DESENVOLVIMENTO DE FILAMENTOS POLIMÉRICOS PARA IMPRESSÃO 3D COM NANOPARTÍCULAS MICROBIOCIDAS À BASE DE COBRE

André Fortes Cavilha (PIBIC/ UEPG), Augusto Araujo Vuitik, Benjamim de Melo Carvalho, benjamim@uepg.br
Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Departamento de Engenharia de Materiais.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica – Materiais Não-Metálicos

Palavras-Chave: *manufatura aditiva, nanopartícula, moagem de alta energia.*

Resumo

Nesta pesquisa foram obtidas partículas metálicas de cobre (Cu) com potencial utilização como carga antimicrobiana em polímeros. Foram comparadas duas condições de moagem de alta energia. quanto à estrutura química e morfologia. Futuramente, busca-se incorporar as partículas metálicas em matriz polimérica.

Introdução

A vantagem da produção de nanopartículas por moagem de alta energia consiste na obtenção de materiais de maior pureza e mais ambientalmente amigáveis, pois este processo minimiza o uso de reagentes e solventes químicos [1].
Como o cobre é um metal bastante dúctil, é importante atentar para que as partículas de cobre não se aglomerem e não fiquem aderidas nos componentes do moinho. Agentes controladores de processo podem ser utilizados em pequena quantidade para manter a granulometria baixa, como o ácido esteárico (AE). [1].

Materiais e Métodos

Na moagem de alta energia foram utilizadas partículas de Cu como material de partida e AE como agente controlador de processo. Foi utilizado o moinho Spex Cert/Prep modelo 8000, com duas esferas de ½" e quatro de ¼" para 5 gramas de Cu. O tempo de moagem foi fixado em 5 horas e a quantidade de AE foi variada em 0,2 e 0,5 g. Após a moagem, as amostras foram submetidas à Difração de Raios-X (DRX, Ultima IV – Rigaku) realizando a varredura de 10° a 80° com velocidade de 5°/min. A caracterização morfológica foi feita por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV, Mira 3 – Tescan).

Resultados e Discussão

Pela DRX indicado na **Figura 1**, todas as amostras apresentam picos de Cu^0, sendo eles: 43,163° (111); 50,289° (200) e 74,10° (220). A amostra do material de partida também apresentou pequenos picos em 38,9° e 74,2°, que podem indicar óxidos. Após o processo de moagem, esses picos não são visíveis, indicando reação de redução para Cu^0 [2]. A partir da largura (β) e posição (θ) dos picos foi estimado o diâmetro (ø) de cristalito pelo método de regressão linear de Williamson-Hall [3]. Com o aumento do teor de AE os cristalitos diminuem, indicando que os choques mecânicos e a movimentação de discordâncias são favorecidos, gerando cristalitos menores. É válido lembrar que as partículas são formadas por vários cristalitos e nem sempre essas medidas são observadas em microscopia.
Pelas imagens de MEV da **Figura 2**, nota-se que antes da moagem o Cu se apresentava como partículas circulares

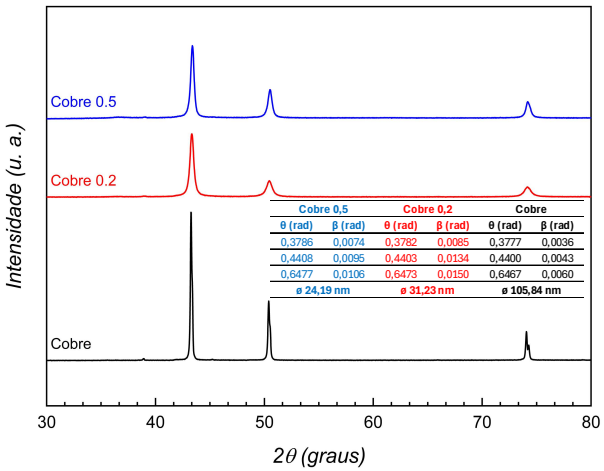


Figura 1. Difratogramas da amostra inicial e após os diferentes processos de moagem (0,2 e 0,5). Estão indicados os valores utilizados na regressão linear e o diâmetro de cristalito estimado (Autor, 2024).

de cerca de 5 µm de diâmetro. Os choques mecânicos ocorridos durante a moagem levam à formação de plaquetas achatadas. Na maior concentração de AE, ocorreu aglomeração dessas plaquetas, favorecida pela grande área superficial. É provável que um maior tempo de moagem seja necessário para esta condição.

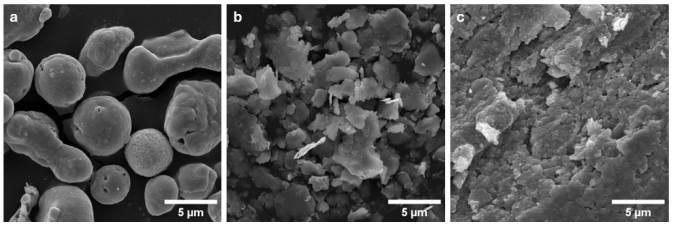


Figura 2. Microscopias obtidas para o material de partida (a), moagem com 0,2 g de AE (b) e com 0,5 g de AE (c). (Autor, 2024).

Conclusão ou Conclusões

A condição de moagem com menor quantidade de AE mostrou-se mais promissora para a obtenção de partículas de Cu^0. É necessário investigar o efeito dessa morfologia na incorporação em matrizes poliméricas em processos de extrusão.

Agradecimentos

Agradecemos à UEPG por concessão de bolsa de iniciação científica e ao Complexo de Laboratórios Multiusuários (C-LABMU) pela infraestrutura e equipe.

[1] SANDOVAL, S. S.; SILVA, N. Review on generation and characterization of copper particles and copper composites prepared by mechanical milling on a lab-scale. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 24, n. 9, 2023.
[2] LIU, X. et al. Temperature-controlled self-assembled synthesis of CuO, Cu_2O and Cu nanoparticles through a single-precursor route. **Mater. Sci. Eng. A**, Structural materials: properties, microstructure and processing, v. 448, n. 1, p. 7–14, 2007.
[3] NIKAM, C. U. *et al.* Williamson-Hall and Size-strain plot based micro-structural analysis and evaluation of elastic properties of Dy^{3+} substituted Co-Zn nano-spinels. **Phys. Conf. Ser.**, v. 2426, n. 1, p. 12029, 2023.