



## FILMES BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO DE MILHO E QUITOSANA PARA APLICAÇÃO COMO EMBALAGEM ATIVA DE ALIMENTOS

Julia M. Frick<sup>1\*</sup>, Claudia L. Luchese<sup>1</sup>, Jordana C. Spada<sup>1</sup>, Liliane D. Pollo<sup>1</sup> e Isabel C. Tessaro<sup>1</sup>

1 - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS  
[juliamfrick@gmail.com](mailto:juliamfrick@gmail.com)

**Resumo:** Filmes biodegradáveis de amido de milho e quitosana foram fabricados com o intuito de avaliar as suas características como embalagens para alimentos. O amido é um polissacarídeo de reserva vegetal, presente em diversos vegetais, legumes, tubérculos e raízes, com baixo custo, boas propriedades filmogênicas e alta disponibilidade. A quitosana é um polímero natural, biodegradável, atóxico e com propriedades antimicrobianas; sua utilização visa melhorar as propriedades mecânicas dos filmes e conferir ação antimicrobiana, de modo a desenvolver uma embalagem ativa. Os filmes foram fabricados por *casting* e caracterizados em relação às suas propriedades mecânicas, de barreira ao vapor de água e propriedades antimicrobianas. Os resultados mostraram que a incorporação da quitosana aos filmes de amido de milho não promoveu modificações nas propriedades de barreira ao vapor de água e, em relação às propriedades mecânicas, diminuiu a rigidez dos filmes. Além disso, a ação antimicrobiana da quitosana também foi comprovada.

**Palavras-chave:** embalagem ativa, amido de milho, quitosana, biodegradabilidade, ação antimicrobiana.

### *Biodegradable corn starch-chitosan films for food packaging application*

**Abstract:** Biodegradable films of corn starch and chitosan were manufactured with the purpose of evaluating their characteristics as food packaging. Starch is a vegetable reserve polysaccharide, present in several vegetables, tubers and roots, with low cost, good filmogenic properties and high availability. Chitosan is a natural, biodegradable and non-toxic polymer with antimicrobial properties; the aim of its use is to improve the mechanical properties of the films and confer antimicrobial activity in order to develop an active packaging. The films were manufactured by casting and characterized in relation to their mechanical properties, water vapor barrier and antimicrobial properties. The results showed that the chitosan addition did not promote great influence on the water vapor barrier properties, but changed the mechanical properties of the films, decreasing film rigidity. The antimicrobial activity of the films has also been proven.

**Keywords:** active packaging, corn starch, chitosan, biodegradability, antimicrobial activity.

### Introdução

A população mundial vem crescendo em ritmo acelerado e, conseqüentemente, há um aumento significativo na produção de resíduos sólidos, o que gera grande impacto ambiental relacionado ao uso de embalagens. As embalagens mais utilizadas são de materiais poliméricos de origem petroquímica, as quais apresentam baixo custo e boas características funcionais, mas longos períodos de degradação [1].

Com o intuito de minimizar este problema, tem-se estudado a produção e o aperfeiçoamento de filmes poliméricos biodegradáveis produzidos a partir de fontes renováveis como uma alternativa sustentável frente aos filmes poliméricos de origem petroquímica.

O amido é um polissacarídeo de reserva vegetal, presente em diversos vegetais, legumes, tubérculos e raízes, que possui baixo custo, boas propriedades filmogênicas, além de alta disponibilidade, visto que a indústria de alimentos gera elevada quantidade de subprodutos [2, 3].

A quitosana é um polímero natural, biodegradável, atóxico e com propriedades antimicrobianas, obtido através da desacetilação da quitina, segundo biopolímero mais abundante na natureza depois da celulose e que está presente no exoesqueleto de crustáceos, como o caranguejo e o camarão [4, 5]; assim, também pode ser considerada um resíduo da indústria pesqueira. A utilização da quitosana surge com a finalidade de conferir ação antimicrobiana aos filmes à base de amido de milho, visando o desenvolvimento de uma embalagem ativa.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a caracterização de filmes à base de amido de milho, recobertos com quitosana, para aplicação como embalagem ativa de alimentos.

## Experimental

### *Materiais*

Na fabricação dos filmes foi utilizado amido de milho (grau farmacêutico) adquirido da empresa Delaware (Porto Alegre, RS, Brasil), glicerol de grau PA (Nuclear), quitosana comercial proveniente da casca de caranguejo, de alta viscosidade (Sigma-Aldrich), com grau de desacetilação superior a 75 % e ácido láctico P.A. (Synth).

### *Preparo dos filmes e caracterização*

Para a produção dos filmes, primeiramente foram preparadas as soluções filmogênicas contendo 4 g de amido de milho, 30 % de glicerol (em relação à massa de amido) e água até completar 400 g de solução, as quais foram mantidas em banho termostático a 90 °C, sob agitação mecânica durante 35 minutos, para promover a gelatinização do amido. Após o resfriamento das soluções a temperatura ambiente, estas foram espalhadas em placas de Petri na gramatura de 0,34 g/cm<sup>2</sup>. A secagem foi realizada em estufa com convecção de ar forçada na temperatura de 35 °C, durante 24 horas.

As soluções para o recobrimento dos filmes de amido foram preparadas com 0,5 g de quitosana em 100 mL de solução de ácido láctico 1 % (v/v) e deixadas sob agitação magnética por 24 h até completa solubilização da quitosana. O recobrimento foi realizado através do espalhamento de 5 mL da solução de quitosana sobre apenas um dos lados dos filmes de amido secos, os quais foram, novamente, colocados em estufa com convecção de ar forçada, na temperatura de 35 °C, durante 15 h.

Para fins de comparação dos resultados, foram fabricados e analisados filmes de amido de milho não recobertos (M4) e filmes de quitosana (sem adição de glicerol, na gramatura 0,34 g.cm<sup>-2</sup>), denominados QUI. Os filmes foram caracterizados em relação à espessura, propriedades mecânicas, permeabilidade ao vapor de água e atividade antimicrobiana. Estas caracterizações também foram realizadas para um filme comercial de PVC, para fins de comparação com um produto filmogênico atualmente comercializado, com o intuito de avaliar o potencial de aplicação do material desenvolvido.

As análises de espessura foram realizadas utilizando-se um micrômetro digital da marca Mitutoyo (Japão), tomando-se 6 pontos aleatórios para cada amostra, sendo realizada a média para três amostras. As propriedades mecânicas dos filmes foram avaliadas usando um equipamento analisador de textura modulado TA.XT Plus da marca Extralab, de acordo com a ASTM (American Society for Testing and Materials) método D882-12 [6]. A permeabilidade ao vapor de água foi medida utilizando células de permeação, avaliando-se o ganho de massa após 48 h em câmara com umidade controlada.

Para avaliar as propriedades antimicrobianas dos filmes de amido-quitosana desenvolvidos foi utilizada a técnica de *swab* de acordo com a ISO 4833-1:2013 [7]. A avaliação do crescimento

foi visual, observando-se o crescimento microbiano na superfície dos filmes após o período de incubação das amostras.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA) obtidos para os filmes de amido (M4), quitosana (QUI) e para os filmes recobertos (QM4), além de um filme comercial de PVC para comparação. Os filmes recobertos apresentam uma maior espessura, como pode ser observado. Em relação a permeabilidade ao vapor de água, observa-se que não houve diferença entre os filmes recobertos e não recobertos, podendo-se concluir que o recobrimento com quitosana não influenciou nessa característica de barreira. Este resultado pode ser um indício de defeitos no recobrimento, uma vez que o resultado da PVA do filme de quitosana (QUI) foi bem inferior.

Tabela 1- Resultados de espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes de amido de milho (M4), quitosana (QUI) e do filme recoberto (QM4), em comparação à um filme comercial de PVC.

Filme	Espessura (mm)	PVA ( $\text{g mm h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ kPa}^{-1}$ )
QUI	0,038 ± 0,008	0,06 ± 0,01
M4	0,148 ± 0,01	0,35 ± 0,02
QM4	0,156 ± 0,02	0,37 ± 0,02
Comercial - PVC	0,008 ± 0,001	0,03 ± 0,003

Comparando-se os resultados com o filme comercial de PVC, percebe-se que as espessuras dos filmes fabricados, assim como a PVA são superiores; entretanto, a propriedade de barreira ao vapor de água do filme de quitosana está na mesma ordem de grandeza do filme comercial de PVC. Sendo assim, acredita-se que a PVA do filme QM4 pode ser melhorada, aumentando o volume de solução utilizada e/ou modificando a técnica empregada para o recobrimento.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das propriedades mecânicas para os filmes M4, QM4 e PVC comercial. Observa-se que o filme recoberto (QM4) apresentou um menor percentual de alongação em relação ao filme de amido (M4), mas próximo ao do filme comercial de PVC, sendo considerado um resultado bastante positivo. Ainda, o recobrimento com quitosana diminuiu a rigidez do material, observado pela diminuição do valor do Módulo de Young. No entanto, a tensão de ruptura para ambos os filmes foi inferior ao do filme comercial.

Tabela 2 – Resultados de propriedades mecânicas para os filmes de amido de milho (M4), recoberto com quitosana (QM4) e comercial de PVC.

Filme	Elongação (%)	Módulo de Young (Mpa)	Tensão de Ruptura (Mpa)
M4	113 ± 10	120 ± 16	5,4 ± 0,3
QM4	70 ± 3	28 ± 3	2,3 ± 0,3
PVC - comercial	81 ± 2	45 ± 6	17,1 ± 0,7

Os resultados da análise antimicrobiana, conforme Fig.1, mostram que o filme de amido recoberto com quitosana não apresentou crescimento microbiano em sua superfície após o período

de incubação da análise, comprovando a ação antimicrobiana da quitosana. Este resultado permite atribuir ao filme formado uma possível aplicação como embalagem ativa.

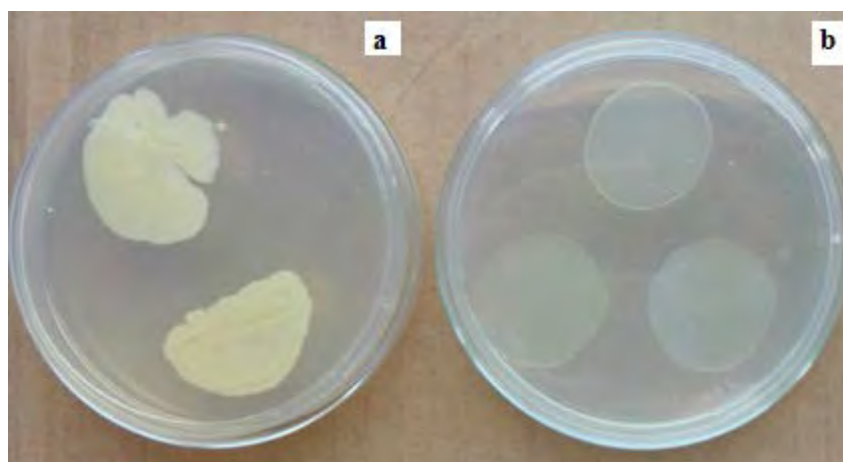


Figura 1 – Fotografia dos filmes após análise de atividade antimicrobiana: (a) filmes de amido de milho e (b) filmes de amido de milho recobertos com quitosana.

## Conclusão

A partir dos resultados obtidos, observou-se que a incorporação da quitosana aos filmes de amido de milho não promoveu modificações nas propriedades de barreira ao vapor de água, mas teve um efeito sobre as propriedades mecânicas, diminuindo a rigidez do material e também a alongação. Os filmes recobertos com quitosana apresentaram atividade antimicrobiana, mostrando potencial para o desenvolvimento de embalagens ativas para alimentos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro recebido da CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal para o Ensino Superior), do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e da FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul).

## Referências Bibliográficas

1. Malathi, A. N., Santhosh, K. S., & Udaykumar, N. *Curr. Trends Tech. Sci.*, 2014, 3(2), 73–79.
2. Li, H., Gao, X., Wang, Y., Zhang, X., & Tong, Z. *Int. J. Biol. Macromolec.*, 2013, 52(1), 275-279.
3. Mei, J., Yuan, Y., Wu, Y., & Li, Y. *Int. J. Biol. Macromolec.*, 2013, 57, 17–21.
4. Pillai, C. K. S., Paul, W., & Sharma, C. P. *Prog. Polym. Sci. (Oxford)*, 2009, 34(7), 641–678.
5. Rinaudo, M. *Prog. Polym. Sci.*, 2006, 31(7), 603–632.
6. ASTM - American Society for Testing and Materials - D882-12; Annual Book of ASTM Standards, ASTM: Philadelphia, 2012.
7. ISO – International Standard – 4833-1; ISO copyright office, Switzerland, 2013.