas,2009.
6. L.C.Bertan; P.S.Tanada-Palmu;A.C.C.Sian; C.R.F Grosso *Food Hydrocolloids* 2005, 19, 73.
7. T. Sothornvit, N.Pitak *Food Res. Int.* 2007, 40, 365.
8. H. Mchugh; C.C.Huxsoll; J.M Krochta *J. Food Sci.* 1996, 61, 88.
9. S. Kaya; A. Maskan *J. Food Eng.* 2003, 57, 295.
10. L. Avérou; C. Sfringant *Polymer Eng. Sci.* 2001.