

Processamento de material compósito absorvedor de radiação à base de polianilina e nãotecido polimérico

Angelo Luiz Barbosa Inácio¹, Luiza de Castro Folgueras² e Mirabel Cerqueira Rezende²

¹Universidade de Taubaté, ²CTA / Instituto de Aeronáutica e Espaço / Divisão de Materiais

Resumo — O presente trabalho consiste no processamento de materiais compósitos absorvedores de radiação eletromagnética. Para tal, foram impregnados nãotecidos de poli(tereftalato de etileno) e poliacrilonitrila com formulações à base de polímero condutor polianilina e poliuretano; estes materiais, processados tipo multicamadas, originaram os compósitos. O comportamento da radiação microondas incidente no material, foi avaliado utilizando a técnica com arco NRL, na frequência de 8 a 12 GHz. Os resultados mostram que os materiais processados apresentam bons valores de absorção da radiação, variando de 68 a 90% a energia atenuada.

Palavras-chaves — Compósitos absorvedores, polianilina, material absorvedor, dielétricos.

I. INTRODUÇÃO

O uso de polímeros condutores no processamento de MARE (material absorvedor de radiação eletromagnética) é cada vez maior devido a extensa versatilidade química que esses polímeros apresentam, principalmente a polianilina, que permite o controle e a modelagem de suas propriedades físico-químicas, favorecendo, assim, a obtenção de materiais com eficiência, de modo geral, quanto à sua aplicação final[1]. Os polímeros condutores são também denominados de metais sintéticos por possuírem propriedades elétricas, eletrônicas, magnéticas e ópticas semelhantes às dos metais. Possuem a interessante característica de, em sua síntese, passar de isolantes à condutores, pela adição de agentes de transferência de carga, denominados como dopantes, em analogia aos semicondutores inorgânicos, promovendo assim, mudanças nas propriedades desses. Controlando a quantidade e o tipo de dopante é possível modelar a condutividade do material. Um comportamento bastante interessante dos polímeros condutores é a variação da condutividade com a frequência das ondas incidentes [1].

Pode-se definir como material composto àquele formado a partir de dois ou mais materiais diferentes, combinados em escala macroscópica, para funcionar como uma unidade, visando obter um conjunto de propriedades que nenhum dos componentes individualmente apresentam [2]. Dessa forma, nos compósitos absorvedores, busca-se aliar as propriedades elétricas dos polímeros condutores às propriedades dos materiais compósitos estruturais, como sua resistência mecânica [3].

A.L.B. Inácio, angelo.inacio@uol.com.br, L.C.Folgueras, luiza@ita.br, Tel +55-12-39476471, M.C.Rezende, mirabel@iae.cta.br, Tel. +55-12-39476420, Fax +55-12-39476405.

Os autores agradecem ao CNPq (Proc. n°. 301583/2006-4 e 559246/2008-0) e ao Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial pelo apoio que vem recebendo.

Com as novas tecnologias relativas à indústria têxtil, a demanda por fibras e ou tecidos para aplicações especiais vem crescendo cada vez mais; assim, o uso de substratos do tipo nãotecido no processamento de compósitos de materiais absorvedores de radiação eletromagnética, devido à sua característica de leveza e flexibilidade, torna-se necessário para aplicações na indústria eletrônica e aeronáutica. No setor militar, o emprego de materiais absorvedores de radiação eletromagnética visa a camuflagem de aeronaves, tornando-as invisíveis aos radares, devido à capacidade de fazer com que as ondas eletromagnéticas enviadas pelo radar se atenuem dificultando a detecção da aeronave.

Os mecanismos de atenuação da energia da onda eletromagnética, que atuam em um centro absorvedor, são muitos e complexos; mas de um modo simplificado pode-se dizer que estes materiais promovem a troca de energia da radiação eletromagnética pela energia térmica, devido às características intrínsecas de determinados componentes, como os polímeros condutores [1].

Materiais absorvedores de radiação eletromagnética podem ser preparados usando múltiplas camadas com materiais de diferentes propriedades dielétricas e magnéticas, ao invés de usar um único material. Olmedo e cols. [4] relataram algumas propriedades específicas dos absorvedores multicamadas preparados com polímeros condutores. Para se obter um máximo desempenho, a resistividade dos materiais, no caso de absorvedores na forma de placas, deve variar de altos valores na parte frontal para baixos valores na parte posterior, o que consiste em alterar lentamente a impedância entre os materiais para minimizar as reflexões [4,5]. Portanto, ao se preparar materiais absorvedores de radiação é necessário selecionar um material como matriz (polímero isolante, substrato poroso, etc.), que permita a obtenção de um composto com condutividade modelada e a possibilidade de usar técnicas de processamento de polímeros. Apesar de poucos trabalhos serem relatados na literatura sobre o uso de polímeros condutores em absorvedores de radiação eletromagnética, muitos esforços têm sido realizados para a compreensão das propriedades elétricas e magnéticas em função da síntese (química e eletroquímica), tipo de dopante (ácidos orgânicos e inorgânicos), nível de dopagem e pH do meio reacional [6,7].

Dentro deste contexto, com objetivo de desenvolver materiais compósitos absorvedores de radiação eletromagnética, foram processados primeiramente, estruturas multicamadas individuais, isto é, nãotecidos de poli(tereftalato de etileno) (PET) e poliacrilonitrila (PAN), impregnados com tinta à base de polianilina e poliuretano; que deram origem aos compósitos absorvedores.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

No processamento dos compósitos absorvedores, primeiramente foram impregnados individualmente, substratos poliméricos, tipo não-tecido, de poli(tereftalato de etileno) e poliacrilonitrila (20 x 20 cm); com formulações à base de polianilina (de 10 e 15% (m/m)) e aditada em matriz de poliuretano. A impregnação foi realizada via método convencional de pintura, isto é, usando pincel, para formar as estruturas multicamadas. Foram processadas três mantas para cada substrato: sendo que um, com quatro camadas de formulação com 15% (m/m) de polianilina; e com a formulação de 10% (m/m), foram processados uma manta com duas camadas e a outra, com uma única camada (Fig. 1).

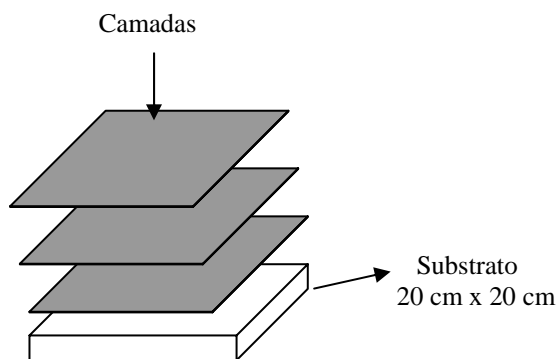


Fig. 1. Esquema utilizado para as impregnações nos substratos.

Após o processamento das mantas individuais com as multicamadas impregnadas, os substratos foram empilhados da seguinte forma: primeiramente a manta com quatro camadas, sobre esta foi colocada a com duas camadas e finalizando com a manta com única camada impregnada. Visando formar o compósito, foi promovida a adesão entre as mantas impregnadas, com resina epóxi; e a cura, foi promovida sob pressão e temperatura (Fig.2).

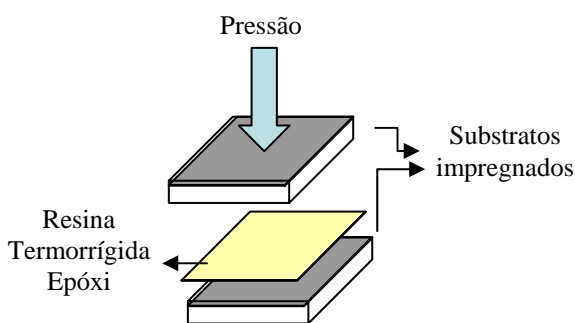


Fig. 2. Esquema utilizado para o processamento do compósito absorvedor.

A caracterização eletromagnética dos materiais processados foram realizada por medidas de refletividade/absorção da radiação incidente no material utilizando a técnica do arco NRL (*Naval Research Laboratory*) [8-10].

Este dispositivo (Fig. 3) consiste em uma estrutura no formato de arco, em madeira, que permite posicionar antenas (tipo cornetas) emissoras e receptoras de radiofrequência, conforme a faixa a ser analisada; para este trabalho; antenas

que transmitem e recebem a banda X do espectro eletromagnético (de 8 a 12 GHz). As amostras foram posicionadas, no centro de curvatura do arco, sobre um pedestal. Visando simular a movimentação do alvo em relação ao radar, foram avaliadas as atenuações da radiação em diferentes ângulos de incidência da onda eletromagnética nos materiais processados; assim, os seguintes ângulos foram medidos: 10, 15, 20 e 25 graus. A vantagem deste método em relação às outras técnicas possíveis para avaliação eletromagnética, como a utilização de guia de ondas, é que permite avaliar amostras em maior dimensão. O material de referência para a avaliação da eficiência dos MARES processados, foi uma placa de alumínio, que é 100% refletor ou 0% absorvedor.

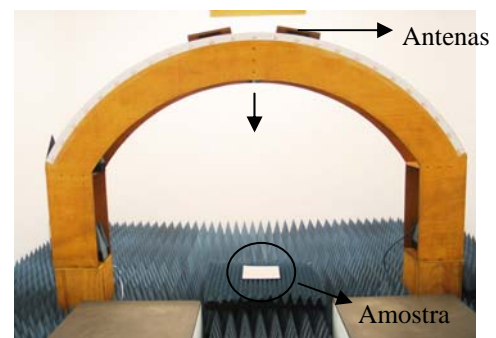


Fig. 3. Estrutura do arco NRL utilizada para avaliação dos materiais processados.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figs. 4 e 5 apresentam as curvas relativas às propriedades eletromagnéticas dos compósitos multicamadas formados com os substratos de poli(tereftalato de etileno) e poliacrilonitrila, respectivamente. A linha preta, localizada em aproximadamente -52 dB, corresponde à avaliação do material de referência, isto é, os substratos sem aplicação do MARE, posicionado sobre placa metálica de alumínio, que é utilizada nas medidas de refletividade/absorção, sendo esse 100% refletor, isto é, 0% de absorção. As curvas referentes à placa metálica e ao substrato coincidem, devido aos substratos ser transparente às microondas.

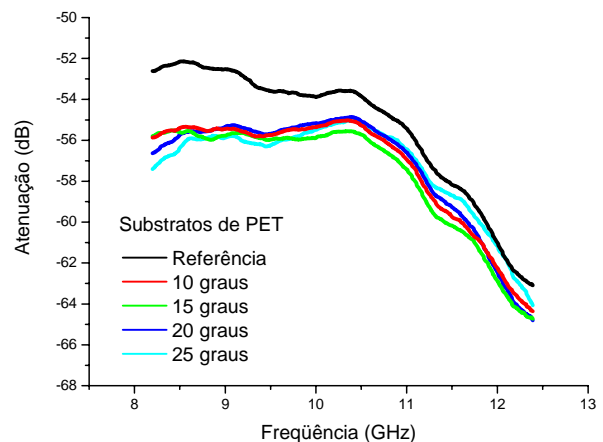


Fig. 4. Avaliação eletromagnética dos compósitos processados com substratos de PET.

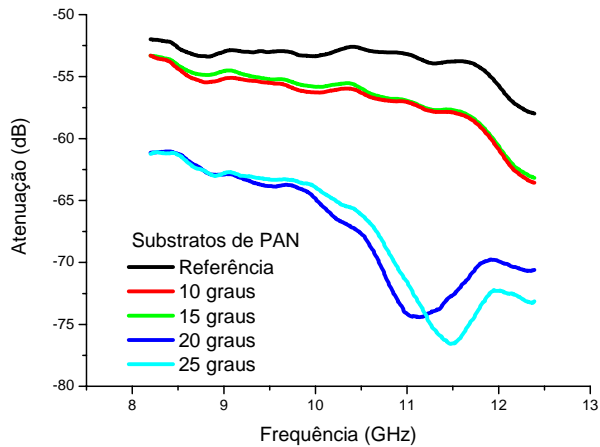


Fig. 5. Avaliação eletromagnética dos compósitos processados com substratos de PAN.

Para os MAREs processados com PET (Fig. 4), pode-se observar que se comportam como um absorvedor de banda estreita; e de modo geral, para todas as avaliações realizadas, com variação no ângulo de incidência da onda eletromagnética, apresentam atenuação de 5 dB em média (-58 dB), correspondendo a 68% de absorção da radiação incidente. Observa-se, ainda para o compósito formado com PET, que a partir de 10 GHz, não ocorre absorção. Isto sugere que, este compósito, formado a partir de uma, duas e quatro camadas de formulação, não seja adequado para utilização em maiores frequências.

A análise destas curvas evidencia que não houve acréscimo da atenuação da radiação quando o ângulo de incidência da onda no material se afasta da normal. Para os materiais processados com PAN (Fig. 5), as curvas mostram tendência à banda larga e apresenta ressonância para ângulos maiores de incidência no material. Em relação ao material referência (-52 dB), atenuam próximo de 3 a 11 dB, correspondendo a absorção de 50 a 92% da onda eletromagnética incidente. Nota-se para os compósitos formados com substratos de PAN, que a combinação das multicamadas impregnadas, favoreceram a atenuação da radiação incidente no material.

Em relação à variação do ângulo de incidência simulado pelo arco NRL, observa-se para ambos compósitos absorvedores processados, que a medida que o ângulo aumenta, o material se comporta de modo mais eficiente quanto a absorção da radiação eletromagnética.

IV. CONCLUSÕES

Os comportamentos distintos de atenuação da radiação eletromagnética dos materiais processados com PAN e PET, sugerem que a característica de condução elétrica está relacionada com a quantidade de centro absorvedor presente nestes e nos substratos, componente isolante do MARE; modificando a impedância do absorvedor, e definindo, por consequência, o comportamento da atenuação da radiação incidente. A atenuação dos materiais processados com PAN apresentaram melhores valores de atenuação, 90% em média, na faixa de frequência de 8 a 12 GHz; o que conduz à conclusão que as formulações relativas ao processamento multicamadas são eficientes para obtenção de material absorvedor de radiação.

REFERÊNCIAS

- [1] L.C. Folgueras; M.C. Rezende "Multilayer radar absorbing material processing by using polymeric nonwoven and conducting polymer" *Material Research*, vol. 11, no. 3, pp. 245-249, 2008
- [2] P.T.R. Mendonça *Materiais Compostos e Estrutura Sanduiche*. Projeto e Análise. Ed. Manole, v.1, p.3-24, 2005.
- [3] P.G. Bruce *Chemistry of Solid State Materials 5: Solid State Electrochemistry*. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- [4] L. Olmedo, P. Hourquebie, F. Jousse *Handbook of organic conductive molecules and polymers*. New York: John Wiley and Sons, v. 3, 1997.
- [5] C.A. Balanis, *Advanced Engineering Eletromagnetics*. New York: John Wiley Sons, 1989.
- [6] A. Nath, M. Kanungo, A.Q. Contractor "In situ measurement of PH in the interior of conducting polymer microtubes", *J. Electroanalytical Chem.*, vol. 557, pp. 119-125, 2003.
- [7] J. Prokes, J. Stejskal "Polyaniline prepared in the presence of various acids 2. Thermal stability of conductivity", *Polymer Degradation and Stability*, vol. 86, pp. 187-195, 2004.
- [8] S.M. Lee, *International Encyclopedia of Composites*, New York: VHC Publishers, 1991.
- [9] M.I. Skolnik, *Radar Handbook*, New York: McGraw Hill Book Company, 1970.
- [10] E.F. Knott, J.F. Schaeffer, M.T. Tuley *Radar Cross Section*, Artech House Inc., New Jersey, 1985.