

Avaliação do Desempenho de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética por Guia de Ondas

Magali S. Pinho, Roberto C. Lima, Bluma G. Soares e Regina C. R. Nunes

Resumo: Neste trabalho, amostras elastoméricas contendo diferentes tipos de cargas absorvedoras de microondas, sob a forma de pós, foram obtidas para medidas de refletividade. Os materiais utilizados com diferentes composições percentuais em peso foram: ferrocarbonila, negro de fumo, polianilina e ferrita dopadas. As medidas de refletividade foram determinadas com base nas propriedades magnéticas e dielétricas dos compósitos elastoméricos a partir de dados de espalhamento, através da inserção e fixação em um guia de ondas, para a faixa de frequência de 8-16 GHz. Os melhores resultados foram apresentados pelo ferrocarbonila e negro de fumo para as frequências mais baixas, enquanto a ferrita dopada absorveu em uma frequência mais elevada.

Palavras-chave: *Materiais absorvedores de microondas, compósitos elastoméricos, ferrocarbonila, negro de fumo, polianilina dopada, ferrita dopada, guia de ondas.*

Introdução

A estratégia de defesa marítima ou aérea conta com dispositivos que possibilitam a detecção de um alvo. De modo a dificultar ou minimizar a detecção ou visualização acústica, ótica ou por meio de radar, foram criadas técnicas apropriadas, que incluem o emprego de materiais absorvedores. Um material absorvedor de microondas (RAM, “radar absorbing material”) é constituído por compostos, com elevada perda de energia, que absorvem a radiação incidente em frequências sintonizadas e dissipam a energia absorvida sob a forma de calor, inibindo a energia necessária para o sinal de eco de detecção por meio de radar.

As cargas absorvedoras empregadas neste estudo foram: ferrocarbonila, negro de fumo extra condutor, ferrita e polianilina dopadas.

Esses aditivos foram adicionados separadamente em matriz de policloropreno em teores diferenciados, na expectativa de se avaliar o desempenho de cada um como um absorvedor de microondas.

Recentemente, tem-se observado um grande interesse por medidas acuradas de propriedades magnéticas e dielétricas de diferentes RAM, na frequência de microondas. As principais técnicas incluem os métodos em espaço aberto e através do emprego de um guia de ondas.

Para se atingir o objetivo deste estudo, medidas de refletividade em decibel (R, dB), com base nos valores obtidos de permeabilidade (μ) e permissividade (ϵ) para os diversos materiais, foram realizadas por guia de ondas. A técnica adotada neste trabalho para as medidas de μ e ϵ baseia-se nas linhas de transmissão sendo conhecida como método de Transmissão/Reflexão (T/R).

Magali S. Pinho, Roberto C. Lima, Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM); Bluma G. Soares e Regina C. R. Nunes, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), C.P. 68525, CEP: 21945-970, Rio de Janeiro, R.J. E-mail: rcnunes@ima.ufrj.br

Experimental

A polianilina dopada com o ácido p-tolueno sulfônico (PAni-TSA) e a hexaferrita de bário dopada com cobalto e titânio (Co-TiBaHF) utilizadas foram obtidas segundo os procedimentos descritos pela literatura.

O ferrocarbonila (BASF) e o negro de fumo extra condutor (DEGUSSA) foram utilizados como adquiridos, assim como o policloropreno (CR, Neoprene W da Du Pont).

As misturas físicas foram realizadas em um misturador de cilindros Berstoff e os corpos de prova foram obtidos sob a forma de tapetes vulcanizados, através de moldagem por compressão, com as dimensões (4,0 x 4,0 cm) e espessura na faixa de 0,10 a 0,25 cm.

A observação micromorfológica foi realizada através do emprego de um microscópio eletrônico de varredura (SEM) Topcon, mod.ABT-60, para a superfície de fraturas crioscópicas.

As medidas de absorção da radiação eletromagnética foram realizadas por guia de ondas, a partir de dados de espalhamento, obtidos através do emprego de um analisador vetorial de rede HP 8510B. As equações que relacionam os dados de espalhamento com a permeabilidade e permissividade do material seguem o algoritmo de Nicolson-Ross-Weir (NRW). Embora as medidas de absorção da radiação eletromagnética sejam expressas em termos dos valores de Refletividade (R, dB), torna-se importante colocar que a absorção e a Refletividade de materiais relacionam-se através de uma escala logarítmica.

Resultados e discussão

A avaliação do efeito das diferentes composições percentuais em peso sobre as medidas de Refletividade (dB) foi estudada para cada material absorvedor. A Figura 1 ilustra este efeito para as composições percentuais de Fe-C:CR com espessura de 1,5 mm.

Conforme os resultados apresentados pela Figura 1, pode-se observar que elevados carregamentos com ferrocarbonila foram necessários para que o material apresentasse um bom desempenho como um absorvedor de microondas.

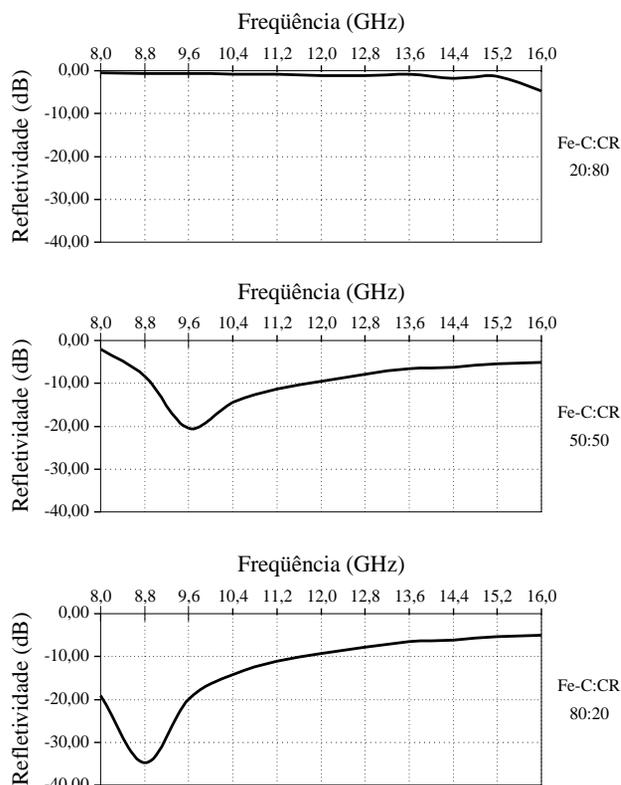


Figura 1. Comparação entre medidas de Refletividade (dB) para as diferentes composições percentuais em peso de Fe-C:CR, com espessura de 1,5 mm.

A geometria e a dispersão das partículas de ferrocarbonila na matriz de policloropreno foi avaliada pela Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM), conforme ilustra a Figura 2.

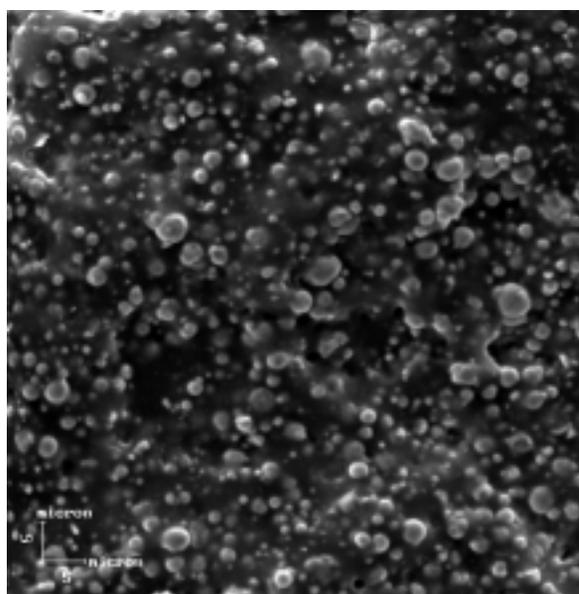


Figura 2. Micrografia obtida pela fratura crioscópica da composição percentual em peso de 80:20 de Fe-C:CR. 20Kv, 1500X.

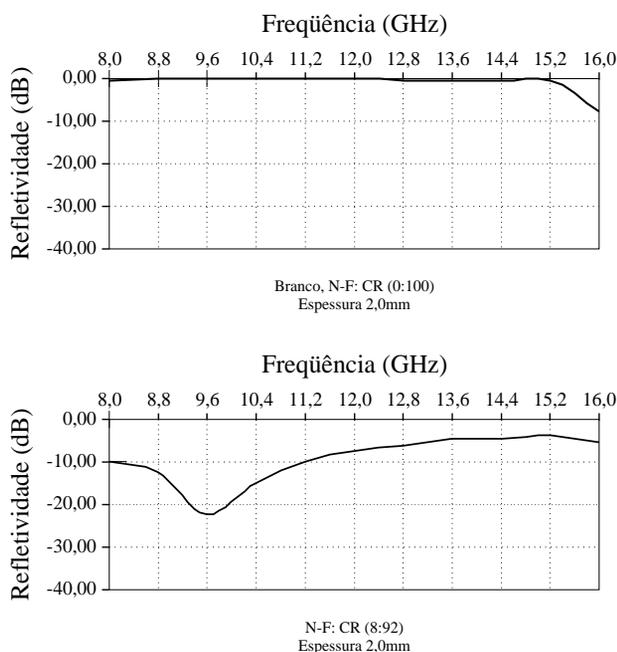


Figura 3. Comparação entre medidas de Refletividade (dB) para as composições percentuais em peso de N-F:CR de 0:100 (branco) e 8:92.

Através de caracterização por SEM foi possível a identificação de uma morfologia esférica para o ferrocarbonila, além da observação de uma boa dispersão das partículas de Fe-C na matriz de policloropreno, apesar de ter sido utilizado um elevado carregamento.

Os gráficos de Refletividade (dB) versus Frequência (GHz) para as diferentes composições percentuais em peso dos diversos materiais, encontram-se ilustrados pelas Figuras 3, 4, 5 e 6, todas explicitadas em relação ao policloropreno puro (0:100), codificado como branco. Os respectivos valores de espessura (mm) encontram-se ilustrados em cada Figura.

Pelo resultado obtido pode ser observada a não absorção por parte da matriz elastomérica utilizada, o CR. Foi também observada uma boa absorção do material, empregando-se um baixo carregamento com negro de fumo, isto é de 8:92 de N-F:CR (% em peso). Torna-se relevante colocar que este material absorveu na faixa de frequência de interesse dos atuais radares da Marinha do Brasil, de 8 a 11 GHz.

Conforme mencionado anteriormente, foram necessários altos carregamentos com o ferrocarbonila para que elevados valores de absorção pudessem ser alcançados. De forma análoga ao negro de fumo extra condutor, este material absorveu na faixa de interesse, descrita anteriormente.

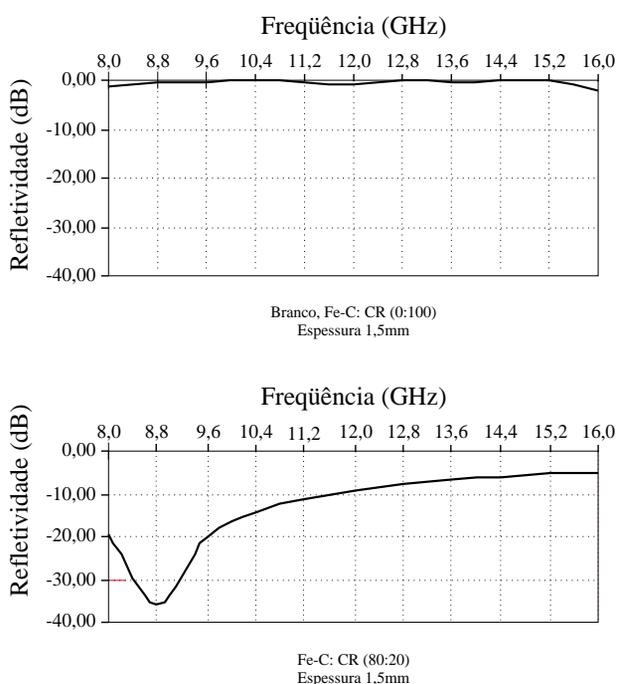


Figura 4. Comparação entre medidas de Refletividade (dB) para as composições percentuais em peso de Fe-C:CR de 0:100 (branco) e 80:20.

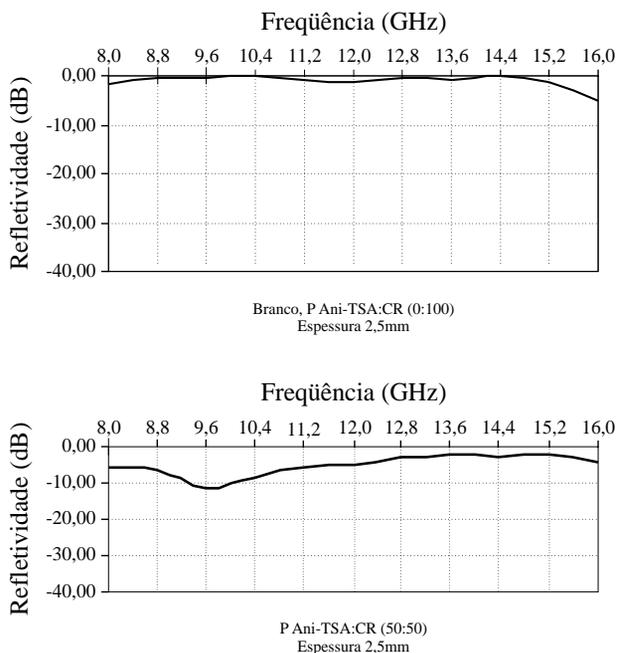


Figura 5. Comparação entre medidas de Refletividade (dB) para as composições percentuais em peso de PAni-TSA:CR de 0:100 (branco) e 50:50.

O carregamento com a PAni-TSA foi de 50:50 para a mistura PAni-TSA:CR (% em peso).

Torna-se relevante observar que embora tenha sido utilizado um menor percentual de PAni-TSA, em relação ao carregamento com Fe-C, tornou-se

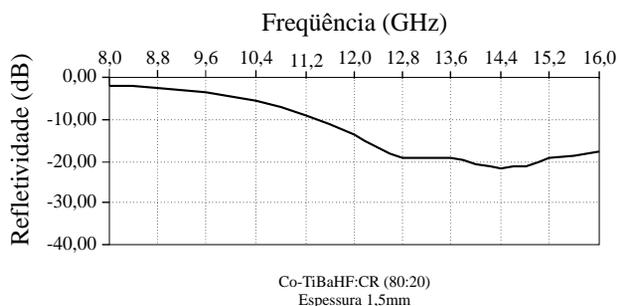
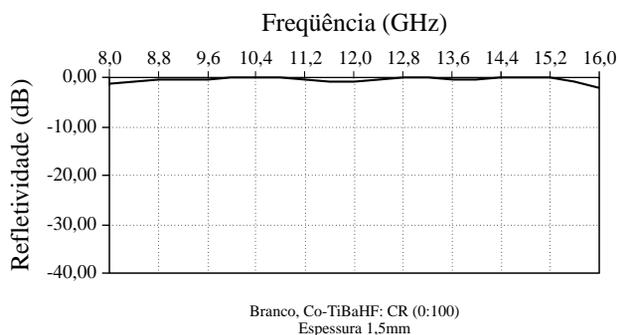


Figura 6. Comparação entre medidas de Refletividade (dB) para as composições percentuais em peso de Co-TiBaHF:CR de 0:100 (branco) e 80:20.

necessário o emprego de um material com uma maior espessura.

De forma análoga aos demais materiais, a absorção ocorreu na faixa de interesse.

O carregamento com a Co-TiBaHF foi de 80:20 (% em peso) para a mistura Co-TiBaHF:CR.

De forma diferente dos demais materiais absorvedores, a faixa de absorção ocorreu em frequências mais elevadas.

Conclusão

De acordo com os resultados apresentados pode ser observado que a absorção depende da espessura, bem como do material utilizado.

De forma conclusiva, pode-se observar que o melhor desempenho no tocante à absorção da radiação eletromagnética foi observado para o ferrocarbonila e negro de fumo extra condutor para as frequências mais baixas, enquanto a hexaferrita

de bário dopada destacou-se pela absorção em frequências mais elevadas.

Como os atuais radares da Marinha do Brasil atuam na faixa de frequência de 8 a 11 GHz, as cargas absorvedoras de radiação eletromagnética que apresentaram-se de forma mais adequada consistem de negro de fumo extra condutor e ferrocarbonila.

Agradecimentos

À pesquisadora Maria Aparecida dos Santos (IPqM) pela análise de SEM.

Referências Bibliográficas

1. Smith, F. C., Chambers, B. & Bennett, J. C. - Methodology for accurate free-space characterization of radar absorbing materials. IEE Proc. Sci. Meas. Technol., 141, 6, 538-546 (1994).
2. Lynch, A. C., Griffiths, H. D., Appleton, S. & Cullen, A. L. - Free-wave measurement of permeability and permittivity of ferrites at millimetre-wave frequencies, IEE Pro. Sci. Meas. Technol., 142, 2, 169-175 (1995).
3. Pinho, M. S. MSc. Tese - Instituto de Macromoléculas Prof. Eloisa Mano, UFRJ "Síntese e caracterização de polianilina e sua utilização na obtenção de misturas físicas e compósitos com policloropreno" (1997).
4. Gregori, M. L., Dsc. Tese - University of Sheffield, England, "Synthesis and characterisation of barium hexaferrite to be used as microwave absorber" (1997).
5. Nicolson, A. M. & Ross, G. - Measurement of the intrinsic properties of materials by time domain techniques, IEEE Trans. Instrum. Meas., IM-19, 377-382 (1970).