MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Estudo de compósitos cerâmicos para aplicação como materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) na faixa de frequência de micro-ondas

RELATÓRIO PARCIAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Bolsista: Thamyres Rollemberg Aboud Arabi (ICT-UNIFESP)
E-mail: thamyres.rollemberg@unifesp.br

Orientador: Sergio Luiz Mineiro (CTE/LAS)
E-mail: sergio.mineiro@.inpe.br

INPE

São José dos Campos

Fevereiro 2023

1. Introdução

Atualmente, há um grande aumento no uso e produção. A radiação emitida por equipamentos eletrônicos e na crescente utilização de sistemas de telecomunicações operantes em altas frequências (MHz e GHz) pode afetar negativamente funcionamento de equipamentos eletrônicos, por problemas relacionados à interferência eletromagnética (EMI). Para superar esse desafio, materiais capazes de blindar e/ou absorver a onda eletromagnética, causadora de interferências, estão sendo amplamente pesquisados. Esses materiais são denominados como materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE), ou absorvedores de micro-ondas, e possuem aplicações em setores como o aeroespacial, aeronáutico, na medicina, telecomunicações e militar. No MARE a energia da onda eletromagnética incidente é dissipada na forma de calor através de mecanismos relacionados à ressonância e relaxamento de dipolos e/ou a inversão de momentos magnéticos. Em geral, esses materiais podem ser classificados quanto aos mecanismos de dissipação, forma, geometria, faixa de frequência absorvida. Em projetos espaciais existe o risco de interferências causarem falha na comunicação e por consequência comprometer toda a missão. As faixas de frequência utilizadas na comunicação de sistemas brasileiros variam entre 2 e 40 GHz. Os satélites de observação da Terra fabricados no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o CBRES-4 (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestre) e o Amazônia-1, operam suas funções de telemetria e telecomando na banda S (2 a 4 GHz) e de transmissão das imagens fotografadas na banda X (8,2 a 12,4 GHz). Outro exemplo é o SGDC (Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas), operado e controlado em uma parceria entre Telebrás, Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério da Defesa, utiliza banda X para comunicações militares e a banda Ka (28,5 a 40 GHz) para disponibilizar internet em todo o território nacional.

2. Objetivos

As propriedades dos compósitos cerâmicos serão investigadas com foco em aplicação como MARE, na faixa de frequência de micro-ondas, especialmente as bandas X (8,2–12,4 GHz), Ku (12,4–18 GHz), K (18–26,5 GHz) e Ka (26,5–40 Ghz). Serão considerados objetivos específicos: (i) a investigação das propriedades morfológicas, estruturais e físico-químicas dos compósitos estudados; (ii) a investigação das

propriedades eletromagnéticas de compósitos; (iii) o estudo da correlação entre as propriedades físico-químicas das propriedades eletromagnéticas finais dos compósitos.

3. Metodologia

Este projeto tem como objetivo principal a produção, síntese e caracterização das propriedades físicas e eletromagnéticas de materiais cerâmicos compósitos candidatos à aplicação como materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE). Atualmente há um grande aumento no uso e produção de equipamentos eletrônicos e da crescente utilização de sistemas de telecomunicações operantes em altas frequências. A radiação emitida por esses dispositivos podem afetar negativamente o bom funcionamento de equipamentos eletrônicos, por problemas relacionados à interferência eletromagnética. A principal característica de um MARE é a propriedade de blindar ou atenuar radiações indesejadas, como o sinal eletromagnético transmitido ou recebido por sistemas de antenas e radares. Nesses materiais a energia da onda eletromagnética incidente é dissipada por mecanismos relacionados à ressonância e relaxamento de dipolos e/ou a inversão de momentos magnéticos. Devido à possibilidade de controle da combinação adequada de compostos com perda dielétrica e/ou magnética, é possível ajustar as propriedades do absorvedor de forma a desenvolver um MARE que possua bom desempenho, pouca espessura e absorção em uma grande faixa de frequência, como no caso de estruturas multicamadas, utilizadas quando uma estrutura monolítica não atender aos critérios de largura de banda, peso, rigidez e resistência mecânica. O Grupo MAPA (Materiais Avançados e Pesquisas Aeroespaciais) do COPDT/INPE, conduz pesquisas no tema, de acordo com os projetos intitulados Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (TAP - SEI 01340.003235/2121-06) e Cerâmicas de Ultra Alta Temperatura (TAP - SEI 01340.003260/2021-81). Os MAREs serão constituídos de materiais compósitos monolíticos ou com a combinação de uma matriz (resina) e reforço. Para estudar as diferenças morfológicas e estruturais serão utilizadas as técnicas de difratometria de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia por energia dispersiva de raios X (EDX), espectroscopia Raman e infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Para avaliar as propriedades eletromagnéticas das amostras será utilizado um analisador de redes vetorial (VNA) acoplado a um guia de onda retangular nas faixas de frequência de interesse.

4. Atividades Realizadas

As atividades deste período incluíram o processamento de pós cerâmicos em moinho de bolas. Esta etapa é fundamental para o preparo de amostras para a homogeneização dos pós estudados. Foram feitas misturas com os materiais cerâmicos para a obtenção de amostras para as análises posteriores de caracterização eletromagnética. A revisão da literatura também foi feita para conhecimento das características do material estudado e obtenção de dados para comparação com os resultados a serem obtidos neste trabalho. A caracterização físico-química dos materiais cerâmicos também teve início.

5. Referências

Feng, Y. B.; Qiu, T.; Shen, C. Y.; Li, X. Y. Electromagnetic and absorption properties of carbonyl iron/rubber radar absorbing materials. IEEE Transactions on Magnetics, v. 42, n. 3, p. 363–368, mar. 2006b.

Mohammed, J.; Tchouank Tekou Carol, T.; Hafeez, H. Y.; Basandrai, D.; Bhadu, G. R.; Godara, S. K.; Narang, S. B.; Srivastava, A. K. Electromagnetic interference (EMI)shielding, microwave absorption, and optical sensing properties of BaM/CCTO composites in K u -band. Results in Physics, v. 13, n. June, 2019.

Oliveira, A. P. S.- Compósitos de ferrocarbonila em resina epóxi como material absorvedor de radiação eletromagnética na banda Ku - (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores/INPE), 2021 <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34T/452M3DL>

Souza, Ariane Aparecida Teixeira de et al - Double Layer Material Designed to Reduce Electromagnetic Radiation with Carbon Black, Silicon Carbide and Manganese Zinc Ferrite - Journal of Aerospace Technology and Management v.13, 2020 <https://doi.org/10.1590/jatm.v13.1199>

Batista, A. F. ; Oliveira, A. P. S. ; Rodrigues, A. C. ; Amaral Junior, M. A., Mineiro, S. L., ; Baldan, M. R. Investigation of different graphite morphologies for microwave absorption at X and Ku-band frequency range - Journal of Materials Science: Materials in Electronics 31 (21), 19064-19073 2020 https://doi.org/10.1007/s10854-020-04443-y

Amaral Junior, M. A., Marcuzzo, J. S., Pinheiro, B. da S., Lopes, B. H. K., de Oliveira, A. P. S., Matsushima, J. T., Baldan, M. R. Study of reflection process for nickel coated activated carbon fiber felt applied with electromagnetic interference shielding. Journal of Materials Research and Technology. doi:10.1016/j.jmrt.2019.07.014,2019

Amaral Junior, M. A. Obtenção e caracterização de compósitos à base de fibras de carbono e fibras de carbono ativadas aplicados a materiais absorvedores de radiação eletromagnética na faixa de frequência em micro-ondas de 8,2-12,4 GHz. 2018. 173 p. Tese de doutorado em Engenharia e Tecnologia Espacial/ Ciência e Tecnologia dos Materiais e Sensores. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos

Ana Paula S. Oliveira, Aline C. Rodrigues, Sandro F. Quirino, Diego Edissón F. Vergara, Simone S. Pinto, Mirabel C. Rezende, Mauricio R. Baldan. Study of the influence of Carbonyl iron particulate size as an electromagnetic radiation absorbing material in 12.4 to 18 GHz (Ku) Band. Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications, 17 (4), 2018, https://doi.org/10.1590/2179-10742018v17i41547

Heng Luo et al. Carbon fiber/Si3N4 composites with SiC nanofiber interphase for enhanced microwave absorption properties. Ceramics International,43, 2017, http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.06.096