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

Avaliação das propriedades eletromagnéticas de compósitos híbridos de matriz de silicone com adição de ferrita de manganês e nanotubos de carbono

Felipe M. Gaia[1]; Mayara M. Boaro[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 modernização da frota aérea brasileira, marcada pela chegada dos caças Gripen e pelo uso de drones, gera a necessidade de desenvolver tecnologias de comunicação e furtividade cada vez mais avançadas. No setor de defesa aeroespacial, a capacidade de uma aeronave evitar radares inimigos através da tecnologia stealth é vital, sendo o principal desafio técnico diminuir a assinatura eletromagnética na banda Ka, uma faixa de alta resolução muito utilizada por radares modernos[1]. Para resolver esse problema, o estudo propõe o desenvolvimento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) que unam eficiência e resistência para o ambiente de voo[2]. A pesquisa utiliza a borracha de silicone como matriz polimérica devido à sua flexibilidade e estabilidade térmica, combinando-a com ferrita de manganês para gerar perdas magnéticas e dielétricas, além de nanotubos de carbono para melhorar a condução elétrica[3].

Metodologia

Materiais

Material	Fornecedor
Silicone (1,35-1,40 g/cm³)	Redelease
Nanotubos de carbono	NANOCYL S.A.
Ferrita Níquel	SONTAG S.A. (Brasil)

Materiais

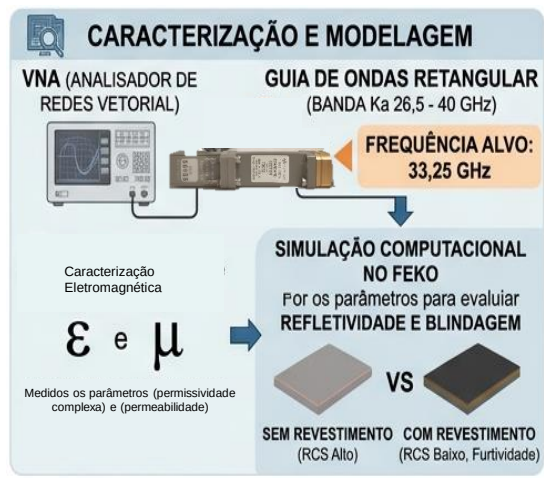
Amostra	Composição
1	FeMn 50%
2	FeMn 60%
3	FeMn 70%
4	FeMn 50% + 1% CNT
5	FeMn 60% + 1% CNT
6	FeMn 70% + 1% CNT

Composições.

Métodos



Manufatura do compósito



Caracterização eletromagnética

Resultados e Discussão

Caracterização do FeMn

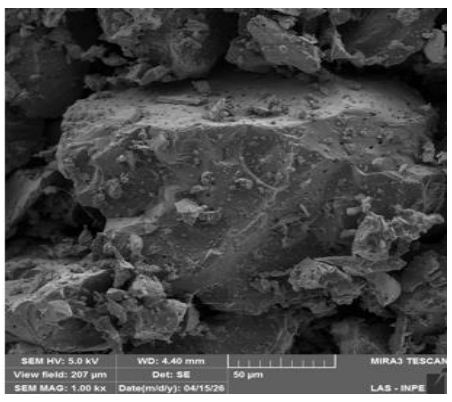
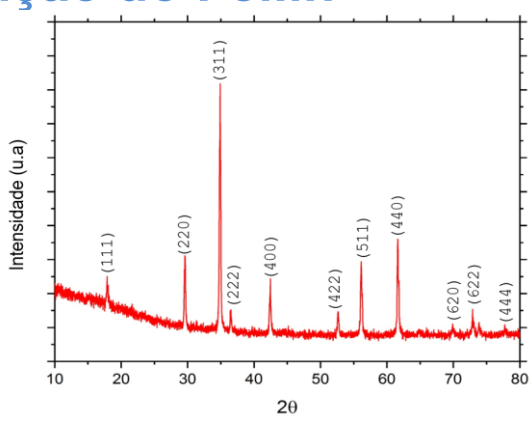
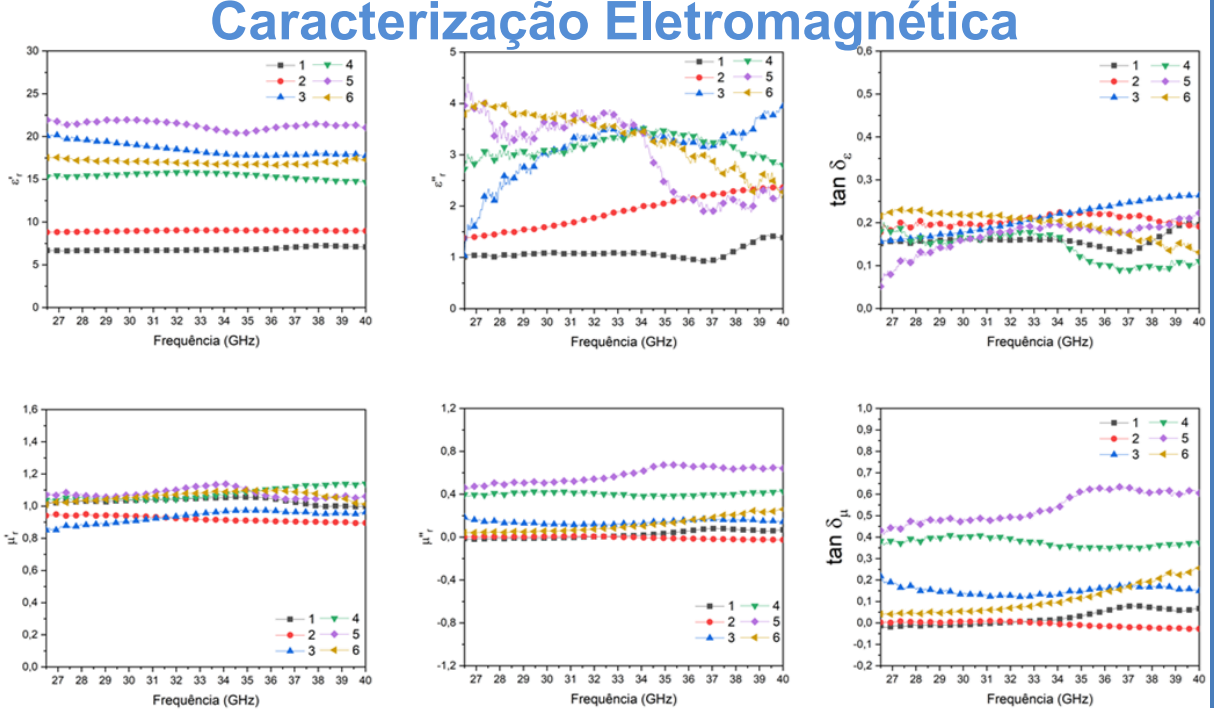


Imagem MEV do FeMn



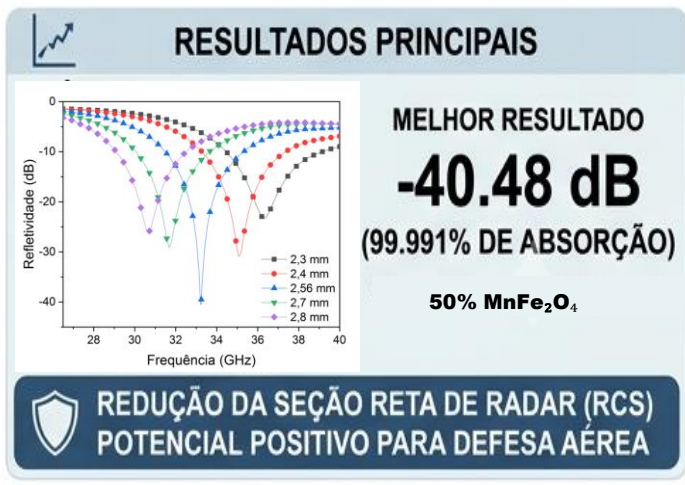
DRX do FeMn

Caracterização Eletromagnética

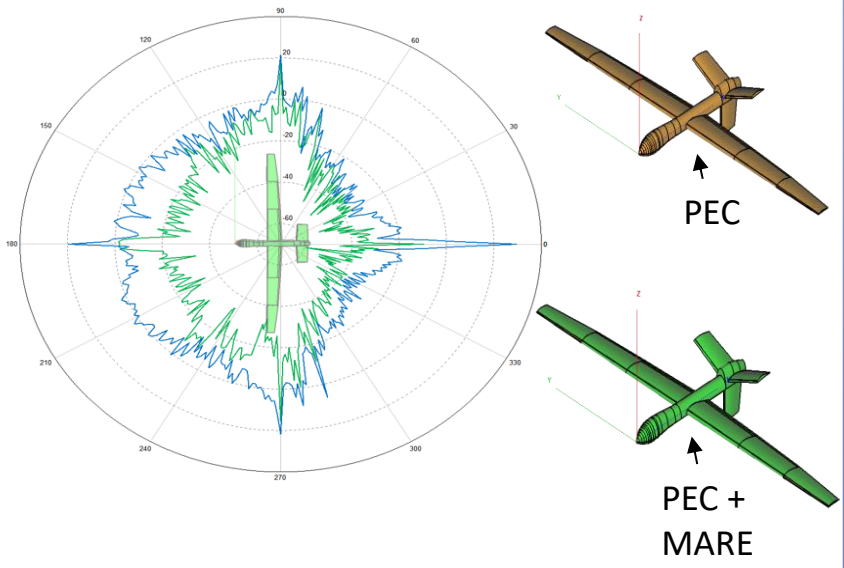


Permissividade, permeabilidade e tangentes de perda do material

Simulações Eletromagnéticas



Reflection Loss do compósito



RCS do VANT com e sem revestimento

Conclusões

- Melhor resultado na composição de 50% FeMn.
- RL de - 40,48 dB (99,99% de absorção).
- Requisito usual de -10 dB mínimo.
- Alternativa promissora para componentes stealth em VANTs.

Agradecimentos

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

Referências

[1] BERA, Parthasarathi; LAKSHMI, R. V.; BARSHILIA, Harish C. An overview of radar-absorbing materials and coatings for stealth application. Science and Culture, v. 91, n. 1-2, p. 83-92, jan./fev. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.36094/sc.v89.2025.An_Overview_of_Radar_Absorbing_Materials.Bera.83.

[2] KRUŽELÁK, Ján *et al.* EMI absorption shielding effectiveness, vulcanization, and mechanical properties of NBR-based composites filled with ferrites and carbon-based fillers. Polymers for Advanced Technologies, v. 36, n. 12, e70485, 2025a. Disponível em: https://doi.org/10.1002/pat.70485.

[3] KRUŽELÁK, Ján *et al.* Influence of manganese-zinc ferrite and ageing on EMI absorption shielding performance and properties of rubber composites. Journal of Composites Science, v. 9, n. 12, 700, dez. 2025b. Disponível em: https://doi.org/10.3390/jcs9120700.