

BIODEGRADAÇÃO DE BIONANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Marília Marschall Sedosvki, Fabiane Mores, Marcia Bär Schuster.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação crescente com a segurança alimentar e a preservação ambiental tem impulsionado a busca por alternativas inovadoras no desenvolvimento de embalagens sustentáveis. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (“Impacto das embalagens no meio ambiente”, [S.d.]), cerca de um terço do lixo doméstico é composto por embalagens poliméricas não degradáveis, sendo que aproximadamente 80% destas são utilizadas apenas uma vez e na maioria das vezes descartadas de maneira inadequada, o que gera superlotações nos aterros e nos lixões. Nesse sentido, os plásticos biodegradáveis vêm se destacando como uma alternativa promissora às embalagens plásticas convencionais, pois degradam-se no meio ambiente e se transformam em subprodutos simples, sendo assim considerados sustentáveis e bons para o meio ambiente. Dessa forma, este trabalho desenvolveu embalagens ativas biodegradáveis que, além de prolongarem a vida útil dos produtos por meio da incorporação de agentes antimicrobianos na matriz polimérica, também contribuem para a redução do impacto ambiental, sendo avaliada sua degradação em água simulada do oceano.

DESENVOLVIMENTO

Foram desenvolvidos biofilmes através de *casting* de matriz de amido de mandioca e glicerol, como agente bioativo o ácido cinâmico (12 %(m/m)) e/ou como agente de reforço a nanossílica (0,5 %(m/m)). Todas as composições contêm 5 %(m/m) de amido em relação a quantidade de água e 20 %(m/m) de glicerol em relação a massa de amido.

A solução filmogênica com o amido de mandioca com ou sem a nanossílica foi aquecida a 60 (± 5) °C sob agitação constante em placa de agitação magnética e a seguir as formulações foram sonicadas (UP200Ht, Hielscher) durante 5 minutos. Na sequência foi adicionado o glicerol e o ácido cinâmico. Os sistemas foram aquecidos a 75 (± 5) °C durante 20 minutos com agitação constante em placa de agitação magnética. Após essa etapa, as misturas foram colocadas em placas de Petri de poliestireno e realizado o processo de secagem dos filmes em estufa a 40 °C por 24 horas.

Para a análise de degradabilidade, três amostras de cada filme com 2 cm x 2 cm, previamente secas (60 °C por 24 h) e pesadas, foram colocadas em placa Petri de vidro com 15 mL de água simulada de oceano, conforme a norma ASTM D1141 (ASTM, 2013). Após 30 dias de degradação foi avaliada a perda de massa e realizada a Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) (INVENIO-S, Bruker) por refletância total atenuada (ATR), com 64 aquisições e resolução de 4 cm⁻¹.

RESULTADOS

Todas as amostras ficaram com aparência deformada/enrugada após os 30 dias de degradação, Figura 1. Aliado a isso, através dos cálculos de perda de massa foi observado que os filmes com ácido cinâmico obtiveram a maior taxa de degradação, sendo 30,73 ($\pm 0,81$)% para o filme de nanossílica e ácido cinâmico e 20,56 ($\pm 1,17$)% para o filme de ácido cinâmico puro; e ainda 26,34 ($\pm 0,49$)% para o filme controle e 19,86 ($\pm 0,48$)% para o filme com nanossílica.

No espectrograma de FTIR da amostra antes da degradação foi verificado a presença de três bandas características do ácido cinâmico, sendo 1663 cm⁻¹ (estiramento da carbonila C=O), 1623 cm⁻¹ (estiramento C=C de alceno) e 1589 cm⁻¹ (C=C aromático), (TONG *et al.*, 2023),

(Figura 1), as quais não foram visualizadas após a degradação. Na amostra com ácido cinâmico e nanossílica, há uma banda larga entre 1665- 1609 cm^{-1} , não sendo possível ver as bandas referente ao ácido cinâmico. Dessa forma, temos que a adição do ácido cinâmico favoreceu a degradação dos filmes na água simulada de oceano, e que provavelmente ocorreu a dissolução deste componente no processo de degradação na água, apresentando superfície visualmente mais irregular/áspera em comparação aos outros sistemas, Figura 1. Outra observação relevante é a presença de uma nova banda na faixa de 1738-1742 cm^{-1} em todas as amostras após a degradação, sendo esse referente a banda da carbonila, usada como indicador da degradação (RABELLO; WHITE, 1997). Além desse, também foi verificado que em algumas amostras a banda entre 3200-3400 cm^{-1} diminuiu a altura, sendo este comportamento atrelado a lixiviação do glicerol (TORRES *et al.*).

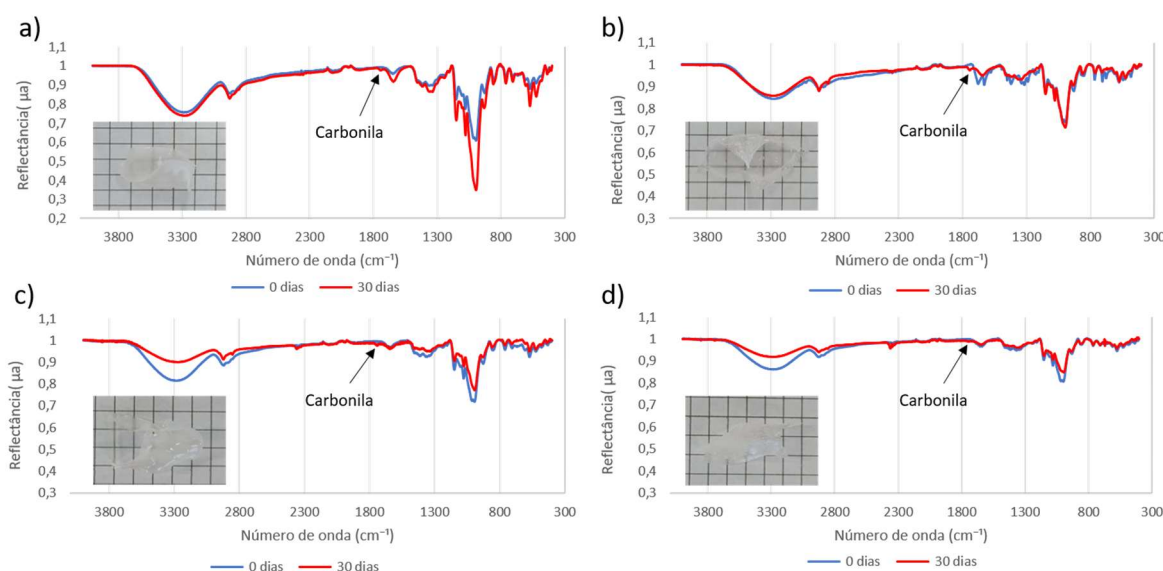
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os sistemas estudados tiveram perda de massa e a formação de grupos funcionais característicos de degradação, como a carbonila, no ensaio de degradação em água simulada de oceano, sendo que a presença do ácido cinâmico acelerou a degradação e o uso do agente de reforço de nanossílica puro dentro da matriz de amido diminuiu a velocidade de degradação.

Palavras-chave: biofilmes; água simulada de oceano; sustentabilidade; FTIR.

ILUSTRAÇÕES

Figura 1. FTIR das composições antes e após 30 dias e fotos das amostras de biofilmes após biodegradação em água simulada de oceano a) amido/controle; b) amido com ácido cinâmico; c) amido com nanossílica; d) amido com nanossílica e ácido cinâmico.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Impacto das embalagens no meio ambiente. Disponível em:

<<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo->

sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>. Acesso em: 27 mar. 2025.

TONG, Woei Yenn *et al.* Development of sodium alginate-pectin biodegradable active food packaging film containing cinnamic acid. *Chemosphere*, v. 336, p. 139212, 1 set. 2023.

RABELLO, M. S.; WHITE, J. R. Crystallization and melting behavior of photodegraded polypropylene – I. Chemi-crystallization. *Polymer*, v. 38, n. 26, p. 6379-6387, 1997.

TORRES, F. G.; TRONCOSO, O. P.; TORRES, C.; DÍAZ, D. A.; AMAYA, E. Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops. *International Journal of Biological Macromolecules* 48, 603–606, 2011.

DADOS CADASTRAIS

BOLISTA: Marília Marschall Sedosvki.

MODALIDADE DE BOLSA: VOLUNTÁRIO (IC)

VIGÊNCIA: 09/2024 a 08/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Marcia Bär Schuster.

CENTRO DE ENSINO: CEO

DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química. **ÁREAS**

DE CONHECIMENTO: Ciências Agrárias / Ciência e Tecnologia de Alimentos.

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Estudo de diferentes estratégias para obtenção de bionanocompósitos poliméricos multifuncionais a partir de proteína do soro do leite.

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: PVEO222-2024