

Desenvolvimento e Caracterização Eletromagnética de Blendas PANi-DBSA/Silicone

Joseane Mercia R.P Gonçalves,

Divisão de Materiais – IAE/ CTA, Praça Mal-do-Ar Eduardo Gomes, 50, 12228-904, São José dos Campos-SP.
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Praça Mal-do-Ar Eduardo Gomes, 50, 12228-904, São José dos Campos – SP.

Valéria de Jesus G. Souza, Cristina Lopez Moniz, Mirabel Cerqueira Rezende
Divisão de Materiais – IAE/ CTA, Praça Mal-do-Ar Eduardo Gomes, 50, CEP 12228-904, São José dos Campos-SP.

Rogério Scatena Biscaro

Divisão de Materiais – IAE/ CTA, Praça Mal-do-Ar Eduardo Gomes, 50, CEP 12228-904, São José dos Campos-SP.

Resumo — Os materiais absorvedores de radiação eletromagnética à base de polímeros condutores apresentam a capacidade de converter energia eletromagnética em energia térmica por meio de mecanismos de perda ôhmica, que resultam da condutividade elétrica e da corrente de deslocamento em função da frequência desse tipo de centro absorvedor. Na classe dos polímeros condutores, a polianilina (PANi) é um dos polímeros mais economicamente viáveis, já que sua obtenção não requer condições especiais e o custo médio dos reagentes é baixo. Este trabalho apresenta a metodologia utilizada na preparação das blendas PANiDBSA/Silicone e a discussão dos resultados obtidos nas medidas de refletividade.

Palavras-chaves — blendas, polianilina, refletividade, silicone, radiação eletromagnética.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de polímeros sintéticos teve início no começo do século 20, mas apenas às vésperas da Segunda Guerra Mundial, os polímeros começaram a ser preparados e os conceitos que permeiam essa classe de materiais começaram a ser estudados. Por volta dos anos 50 surgiu a idéia de associar as propriedades elétricas dos metais às propriedades mecânicas dos polímeros, por meio da incorporação de cargas condutoras (negro de fumo, fibras metálicas ou fibra de carbono) e, neste caso, surgem os chamados “polímeros condutores extrínsecos” (extrínsecos, pois a carga é adicionada). Porém, recentemente uma outra classe de materiais condutores, os polímeros condutores intrínsecos, vem sendo estudada e suas propriedades específicas têm contribuído muito para uso em diversas aplicações nas áreas da engenharia, química e médica [16,17].

A grande vantagem da utilização dos polímeros condutores no processamento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE) vem da extensa versatilidade química que esses polímeros apresentam, principalmente a polianilina [18].

Os materiais condutores e semicondutores têm sido extensivamente utilizados na área de microeletrônica, especificamente no processamento de informações, na interconexão de circuitos integrados, na proteção contra descargas eletrostáticas e na blindagem de interferência eletromagnética de equipamentos eletroeletrônicos [1].

Os polímeros condutores intrínsecos (PCI), especificamente, continuam atraindo a atenção de inúmeros grupos de pesquisa desde a sua descoberta, devido, principalmente, à sua versatilidade química, que permite a sua aplicação nas mais diversas áreas tecnológicas e comerciais [2,3], abrangendo desde as áreas médicas e biológicas até microeletrônica e telecomunicações, como por exemplo, músculos artificiais, dispositivos eletrocromáticos, capacitores, eletrodos, revestimentos antiestáticos e de proteção contra interferência eletromagnética [4].

Os MARE são assim denominados por possuírem propriedades físico-químicas que lhes permitem converter a energia de uma onda eletromagnética em calor, envolvendo, para isso, a excitação da estrutura molecular via vibração de moléculas e inversão de spin. Estes materiais são geralmente preparados pela adição de centros absorvedores de radiação como alguns materiais carbonosos (negro de fumo), óxidos cerâmicos [5] e, mais recentemente, os polímeros condutores [6] em uma matriz polimérica. A grande vantagem da utilização dos polímeros condutores em MARE vem da extensa versatilidade química que esses polímeros apresentam, principalmente a polianilina, que permite o controle e o modelamento de suas propriedades físico-químicas, favorecendo, assim, a obtenção de materiais com uma grande eficiência, associada com o seu baixo custo de síntese e, principalmente, à sua baixa massa específica^[6]. Esta é uma característica essencial do material quando se refere às aplicações nas áreas aeronáutica e militar, por exemplo na construção de equipamentos e veículos ‘stealth’. Exemplos recentes do sucesso do desenvolvimento e da aplicação de MARE em campos estratégicos podem ser encontrados na aeronáutica, como a aeronave americana de combate (caça) F-117A e o bombardeiro B-2 [7].

Alguns avanços foram alcançados na processabilidade da polianilina pelo desenvolvimento de um método de solubilização da PANi em uma grande variedade de

Joseane M.R.P. Gonçalves, joseaneg@iae.cta.br, Tel +55-12-39476473; Mirabel Cerqueira Rezende, mirabel@iae.cta.br, Tel +55-12-39476420, Fax +55-12-39476405. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo COMAER, através do Projeto MARE, pela FINEP, CNPq e FAPESP.

solventes, que geralmente são utilizados na preparação de polímeros comerciais [8,9]. Este método se baseia no uso de ácidos protônicos funcionalizados (APF), que formam um complexo com o polímero e promovem, ao mesmo tempo, dopagem e solubilidade da PANi em vários solventes orgânicos. Os ácidos mais utilizados são: *p*-tolueno sulfônico (TSA), dodecilbenzeno sulfônico (DBSA) e *d,l*-cânfor sulfônico (CSA).

As matrizes poliméricas são normalmente utilizadas como suporte para as partículas responsáveis pela absorção da radiação e a escolha do polímero a ser utilizado depende do tipo de aplicação do absorvedor processado. Como exemplo, pode-se citar a utilização de materiais absorvedores na forma de mantas de borracha, tintas, tecidos e não tecidos [10].

O termo blindas poliméricas é utilizado para designar os materiais obtidos a partir da mistura de dois ou mais polímeros ou copolímeros [11,12]. A obtenção e a classificação das blindas estão diretamente ligadas a alguns fatores importantes como, o equilíbrio e o comportamento interfacial, interações físicas e químicas entre os componentes e suas morfologias [11,13].

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é contribuir com a busca por novos conhecimentos e pelo aperfeiçoamento nos métodos de preparação de blindas condutoras, mais especificamente neste trabalho, a preparação de mantas de borracha de silicone aditada com diferentes concentrações de PANi, no intuito de se obter um material absorvedor de radiação eletromagnética (MARE) onde ocorra a dissipação da carga estática e a atenuação da radiação eletromagnética na banda X.

II. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Preparação da Blenda

O processamento dos compósitos para obtenção do MARE envolve dois processos principais: o da dispersão e homogeneização do centro absorvedor (polianilina) e do agente de cura na matriz polimérica de silicone, e outro da cura e moldagem. Para a obtenção das blindas de PANi/silicone, o polímero condutor PANi foi secado em estufa a vácuo a 60°C por 1 hora, macerado em almofariz e misturado com o silicone até mistura homogênea para, então, acrescentar o agente de cura. As amostras obtidas foram preparadas em diferentes (Tabela I) concentrações de PANi e do agente de cura e colocadas em moldes de teflon com espessuras variadas (de $\approx 2,88$ a 3,13 mm).

TABELA I. FORMULAÇÃO DAS BLENDA ABSORVEDORAS.

Amostra	% Pani	Espessura (mm)	Condição de cura
S ₃	20	2,88	T amb, 12 % cat.
S ₇	15	3,13	T amb, 12 % cat.
S ₁₀	20	2,88	T amb, 12% cat, Pós Cura à T 70°C por 2h.

Caracterização das Propriedades eletromagnéticas e Perdas por Reflexão

O método de caracterização eletromagnética adotado foi baseado na técnica de medidas de refletividade em guia de ondas, utilizando um acoplador direcional na faixa de frequências de 8,2 a 12,4 GHz (Hewlett-Packard), modelo X752C, ligado a um analisador de rede escalar HP 8757 A (Hewlett-Packard) e a um gerador de sinais sintetizado 83572 A (Agilent), cabos coaxiais (Adam Russel e Suhner) de baixas perdas, adaptadores coaxiais (Suhner) de baixas perdas e um microcomputador PC, com interface GPIB (General Purpose Interface Bus). Como material de referência (100% refletor) foi utilizado uma placa de alumínio. A Fig.1 apresenta a configuração experimental do sistema simplificado para as medidas de refletividade.

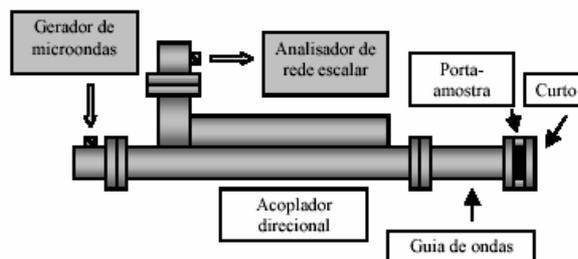


Figura 1. Configuração experimental simplificada para as medidas de perda por reflexão.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Medidas de Refletividade

A radiação eletromagnética, quando incide em um material, pode ser total ou parcialmente refletida, dependendo das características dos materiais e da frequência da radiação incidente [8]. Existem materiais refletores, parcialmente refletores e os materiais capazes de absorver parte significativa da radiação incidente. Estas características dos materiais podem ser avaliadas *via* medidas de refletividade.

Foram feitas medidas de refletividade das amostras e observa-se na Fig. 2 que, para amostras com a mesma concentração do aditivo (PANi-DBSA) e espessuras diferentes (em torno de 2,88 a 3,13 mm), ocorre um aumento da atenuação de 8 dB para 18 dB para a espessura de 3 mm e um deslocamento da frequência de absorção.

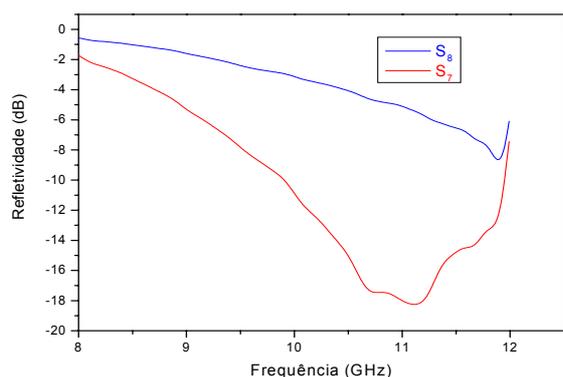


Figura 2. Curvas de refletividade das blindas S_8 e S_7 em função da frequência.

O comportamento físico destes materiais pode ser expresso, basicamente, por dois fenômenos: perdas ôhmicas (por condução elétrica) e perdas provocadas por relaxação dipolar [14,15]. O fenômeno de perda ôhmica está associado com a presença de cargas livres no material e a sua contribuição para a perda de energia pode ser observada no espectro estudado (GHz). Porém, devido às fortes ligações químicas que limitam a reorientação das moléculas presentes em materiais sólidos esta perda é de baixa intensidade. No caso de materiais que apresentam uma baixa perda por condução, a contribuição da perda por relaxação dipolar é mais significativa em frequências mais baixas (dezenas de MHz).

Na Fig. 3, compara-se a mesma formulação da blanda, porém na amostra S_{10} realizou-se um tratamento de pós-cura na temperatura de 70°C por duas horas, para eliminação dos voláteis. Esse tratamento fez com que ocorresse um aumento na porcentagem de energia absorvida.

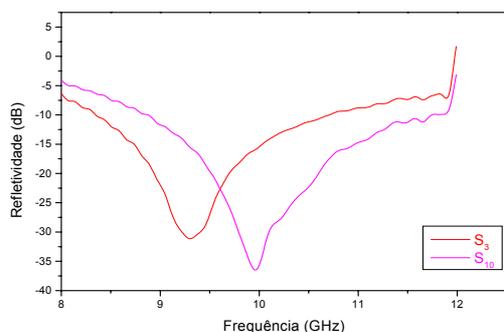


Figura 3. Curvas de refletividade das blindas de mesma formulação S_3 e S_{10} em função da frequência (em GHz).

Verificou-se que, com o tratamento térmico dado à blanda, os valores de atenuação obtidos foram alterados para valores superiores a -35 dB, equivalendo a valores maiores que 99,9% da radiação incidente.

IV. CONCLUSÕES

O presente trabalho mostra a influência da espessura e do tratamento térmico do silicone nas medidas de refletividade para o material absorvedor de radiação eletromagnética à base de polianilina. Os resultados permitem concluir que maiores valores de espessura aumentam a atenuação da radiação incidente (~ 18 dB) e a completa cura do silicone,

permite o ajuste da impedância do material favorecendo ainda mais a atenuação da radiação (~ 35 dB).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Comando da Aeronáutica, da FINEP, do CNPq e da FAPESP.

REFERÊNCIAS

- [1] Angelopoulos, M. Journal of Research and Development. IBM, v. 45, 2001
- [2] Kaner, R. B.; MacDiarmid, A. G., Scientific American, 60, 1988.
- [3] Okabayashi, K.; Goto, F.; Abe, K. Synthetic Metals, v. 18, p. 365, 1987.
- [4] Ellis, J. R., Handbook of Conducting Polymers, T.A. Skothein (ed.), Marcel Dekker Inc., Nova Iorque, v. 1, p. 489, 1986.
- [5] Interativa, editorial: Hiding from radar, v. 11, p. 1191, 1988.
- [6] Olmedo, L.; Hourquebie P.; Jousse F., Advanced Materials, v.5 (5), p. 373, 1993.
- [7] Stonier, R. A. Sampe Journal, v. 27 (4), p. 9, 1991.
- [8] MacDiarmid, A. G.; Epstein, A. J. Synthetic Metals, v. 64, p. 103, 1994.
- [9] Angelopoulos, M., Dipietro, R., Zheng, W. G., MacDiarmid, A. G.; Epstein, A. J., Synthetic Metals, v.84, p.35, 1997.
- [10] Faez, R.; Martin, I. M.; De Paoli, M.-A.; Rezende, M. C. Journal of Applied Polymer Science, v. 83, p. 1568, 2002.
- [11] Zilberman, M.; Titelman, G.I.; Siegmann, A.; Haba, Y.; Narkis, M.; Alperstein, D. Journal of Applied Polymer Science, v.66, p. 15, 1993.
- [12] Freitas, S.P.; De Paoli, M.-A. Synthetic Metals, v.102, p. 1012, 1999.
- [13] Faez, R. and De Paoli, M.-A. European Polymer Journal, v.37, p. 1139, 2001.
- [14] Neoh, K.G.; Pun, M.Y.; Kang, E.T. e Tan, K.L.; Synthetic Metals, v.73, p.209, 1995.
- [15] Folgueiras, L.C.; Faez, R.; Rezende, M. C.; X Simpósio da Sociedade Brasileira de Microondas e Optoeletrônica, Recife, 2002.
- [16] Miller, J.S. Conducting Polymers – Materials of Commerce. Advanced Materials, v. 5, n. 9, p. 671-676, 1993.
- [17] Wessling, B. Dispersion as the link between basic research and commercial applications of conductive polymers (polyaniline). Synthetic Metals, v. 93, p.143-154, 1998.
- [18] Hourquebie, P.; Olmedo, L. Influence of structural parameters of conducting polymers on their microwave properties. Synthetic Metals, v. 65, n.1, p. 19-26, 1994.