

FILME DE QUITOSANA E NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE MAGNÉSIO PARA BANDAGENS E EMBALAGENS

HENRIQUE DA PAZ CONCEIÇÃO¹; **ISADORA ATRIB GARCIA**²; **ALINE JOANA ROLINA WOHLMUTH ALVES DOS SANTOS**³

¹*Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Bacharelado em Farmácia – henriquepcon@gmail.com*

²*UFPel, Programa de Pós-Graduação em Química - PPGQ – atribisadora@gmail.com*

³*UFPel, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos - CCQFA – alinejoana@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A área da nanotecnologia é um campo da ciência que combina síntese e caracterização de partículas em nanoescala (1 a 100 nm) e sua aplicação no ramo da tecnologia (ALI *et al.*, 2023). Nanopartículas de alguns óxidos metálicos, a exemplo de nanopartículas de óxido de magnésio (NMgO), possuem características como atoxicidade, biocompatibilidade e aplicações, com destaque na área da biomedicina. Destacam-se, ainda, suas características físico-químicas notáveis como bom caráter iônico, área superficial substancial, estruturas cristalinas diversas e vacâncias de oxigênio. (GATOU *et al.*, 2024).

Na biomedicina, as NMgO têm sido empregadas para alívio estomacal e regeneração óssea, no entanto suas aplicações se expandem para: engenharia de tecidos, bioimagem, administração de medicamentos, revestimento de cápsulas e band-aids. Além disso, essas nanopartículas têm apresentado potenciais antibacterianos, fungicidas, anticancerígenos, antioxidantes e antidiabéticos. (GATOU *et al.*, 2024). Polímeros, como a quitosana, podem ser utilizados como suporte ao óxido metálico, em aplicações de revestimento, embalagens e bandagens. A quitosana possui diversas propriedades biológicas como: antibacterianas, antifúngicas, antiinflamatórias e antioxidantes. (KRISHNAN *et al.*, 2020). Desta forma, o suporte de NMgO em quitosana pode evidenciar efeito sinérgico de seus constituintes, na melhoria, das características dos materiais híbridos resultantes, tanto em seus aspectos físico-químicos quanto biológicos. (SUKUMARAN *et al.*, 2021).

Com base nestas informações, o presente trabalho tem como objetivo sintetizar e caracterizar nanopartículas de óxido de magnésio e utilizá-las como componentes na obtenção de filme de quitosana, vislumbrando potenciais aplicações como biomaterial com propriedades biológicas de interesse em áreas como medicina, farmacologia, alimentícia e agricultura.

2. METODOLOGIA

A síntese das nanopartículas de óxido de magnésio (NMgO) foi adaptada de AHMAD, MOBIN (2019) e realizada no Laboratório de Sólidos Inorgânicos (LASIR). Os reagentes de partida utilizados foram soluções de cloreto de magnésio hexahidratado ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e polietilenoglicol (PEG) 300, obtidos comercialmente. A reação de síntese ocorreu em sistema de refluxo, à 90° C, durante 2 h. O produto resultante, carbonato de magnésio ($MgCO_3$) foi lavado com água destilada e centrifugado por 15 minutos,

3 vezes, à 1500 rpm. O material foi seco à 60° C por 24 h. O MgCO₃ foi convertido em óxido de magnésio (MgO) após calcinação em mufla à 550° C, por 3 h, em cadiños previamente tarados. Um pó branco foi obtido como produto final. A caracterização de NMgO foi feita por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em Microscópio Jeol JSM - 6610LV, acoplado à sonda de para determinação de Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).

A quitosana utilizada para a confecção de dois filmes foi sintetizada no LASIR, a partir de cascas de camarão da Colônia Z3 de Pelotas-RS (BLANK *et al.*, 2022). Os filmes são híbridos de quitosana/gelatina/NMgO e sua obtenção foi adaptada de BLANK (2024). Foram solubilizadas 0,0250 g de quitosana em 10 mL solução aquosa de ácido acético 0,25%, foi adicionado 0,0125 g de gelatina solubilizada em 10 mL de solução aquosa de ácido acético 0,25%, sendo que este procedimento foi realizado em duplicata. Após 24 horas, em agitação magnética, a cada solução filmogênica, adicionou-se 0,0063 g e 0,0125g de NMgO. As soluções foram mantidas em agitação magnética por 24 h. Após, cada solução foi vertida em placa de petri, colocada em descanso em dessecador por 72 horas e, na sequência foram submetidas à secagem em estufa, 40° C, por 48 h, obtendo-se assim, os filmes F1 e F2, respectivamente. O filme F1 e seus precursores foram caracterizados por Espectroscopia de Infravermelho (IV) em espectrofotômetro Shimadzu IRPresige-21.

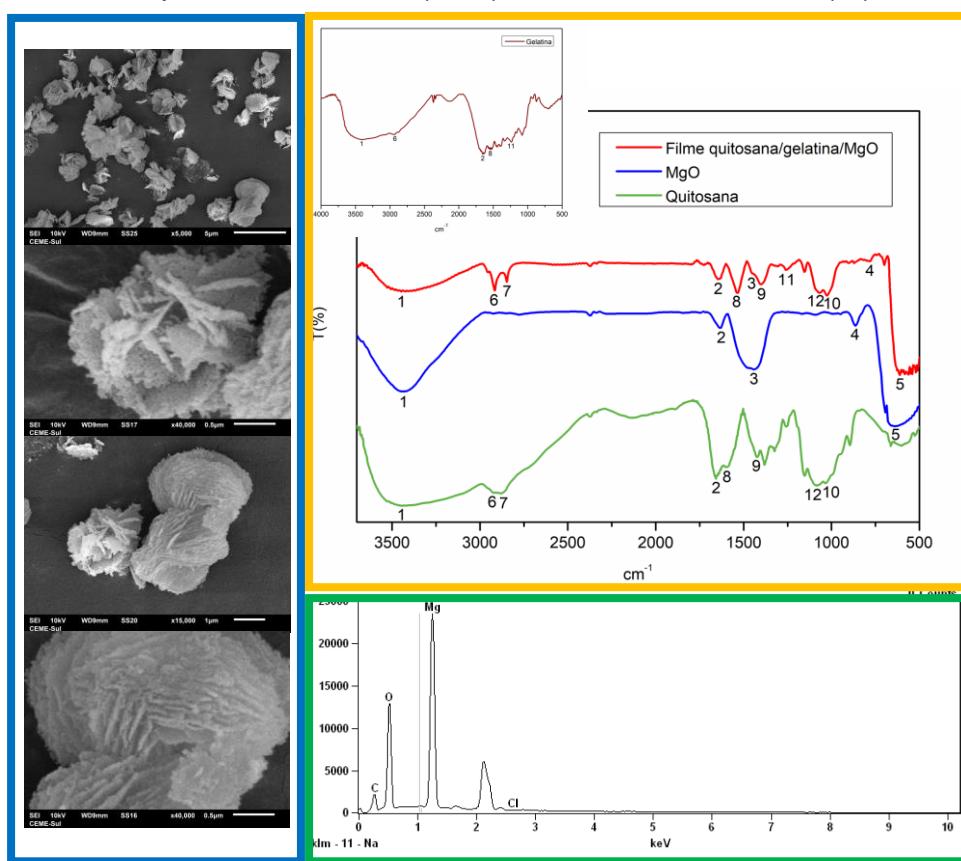
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento, calculado com base no magnésio, na etapa intermediária de formação do MgCO₃ foi de 93,75%; enquanto a formação do NMgO obteve rendimento de 91%; o rendimento global da síntese de NMgO foi de 85,31%.

Foi possível observar pelas micrografias (Figura 1) que a superfície de NMgO se mostrou lamelar, diferindo de certa forma do artigo de referência (AHMAD, MOBIN, 2019), cujas estruturas foram caracterizadas como nanoflores. No espectro de EDS desse óxido, realizado em micrografia de 40.000x (0,5 μm), foi possível identificar, de forma semi-quantitativa: carbono (8,42%), oxigênio (37,85%) e magnésio (53,57%). Em relação aos espectros de IV (Figura 1), para o filme F1 foram observadas as bandas referentes aos precursores quitosana, gelatina e óxido de magnésio, sendo a banda (1) do filme, em 3446 cm⁻¹ caracterizada como estiramento ν[-N-H] da gelatina (YANG *et al.*, 2010) sobreposto ao ν[-OH / ν -N-H] da quitosana ((JAYANTHI, MUTHUKRISHNAN, 2023) e ν[-OH] do NMgO (YANG *et al.*, 2010; JAYANTHI, MUTHUKRISHNAN, 2023; SILVA *et al.*, 2022). As bandas (6) e (7) do filme F1 em 2916 cm⁻¹ e 2846 cm⁻¹ representam ν[-C-H] alifáticos presentes na gelatina e na quitosana (EL KNIDRI *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2010). A banda (2) em 1645 cm⁻¹ foi caracterizada como ν[-C=O] da gelatina e da quitosana, sobreposta ao ν[-OH] do NMgO (YANG *et al.*, 2010; GARCIA, 2025; EL KNIDRI *et al.*, 2016; MAHMOUD, EL-MOLLA, SAIF, 2013). A banda (8) de δ[-N-H] em 1535 cm⁻¹ mostrou deslocamento para menor número de onda em F1, quando comparada aos espectros dos componentes individuais, indicando a possibilidade de interações de [-N-H] de amida II da gelatina e da quitosana com NMgO (YANG *et al.*, 2010; GARCIA, 2025; EL KNIDRI *et al.*, 2016). A banda (3) em 1446 cm⁻¹ foi caracterizada em F1 como ν[Mg-O] e δ[Mg-O-Mg] do NMgO (MAHMOUD, EL-

MOLLA, SAIF, 2013), sendo evidenciada em sobreposição à banda (9) em 1400 cm^{-1} que foi caracterizada como $\delta[\text{CH}_3/\text{CH}_2]$ da quitosana, (EL KNIDRI *et al.*, 2016). A banda (11) em 1259 cm^{-1} em F1 foi caracterizada como $\delta[-\text{N}-\text{H}]$ de amida III da gelatina, mantendo o mesmo padrão observado no espectro para o referido precursor (YANG *et al.*, 2010). As bandas (12) e (10) em 1066 cm^{-1} e 1026 cm^{-1} de F1 foram caracterizadas como sendo $\nu[-\text{C}-\text{O}-\text{C}-]$ da quitosana (EL KNIDRI *et al.*, 2016). A banda (4) em 779 cm^{-1} e a banda (5) em 611 cm^{-1} foram caracterizadas como $\nu[\text{Mg}-\text{O}]$ do NMgO no filme, destaca-se que a banda (4) em F1 mostrou deslocamento para menor número de onda, o que pode indicar forte interação desse grupamento na formação de filme (GEBREANENIYA, BERHE, TEKLU, 2024; SILVA *et al.*, 2022).

Figura 1 – Micrografias de NMgO - 5.000x (5 μm), 15.000x (1 μm) e 40.000x (0,5 μm). Espectro de EDS de MgO - Intensidade (cps-eV⁻¹) versus energia (keV). Espectros de IV de F1 e seus precursores de NMgO, gelatina e quitosana – Comprimento de onda (cm^{-1}) versus Transmittância (%).



4. CONCLUSÕES

A síntese de nanopartículas de óxido de magnésio foi efetuada com sucesso e bom rendimento, caracterizado por MEV, EDS e IV. Os filmes F1 e F2 de quitosana, gelatina e nanopartículas de óxido de magnésio foram obtidos com perspectiva de avaliação futura como bandagem e/ou embalagem com potencial ação antimicrobiana.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, K.; MOBIN, S. M. High surface area 3D-MgO flowers as the modifier for the working electrode for efficient detection of 4-chlorophenol. **Nanoscale Advances**, v. 1, p. 719-727, 2019.
- ALI, S. *et al.* Green Synthesis of Magnesium Oxide Nanoparticles by Using Abrus precatorius Bark Extract and Their Photocatalytic, Antioxidant, Antibacterial, and Cytotoxicity Activities. **Bioengineering**, v. 10, n. 302, 2023.
- BLANK, H. T. *et al.* Reaproveitamento de resíduos de pesca para síntese de quitosana com uso de metodologias diversas e aplicação de princípios da química verde. **Energias renováveis e valorização de resíduos: O caminho para sustentabilidade**. Publicar editora, 2022. Cap.7, p.82-98.
- BLANK, H. T. **Síntese e caracterização de proposta inédita de embalagem biodegradável com a inserção de bioativos e avaliação biológica**. 2024. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Pelotas.
- EL KNIDRI, H. *et al.* Eco-friendly extraction and characterization of chitin and chitosan from the shrimp shell waste via microwave irradiation. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 104, p. 395-405, 2016.
- GARCIA, I. A. **Micropartículas de quitosana como suporte para bioativos: síntese, caracterização, atividade antimicrobiana e formulação cosmética**. 2025. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas.
- GATOU, M.-A. *et al.* Magnesium Oxide (MgO) Nanoparticles: Synthetic Strategies and Biomedical Applications. **Crystals**, v. 14, n. 215, 2024.
- GEBREANENIYA, M. F.; BERHE, G. G.; TEKLU, T. Synthesis, Characterization, and Photocatalytic Activity of Cu-Doped MgO Nanoparticles on Degradation of Methyl Orange (MO). **Advances in Materials Science and Engineering**, 2024.
- JAYANTHI, R.; MUTHUKRISHNAN, P. Green Synthesis of Magnesium Nanoparticles and Magnesium Chitosan Composite using Eichhornia Crassipes Leaf Extract and its Antibacterial Activity. **Research Square**, 2023.
- KRISHNAN, R. A. *et al.* Synthesis of zinc oxide nanostructures using orange peel oil for fabricating chitosan-zinc oxide composite films and their antibacterial activity. **Journal of Polymer Research**, v. 27, n. 206, 2020.
- MAHMOUD, H. R.; EL-MOLLA, S. A.; SAIF, M. Improvement of physicochemical properties of Fe₂O₃/MgO nanomaterials by hydrothermal treatment for dye removal from industrial wastewater. **Powder Technology**, v. 249, p. 225-233, 2013.
- SILVA, A. A. *et al.* Green magnesium oxide prepared by plant extracts: synthesis, properties and applications. **Materials today sustainability**, v. 20, 2022.
- SUKUMARAN, S. A. *et al.* Wound dressings based on chitosan/gelatin/MgO composite films. **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials**, v. 71, p. 1252 – 1261, 2021.
- YANG, C. *et al.* A green fabrication approach of gelatin/CM-chitosan hybrid hydrogel for wound healing. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, p. 1297-1305, 2010.