cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Efeito do revestimento com sílica nas propriedades e no controle da estabilidade coloidal de nanopartículas de magnetita em etanol

Matheus H.T. Chanan[1], William M. Souza[1], Celso R. Peter[1], Iara J. Fernandes[1,2,3]

1 Instituto Tecnológico de Semicondutores (itt Chip); 2 Programa de Pós-Graduação da Engenharia Elétrica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS); 3 Programa de Pós-Graduação da Engenharia Civil, UNISINOS

Introdução

Nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4) apresentam propriedades magnéticas de interesse tecnológico e biomédico, com aplicações em diferentes áreas [1]. No entanto, obtê-las através do método de coprecipitação resulta em limitações quanto ao controle do tamanho e à estabilidade coloidal, favorecendo a agregação das partículas [2]. Esse comportamento depende das interações entre as nanopartículas e o meio dispersante, o que, na ocorrência de aglomeração, pode comprometer as propriedades dessas nanopartículas, especialmente quando aplicadas em solventes orgânicos, como o etanol [3]. Nesse contexto, estratégias de modificação superficial, como o revestimento com sílica (SiO_2), podem ser utilizadas para controlar as interações entre partículas e melhorar a dispersibilidade em diferentes meios.

Objetivos

Investigar a influência do revestimento com SiO_2 na estabilidade coloidal de nanopartículas de magnetita dispersas em etanol e sintetizadas pelo método de coprecipitação. Busca-se também compreender o equilíbrio entre a melhoria da estabilidade coloidal e a preservação das propriedades estruturais, térmicas e magnéticas das nanopartículas obtidas, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas nanoparticulados eficientes para aplicações em meios não aquosos.

Metodologia

Nanopartículas de Fe_3O_4 foram sintetizadas pelo método de coprecipitação, utilizando sulfato ferroso e cloreto férrico (proporção de 1:2) em solução de NH_4OH e atmosfera inerte. O revestimento de SiO_2 se deu a partir de TEOS.

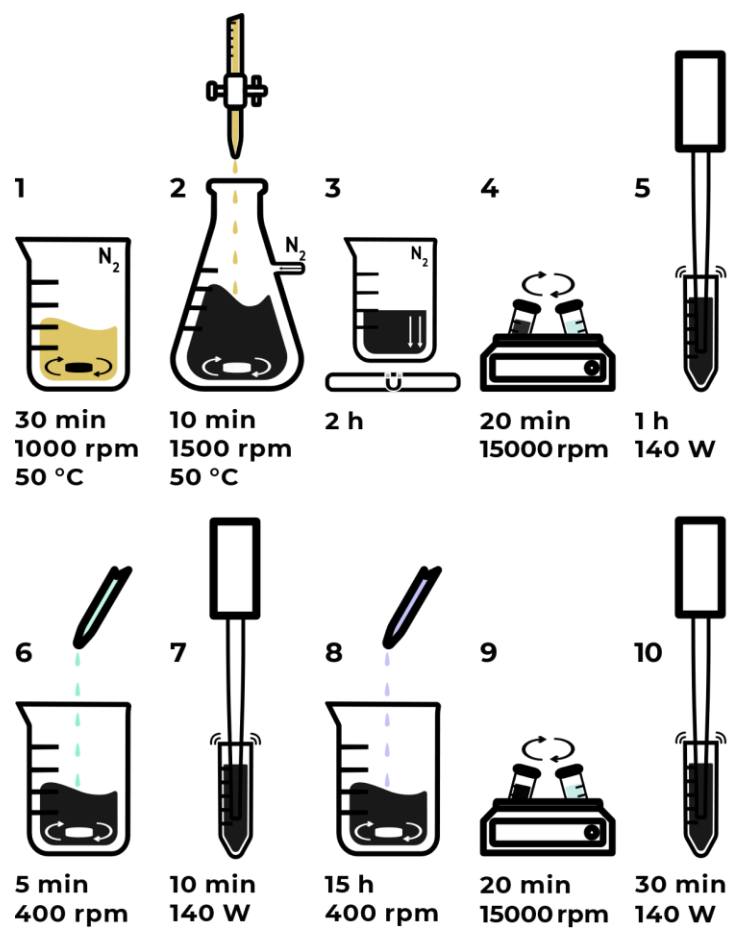


Figura 1: Processo de síntese de Fe_3O_4 (1-5) e Fe_3O_4@SiO_2 (6-10).

Resultados e Discussão

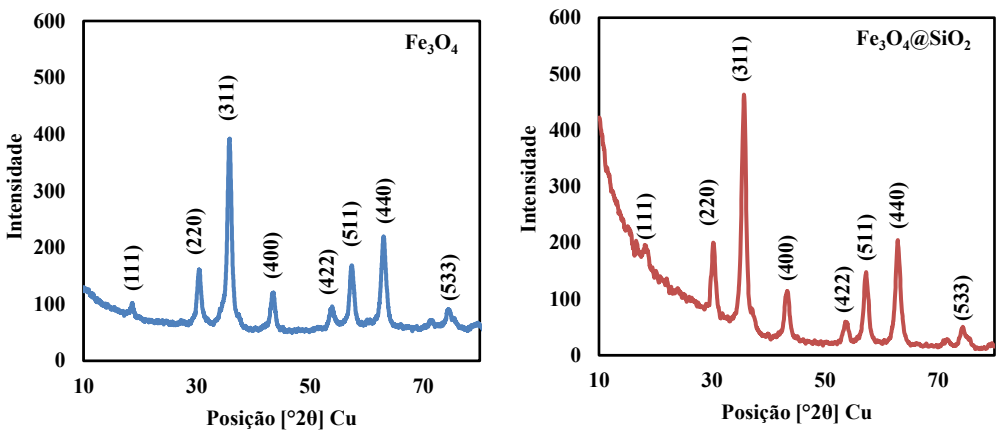


Figura 2: Difratograma de Raios-X.

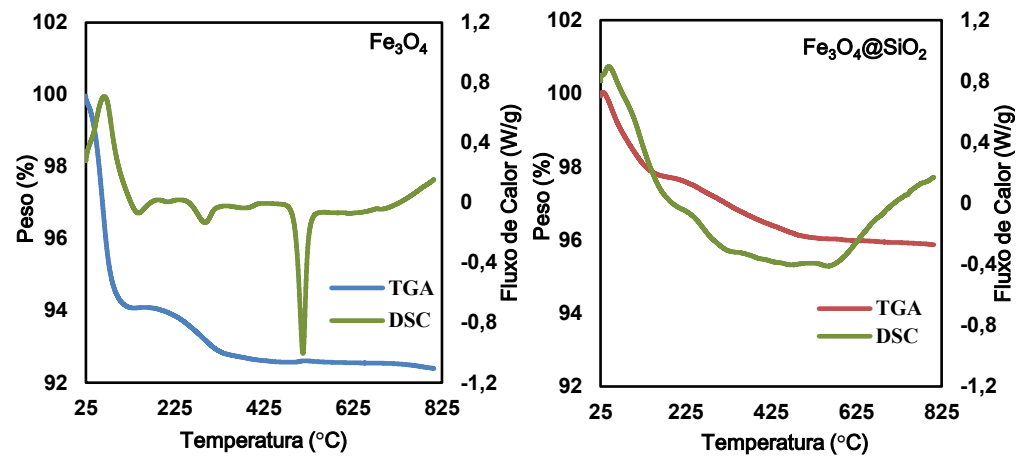


Figura 3: Caracterização térmica das amostras por análise termogravimétrica (TGA) e calorimetria exploratória diferencial (DSC).

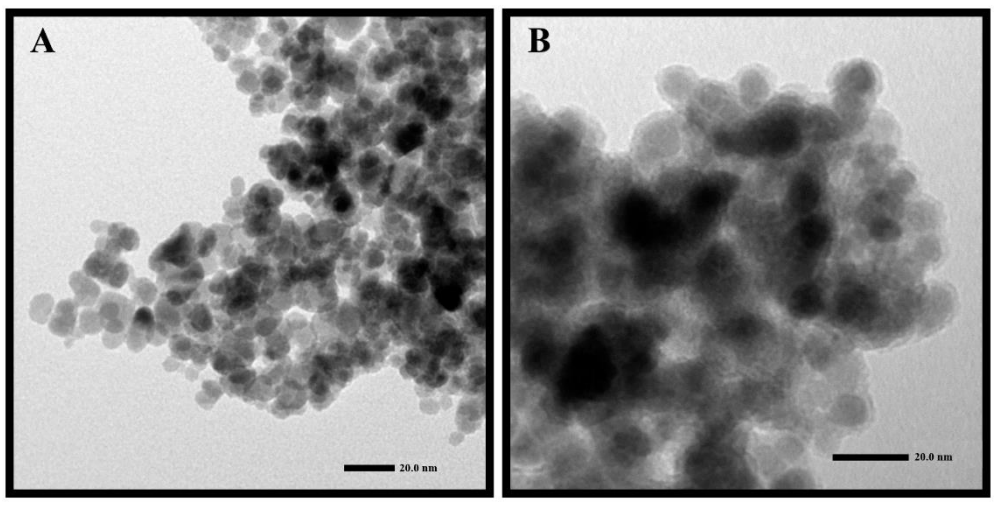


Figura 4: Imagens de microscopia eletrônica de transmissão (MET).

	Fe_3O_4	Fe_3O_4@SiO_2
Campo Coercivo Médio (A/m)	0,024	0,023
Retentividade (Am^2)	$5,586 \cdot 10^{-6}$	$3,96 \cdot 10^{-6}$
Magnetização de Saturação (Am^2/g)	65,164	39,384

Tabela 1: Valores magnéticos obtidos pela análise de VSM.

	Potencial Zeta (mV)
Fe_3O_4 (água)	22,3 ± 0,07
Fe_3O_4 (etanol)	-15,3 ± 0,75
Fe_3O_4@SiO_2 (água)	-37,2 ± 0,98
Fe_3O_4@SiO_2 (etanol)	-28,3 ± 0,95

Tabela 2: Valores de potencial zeta das amostras.

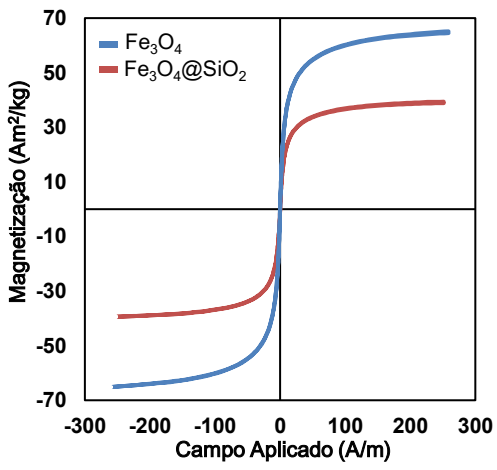


Figura 5: Histerese por magnetometria de amostra vibrante (VSM).

Conclusões

Os resultados indicam que a modificação superficial com sílica contribui para melhorar a estabilidade da suspensão em etanol, mas não é suficiente, isoladamente, para impedir a formação de aglomerados. Fatores associados às etapas de síntese e à formação das partículas primárias permanecem determinantes para o controle da agregação e para o desenvolvimento de sistemas nanoparticulados mais dispersos e estáveis em meios não aquosos.

Referências e Agradecimentos

1. Terraschke, H. Nanostructured Materials: Applications, Synthesis and In-Situ Characterization. (2024).
2. Khan, U. S. & Khattak, N. S. Optimal Method for Preparation of Magnetite Nanoparticles. 33, 628–633 (2011).
3. Lavorato, G. C., *et al.* Redox phase transformations in magnetite nanoparticles: impact on their composition, structure and biomedical applications. (2023).

CHIP UNISINOS NuCMat Núcleo de Caracterização de Materiais Unisinos NANO PUCRS