

Avaliação da incorporação de halloysita modificada com óleo de copaíba em matriz de poli(ácido láctico) para obtenção de embalagens ativas

Evaluation of the incorporation of halloysite modified with copaiba oil in a poly(lactic acid) matrix to obtain active packaging

Luciana Neves Rodrigues

Bolsista PCI, Técnica em Química.

Anne Caroline da Silva Rocha

Bolsista PCI, Licenciada em Química, D. Sc.

Lívia Rodrigues de Menezes

Professora colaboradora, D. Sc.

Luiz Carlos Bertolino

Supervisor, Geólogo, D. Sc.

Resumo

Polímeros biodegradáveis, como o poli(ácido láctico) (PLA), são amplamente utilizados por sua degradação mais rápida, diminuindo impactos ambientais. Para melhorar suas propriedades e criar sistemas de embalagens ativas, diversas partículas têm sido incorporadas ao PLA. Com isso, compósitos poliméricos contendo halloysita e óleos essenciais apresentam-se como um tema relevante, devido principalmente às propriedades térmicas, mecânicas, elétricas e ópticas que podem apresentar. Assim, foram obtidos filmes compósitos poliméricos de PLA, a partir da técnica de casting com halloysita modificada com óleo de copaíba e sem modificação nas concentrações de 0,1%, 0,25% e 0,5%. Os sistemas foram caracterizados pelas técnicas de Difractometria de Raios X (DRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). No que tange os resultados obtidos na técnica de DRX, verifica-se que a halloysita favorece a cristalização do PLA, e nos resultados de MEV observa-se a formação de uma morfologia irregular com a adição da halloysita.

Palavras-chave: polímeros biodegradáveis; halloysita; óleo de copaíba; embalagens ativas.

Abstract

Biodegradable polymers, such as poly(lactic acid) (PLA), are widely used due to their faster degradation, reducing environmental impacts. To improve their properties and create active packaging systems, several particles have been incorporated into PLA. Therefore, polymer composites containing halloysite and essential oils are a relevant topic, mainly due to the thermal, mechanical, electrical and optical properties that they can present. Thus, polymer composite films of PLA were obtained from the casting technique with halloysite modified with copaiba oil and without modification at concentrations of 0.1%, 0.25% and 0.5%. The systems were characterized by X-ray Diffractometry (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM) techniques. Regarding the results obtained in the XRD technique, it is verified that halloysite favors the crystallization of PLA, and in the SEM results the formation of an irregular morphology is observed with the addition of halloysite.

Keywords: biodegradable polymers; halloysite; copaiba oil; active packaging.

1. Introdução

A demanda por alimentos de maior durabilidade para reduzir perdas econômicas, riscos à saúde e impactos ambientais tem impulsionado o uso de sistemas ativos de embalagens, que utilizam componentes bioativos para prolongar a vida útil dos produtos. Embalagens biodegradáveis utilizando polímeros, como o poli(ácido láctico) (PLA), são alternativas às convencionais, porém, apresentam limitações térmicas e mecânicas. No que tange a essas limitações, argilominerais como a halloysita são estudados devido às suas propriedades de alta resistência térmica e mecânica e propriedade de barreira associada a sua morfologia (Qingqing et al., 2021). Ainda, a incorporação de agentes ativos como os óleos essenciais (OEs), promovem propriedades antimicrobianas e antioxidantes que podem ser liberadas para a superfície do produto aumentando sua vida útil (Montes et al., 2013). Mediante a isto, compósitos poliméricos contendo halloysita e óleo de copaíba apresentam-se como um tema relevante, devido principalmente às propriedades térmicas, mecânicas, antioxidantes e ópticas que estes materiais podem apresentar.

2. Objetivos

Sintetizar um sistema ativo antioxidante de halloysita modificada com óleo de copaíba e dispersá-las em uma matriz polimérica de PLA, visando à obtenção de embalagens ativas alimentícias. A halloysita foi coletada no município de Paraíba do Sul/RJ, enquanto o óleo adquirido tem origem indígena, o que destaca o trabalho com foco em materiais regionais.

3. Material e Métodos

3.1. Materiais, Reagentes e Equipamentos

Halloysita (< 635 μ m); PLA 4340D da Nature Works; Clorofórmio P.A; Acetona P.A; Óleo de copaíba; Balança analítica; Placa agitadora; Sonicador de banho; Sonicador de ponteira; Liofilizador; Capela de exaustão e Ultrafreezer.

3.2. Métodos

3.2.1. Modificação da halloysita com óleo de copaíba

Pesou-se 2 g de halloysita e transferiu-se para um frasco Schott, acrescentando 50 mL de acetona P.A e uma barra magnética, submetendo-se à agitação por 30 min. Após, pesou-se 0,2 g de óleo de copaíba e agitou-se por mais 1 h. Em seguida, realizou-se a dispersão do sistema em ultrassom de banho 80W/30 min. O frasco foi vedado com papel alumínio com pequenos orifícios para completa evaporação da acetona por 5 dias. O sistema foi suspenso em 50 mL de água e posto no liofilizador para secagem.

3.2.2. Obtenção dos filmes poliméricos

Preparou-se os sistemas pela técnica de solvent casting. Para tal, adicionou-se as partículas de halloysita modificada (Hallo M) nas concentrações de 0,1%, 0,25% e 0,5% em 30 mL de clorofórmio P.A, submetendo-as em dispersões de ultrassom respectivamente: banho 80W/30 min e ponteira 60W/60 s. Em seguida, adicionou-se 1,5 g de PLA ao sistema e submeteu-se a agitação magnética à temperatura ambiente por 60

min até a total solubilização do polímero. Após, verteu-se as soluções filmogênicas em placas de Petri e vedou-se com filme plástico de PVC por 168 h em capela à temperatura ambiente. Repetiu-se o procedimento com a halloysita sem modificação (Hallo).

4. Resultados e Discussão

4.1. Difratomia de Raios X (DRX)

A partir dos resultados obtidos nos difratogramas de DRX, Figura 1, verifica-se que a adição da halloysita em ambas as concentrações favorece a cristalização do PLA. Na concentração 0,1% observa-se que após a modificação com o óleo de copaíba não se verifica picos cristalinos o que pode ser um indício de uma melhor dispersão.

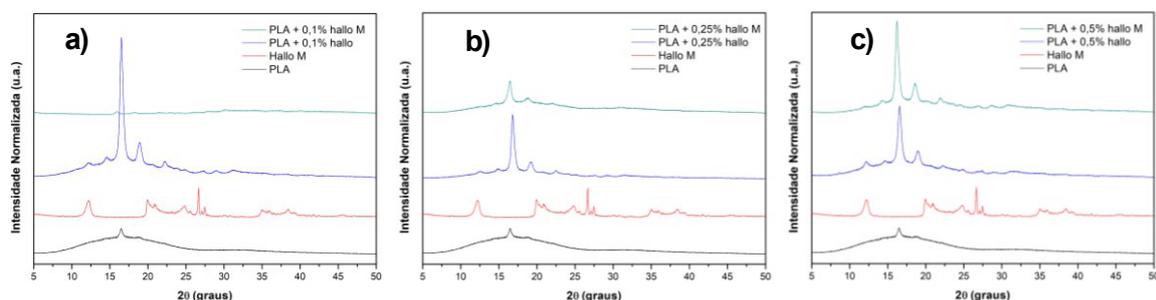


Figura 1: Difratomias de DRX dos sistemas compósitos nas seguintes concentrações: (a) 0,1% (b) 0,25% (c) 0,5%.

4.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

No que tange aos resultados obtidos nas microscopias, Figura 2, observa-se que a adição da halloysita modificada ocasiona regiões de possíveis deslocamentos da halloysita podendo ser um indício de aglomeração do material. A diferença de rugosidade de superfície encontrada pode estar relacionada ao processo de secagem ou excesso de cristalização.

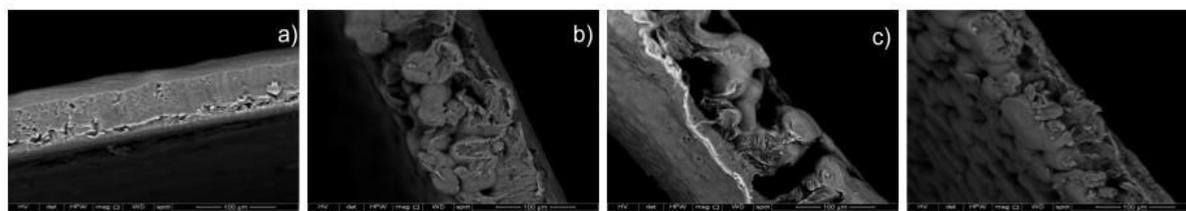


Figura 2: Imagens obtidas no MEV dos sistemas contendo PLA e halloysita modificada nas concentrações, (a) PLA puro, (b) PLA + 0,1% Halo M, (c) PLA + 0,25% Halo M, (d) PLA + 0,5% Halo M.

4. Conclusão

Mediante os resultados obtidos, conclui-se que a adição de halloysita modificada com o óleo de copaíba na matriz de PLA oferece um caminho promissor para o desenvolvimento de embalagens ativas biodegradáveis, sendo uma alternativa viável e sustentável para minimizar os impactos ambientais dos resíduos de embalagens alimentícias.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao CETEM e ao Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA) pela infraestrutura cedida para realização do projeto e ao CNPq pela bolsa concedida.

6. Referências Bibliográficas

LI, Q.; REN, T.; PERKINS, P.; HU, X.; WANG, X.. Applications of halloysite nanotubes in food packaging for improving film performance and food preservation. **Food Control**, 124, Elsevier Ltd. 2021. 107876.

MONTES, S.; NETA, L.; CRUZ, R. Óleos essenciais em embalagens para alimentos - Revisão de literatura de 2000 a 2012. IFRJ, **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**. v. 5. n. ½. p. 11. 2013.