



Desenvolvimento de Filme Polimérico de Quitosana e PVA com Partículas de Óxido de Zinco para Aplicações Antimicrobianas

Mariana S. Almada^{1*} (G), Amanda D. de Oliveira^{2*} (G), Priscila P. S. Caldeira³ (PQ), Fernanda Badotti⁴ (PQ)

¹marisilvalmada@gmail.com*; ²amadamascono@hotmail.com*; ³priscila@cefetmg.br; ⁴fbadotti@cefetmg.br.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

RESUMO

A presença de mofo em roupas é um problema comum, incentivando a busca por soluções menos agressivas que produtos químicos convencionais. Para isso, neste trabalho partículas de óxido de zinco (ZnO), que apresentam potencial antifúngico, foram incorporadas em diferentes concentrações a filmes poliméricos de quitosana e PVA, visando avaliar sua ação antifúngica em tecidos. As partículas metálicas foram analisadas por UV Sólido, Potencial Zeta e Tamanho de Partícula, já os filmes por espectroscopia no infravermelho. A atividade antifúngica foi avaliada com fungos do ar, isolados de placas expostas ao ambiente, com teste de halo de inibição. Os filmes não mostraram ação antifúngica, mas as análises físico-químicas confirmaram o êxito na síntese de ZnO e que as propriedades funcionais dos polímeros não foram alteradas após a incorporação. Novos filmes com maiores concentrações de partículas de ZnO estão sendo testados para aprimorar a eficácia antimicrobiana nesta e outras aplicações.

Palavras-chave: Antifúngico, Óxido de zinco (ZnO), Filme polimérico, Mofo, Tecido.

Introdução

A proliferação de mofo em roupas representa um problema recorrente, especialmente em ambientes úmidos e mal ventilados, afetando tanto a durabilidade dos tecidos quanto a saúde humana. Métodos convencionais, como o uso de hipoclorito de sódio, são eficazes, mas agressivos aos materiais e ao meio ambiente, o que impulsiona a busca por alternativas sustentáveis.

Neste cenário, destacam-se as nanopartículas de óxido de zinco (ZnO) como uma alternativa promissora devido às suas propriedades antifúngicas e antibacterianas, sendo então aplicáveis em superfícies, embalagens e tecidos, aliada à facilidade de síntese por métodos escaláveis, como o método poliol (1)(2). As partículas de ZnO atuam por múltiplos mecanismos, incluindo liberação de íons Zn^{2+} , que promove a geração de espécies reativas de oxigênio e causam danos à membrana celular de microrganismos.(3)

Neste projeto, propôs-se a síntese e incorporação de partículas de ZnO em filmes poliméricos de quitosana e PVA, com o objetivo de desenvolver um material com potencial antifúngico para uso em tecidos. Os filmes foram caracterizados por IV e as partículas por UV sólido, análise de Potencial Zeta, tamanho de partícula e foram realizados testes microbiológicos com microrganismos coletados do ar, a fim de verificar a atividade antifúngica dos materiais desenvolvidos. Espera-se que essa abordagem contribua para a criação de produtos alternativos para limpeza e proteção de tecidos, promovendo benefícios ambientais e funcionais, além de avanços nas áreas de microbiologia e ciência dos materiais

Experimental

Síntese das partículas de ZnO

As partículas de ZnO foram obtidas pelo método poliol, utilizando 50 ml de monoetilenoglicol como solvente e 4,38 g de acetato de

zinco di-hidratado como precursor. A síntese foi conduzida em balão de fundo redondo de 250 mL com condensador de refluxo, sob agitação vigorosa e aquecimento em banho de glicerina a 205 °C. Após a solubilização do sal, adicionou-se 0,5 mL de água destilada, e foram mantidas as condições por 210 minutos. O sistema foi então resfriado naturalmente. As partículas foram suspensas em 154,5 mL de acetona em proporção de 1:3 e centrifugadas a 4000 rpm três vezes por 20 min. O material foi seco em estufa a 60 °C por 18 h.(1)

Elaboração dos filmes

Foi medida a massa de 0,48 g de partículas de ZnO e estas foram incorporadas a 27 mL de uma solução de Quitosana 1% (m/v) elaborada com ácido acético 1% (v/v), bem como foi adicionado 0,961 g de PVA em pó. Essa mistura originou uma solução com ZnO a 16% (m/m) em relação a massa de polímero, que foi diluída para chegar às concentrações de 1, 2, 5, 8 e 14%. Após, foram vertidos 40 mL destes preparados em placas de petri de 90 mm de diâmetro, foi feita triplicata para 0, 1 e 2% e duplicata para os demais. As placas foram secadas em estufa por 72h à 59 °C. Após, os filmes foram retirados das placas com auxílio de espátula.(2)

Caracterizações

Para caracterizar as partículas de ZnO sintetizadas foi realizadas análises por UV sólido, Potencial Zeta e Tamanho de Partícula e os filmes poliméricos por Espectroscopia no Infravermelho (FTIR).

Teste microbiológico

Duas placas de Petri com ágar batata, em duplicata, foram expostas ao ambiente interno e externo para coleta passiva de esporos fúngicos, sendo posteriormente incubadas a 28 °C por 5 dias. Após



o crescimento, doze colônias predominantes foram isoladas e transferidas para novas placas contendo o mesmo meio de cultura. Fragmentos dos filmes poliméricos com 0%, 1% e 2% de partículas de ZnO foram posicionados ao redor das colônias e incubados novamente por 5 dias a 28 °C. A presença ou ausência de halos de inibição ao redor dos filmes foi utilizada como indicativo de atividade antifúngica.

Resultados e Discussão

Síntese das partículas de ZnO e elaboração dos filmes

As partículas sintetizadas resultaram em pequenos aglomerados bege após secarem, totalizando 0,655 g. Os filmes, Figura 1, apresentaram coloração transparente amarelada e espessura e maleabilidade suficiente para não serem muito frágeis à quebra. Foi observado que os filmes com menor concentração de ZnO continham mais bolhas e imperfeições e suas espessuras eram mais finas, já as de maiores concentrações foram as mais difíceis de remover das placas de petri.

Figura 1. Filmes com 0%



Caracterizações

Os espectros de FTIR permitiram concluir que não houve mudanças nas propriedades estruturais dos polímeros após a incorporação.(5) No espectro de UV sólido, foi obtido uma banda na faixa 370-380 nm, indicando que o ZnO foi obtido com sucesso.(6) O valor de Potencial Zeta de -21,4 indica um potencial de atração as substâncias de carga positiva, o que pode justificar a boa incorporação das partículas de ZnO na quitosana que é um polímero catiônico.(7) Por fim, para o tamanho de partícula foi obtido 3234 nm, sendo assim, as partículas de ZnO obtidas podem ser classificadas como micropartículas, mas o elevado valor de PDI de 0,8734 pode indicar uma certa heterogeneidade no tamanho das partículas.(7)

Teste microbiológico

Os testes microbiológicos representados na Figura 2, não apresentaram halos de inibição fúngica para as concentrações de ZnO avaliadas (0%, 1% e 2%), sugerindo ausência de atividade antifúngica nas condições testadas. Possíveis fatores para esse resultado são a forma de inoculação, que causou enrugamento dos filmes no meio de cultura, e a concentração de ZnO possivelmente insuficiente para inibir o crescimento fúngico, visto a complexidade estrutural dos fungos.

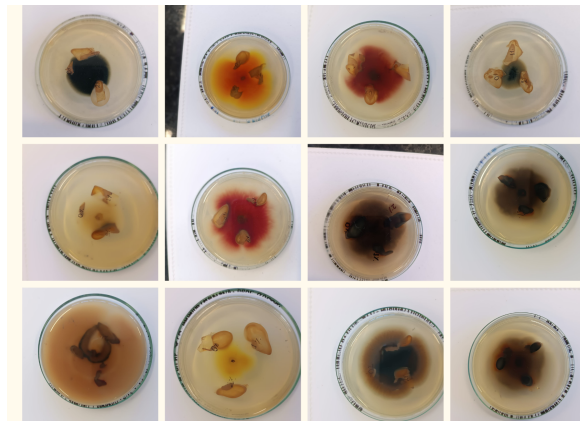


Figura 2. Inóculos das colônias com aplicação dos filmes

Conclusões

Os filmes poliméricos produzidos de Quitosana e PVA com partículas de ZnO incorporadas apresentaram síntese e caracterização físico-química satisfatórias, obtendo ZnO e mantendo estável a estrutura dos polímeros após a incorporação das partículas. Os filmes desenvolvidos não demonstraram atividade antifúngica nas condições testadas, mas seu potencial para aplicações futuras estão em andamento com testes com concentrações mais elevadas de ZnO (5, 8 e 14%) e também investigação da atividade antibacteriana, visando outras aplicações como em embalagens de alimentos.

Agradecimentos

Agradecemos ao CEFET-MG, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio de espaço físico e financeiro para desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- Porto, R.C.T.; Uchôa, P.Z.; Peschel, L.T.; Justi, B.; KOSLOWSKI, L.A.D.; NOGUEIRA, A.L. *Matéria* (Rio J.), 22. **2017**.
- Capelezzo, A. P., Mohr, L. C., Dalcanton, F., Barreta, C. R. D. M., Martins, M. A. P. M., Fiori, M. A., & Mello, J. M. M. *Química Nova*, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 367–374, **2018**.
- JIN, S.-E.; JIN, H.-E. *Nanomaterials* **2021**, 11(2), 263.
- LIANG, J. *et al.*. *Ceramics International*, **2021**.
- PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S. *Introduction to spectroscopy*. 3rd ed. Belmont: Thomson Learning, **2001**.
- CHAUDHARI, G. R., *et al.* *Materials Science in Semiconductor Processing*, **2014**.
- Silva, A. C., Oliveira, L. C., & Zarbin, A. J. G. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 471–479, **2007**.