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

Desenvolvimento e caracterização eletromagnética de compósitos híbridos de resina epóxi com adição de ferrita de Ni-Zn e negro de fumo.

Mayara M. Boaro[1]; Felipe M. Gaia[1] ; Vitor M. Yamamoto[3]; Felipe M. Yamamoto[2]; Giovana S. Cembranelli[1]; Braulio H. K. Lopes[1]; Mirabel C. Rezende[1]; Maurício R. Baldan[2]; Eduardo Antonelli[1]; Fabio R. Passador[1]

1. Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP; 2. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE;
3. Instituto Federal de São Paulo – IFSP

Introdução

A rápida expansão do uso de drones em missões estratégicas tem exigido inovações constantes no setor aeroespacial para garantir a segurança dessas aeronaves. Nesse contexto, o aprimoramento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética se tornou uma etapa essencial para dificultar o rastreio desses equipamentos por sistemas de radar. Para atender a essa necessidade, este estudo propõe o desenvolvimento de um compósito híbrido voltado especificamente para o revestimento de drones. A pesquisa combina as propriedades estruturais da resina epóxi com as perdas magnéticas da ferrita Ni-Zn e a condutividade elétrica do negro de fumo, buscando atenuar sinais de forma eficiente e viabilizar novas tecnologias de furtividade.

Metodologia

Materiais

Tabela 1.

Material	Fornecedor
Resina Epóxi GY 279	Valglass
Ferrita Níquel-Zinco (Ni-Zn)	SONTAG S.A. - Brasil
Negro de Fumo (NF)	CABOT S.A. - Brasil

Tabela 2.

Amostra	Composição (% em massa)
1	Ferrita Ni-Zn 40%
2	Ferrita Ni-Zn 50%
3	Ferrita Ni-Zn 60%
4	Ferrita Ni-Zn 70%
5	Ferrita Ni-Zn 40% + 1% NF
6	Ferrita Ni-Zn 50% + 1% NF
7	Ferrita Ni-Zn 60% + 1% NF
8	Ferrita Ni-Zn 70% + 1% NF

Métodos

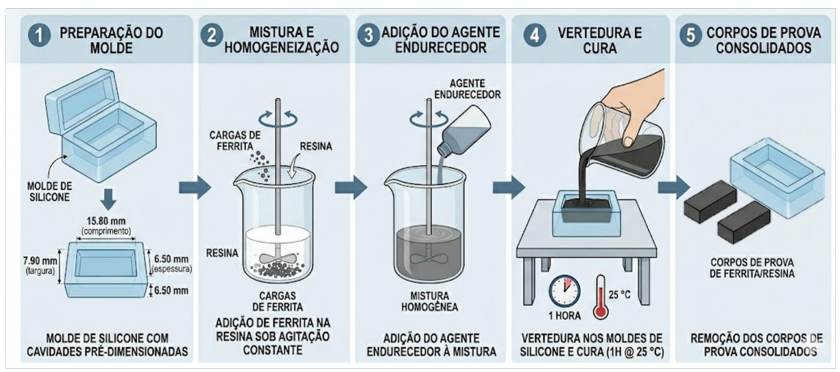


Figura 1. Processamento do compósito

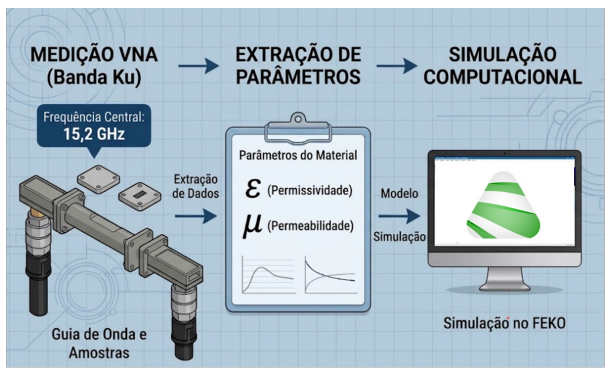


Figura 2. Imagem ilustrativa da caracterização eletromagnética

Resultados e Discussões

Caracterização do Física e Eletromagnética

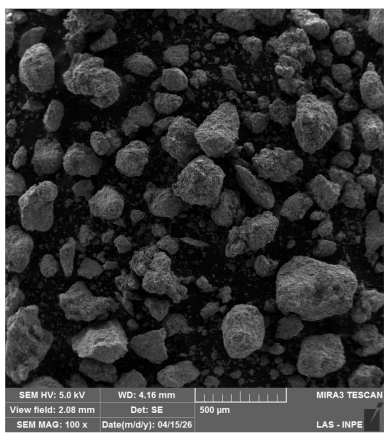


Figura 3. Imagem MEV da FeNi-Zn

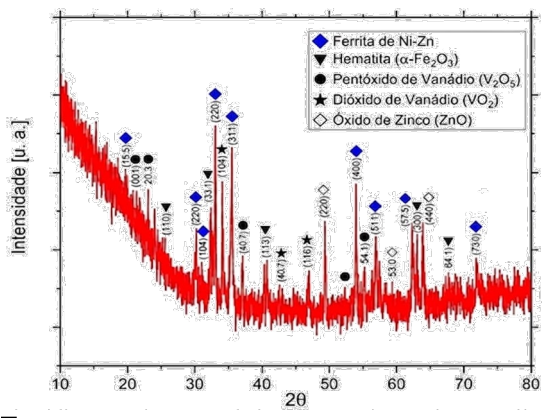


Figura 4. DRX do FeNi-Zn

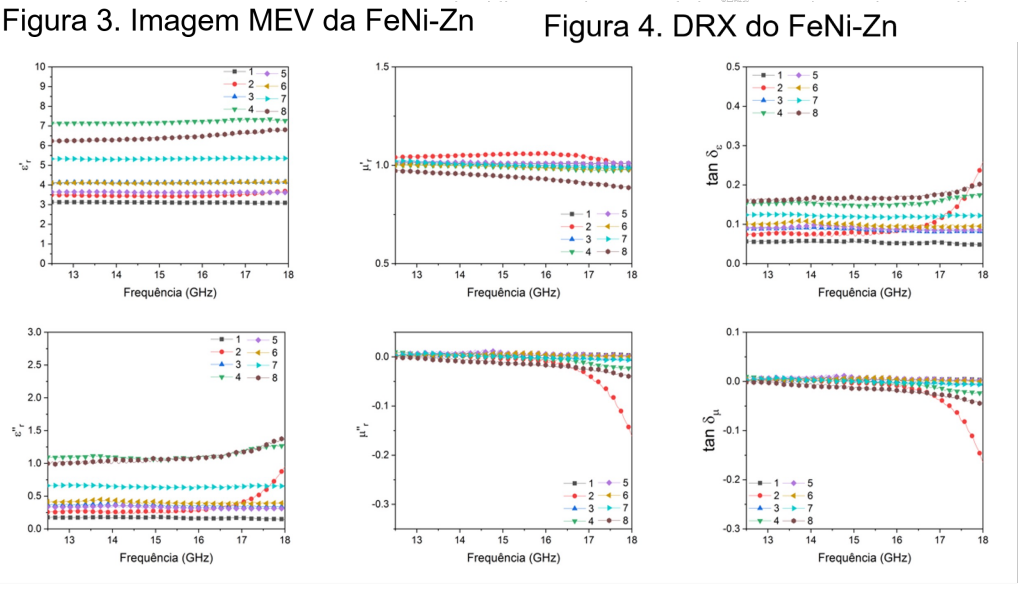


Figura 5. Parâmetros de permissividade e permeabilidade complexas do compósito.

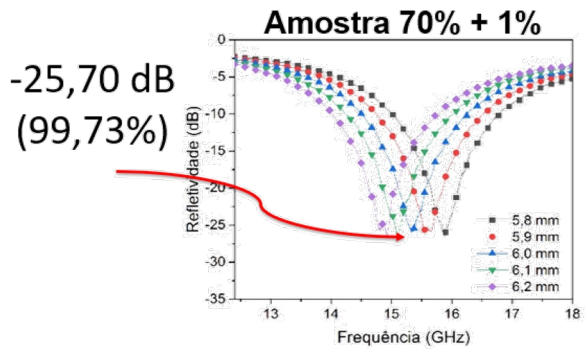


Figura 6. Melhores atenuações da amostra 1 em diferentes espessuras.

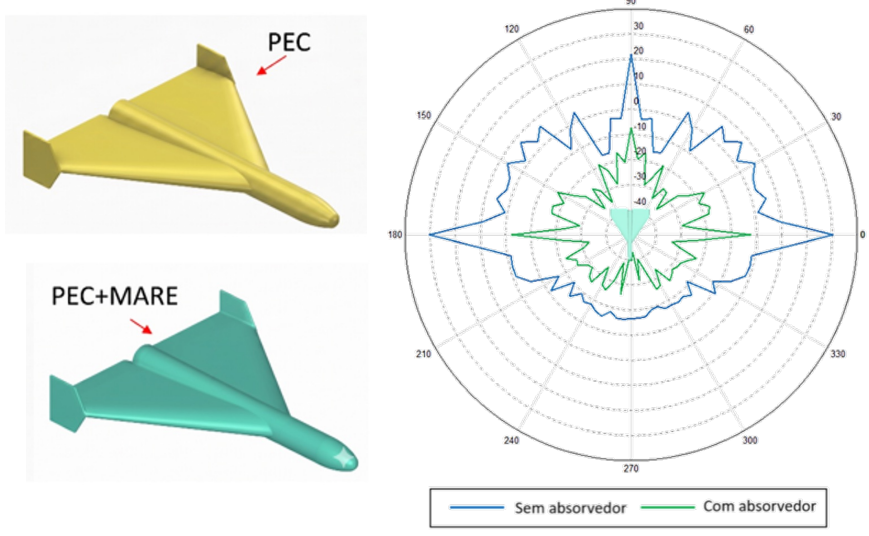


Figura 7. RCS do drone com e sem a adição do absorvedor.

Conclusões

As análises mostraram que o aumento da concentração de ferrita Ni-Zn no compósito eleva a atenuação eletromagnética. A formulação otimizada atingiu uma redução de sinal superior a 99% na banda Ku. Esses resultados confirmam o potencial prático do material desenvolvido para o revestimento de drones, entregando uma solução estrutural leve e de alto desempenho para as tecnologias de furtividade aeroespacial.

Agradecimentos

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Finep INOVAÇÃO E PESQUISA
SIEMENS
INPE

Referências

- ABDULLAH, S. A. et al. Recent advances in ferrite-based nanocomposites for electromagnetic interference shielding: a review. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, v. 590, n. 1, p. 171-185, jan. 2024.
- GUPTA, R.; KUMAR, A. Optimization of Ni-Zn ferrite content in epoxy matrices for Ku-band applications. Advanced Engineering Materials, v. 26, n. 4, p. 2300-2315, mar. 2024.
- KHAN, M. Z. et al. Synergistic effect of carbon black and magnetic fillers on the microwave absorption properties of polymer composites. Materials Today Communications, v. 38, p. 107-119, mar. 2024.