

# Caracterização das Capuchanas do Sistema de Lançadores de Despistadores de Mísseis do Chaff

Magali S. Pinho<sup>1</sup>, Maria Inês Bruno<sup>2</sup>, Arnaldo Miceli<sup>1</sup>, Priscila S.T.A. Paula<sup>1</sup>, Roberto C. Lima<sup>1</sup>,  
Vicente R. M. Linhares<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas da Marinha, Rua Ipiru, n° 2, Praia da Bica, Jardim Guanabara, Ilha do Governador, RJ.

<sup>2</sup> Instituto de Macromoléculas Prof. Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Bloco J, Av. Horácio Macedo, 2030, RJ.

**Resumo** — Neste trabalho, as capuchanas, coberturas de proteção do Sistema de Lançadores de Despistadores de Mísseis do Chaff (SLDM), foram caracterizadas pelas técnicas de Ressonância Magnética Nuclear (NMR) em solução, Análise Térmica (TG e DSC) e Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) objetivando a produção nacional desse material pelo processo de moldagem por injeção. As capuchanas foram caracterizadas como constituídas por um copolímero atático de estireno-acrilonitrila (S-AN), carregado com negro de fumo.

**Palavras-chaves** — Materiais compostos, NMR, Caracterização.

## I. INTRODUÇÃO

Os recursos de Guerra Eletrônica (GE) para defesa de um navio não se restringem ao emprego do MAGE (Medida de Apoio à Guerra Eletrônica) ou de CME (Contramedida Eletrônica), mas também, envolvem uma gama de despistadores, de acordo com o tipo de ameaça. O emprego mais comum é contra mísseis com guiamento final por radar ativo ou contra radares de acompanhamento ativos. Entretanto, também são empregadas técnicas de GE, utilizando despistadores específicos, contra mísseis com guiamento final por infravermelho, laser e radar passivo, assim como, contra torpedos com guiamento final por sonar.

O tipo mais comum de despistador empregado contra mísseis com guiamento final por radar ativo ou contra radares de acompanhamento ativos é o Chaff. Em linhas gerais, o Chaff consiste de um pacote de filamentos de fibra de vidro aluminizadas cortados em função do comprimento de onda da faixa de frequência, onde se deseja gerar a interferência, e semeados em uma posição tal, em relação à plataforma a ser defendida, de forma que seja interpretado pelo radar inimigo como um alvo real e o atraia. A capuchana, ilustrada na Fig. 1, é um material compósito polimérico utilizado como revestimento protetor do Sistema de Lançadores de Despistadores de Mísseis (SLDM) do Chaff.



Fig. 1. Ilustração da capuchana do SLDM

A técnica de Ressonância Magnética Nuclear (NMR) é uma poderosa ferramenta na identificação e caracterização de compósitos poliméricos via assinalamento químico.

A análise térmica é um conjunto de técnicas que permite medir as mudanças de uma propriedade física ou química de uma substância ou material em função da temperatura ou do tempo.

A Termogravimetria (TG) ou análise termogravimétrica baseia-se no estudo da variação de massa de uma amostra resultante de uma transformação física (sublimação, evaporação, condensação) ou química (degradação, decomposição, oxidação) em função do tempo ou da temperatura enquanto que a Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) mede as temperaturas e o fluxo de calor associado com as transições dos materiais.

A Espectroscopia de Absorção na Região de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) é uma técnica instrumental rápida que pode evidenciar a presença de vários grupos funcionais em compostos. A radiação de infravermelho corresponde à parte do espectro situada entre as regiões do visível e das micro-ondas e a de maior interesse para os compostos orgânicos está situada entre  $4000\text{cm}^{-1}$  e  $400\text{cm}^{-1}$ .

As capuchanas do SLDM foram caracterizadas pelas técnicas de Termogravimetria (TG), Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), Ressonância Magnética Nuclear (NMR) e Espectroscopia na Região de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).

M. S. Pinho, magali@ipqm.mar.mil.br, Tel +55-21-21265753, M. I. Bruno, mibt@ima.ufrj.br, A. Miceli, arnaldo@ipqm.mar.mil, P. Paula, priscila.simoas@ipqm.mar.mil, R. C. Lima, roberto@ipqm.mar.mil.br, V. Linhares, vicente@ipqm.mar.mil.br.

## II. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A. EXPERIMENTAL

Nas técnicas de TG e DSC foram utilizados os analisadores da Shimadzu, modelo TGA-50 e DSC-50, atmosfera de nitrogênio a 30 mL/min, com taxas de aquecimento de 20°C/min e 5°C/min e cadinhos de platina e alumínio, respectivamente.

Para a técnica de NMR foi utilizado o Espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear (NMR) Varian, modelo 300, com intervalo entre pulsos de 6s. A técnica em solução utilizou  $\text{CDCl}_3$ , núcleo de C-13 e frequência de 75,4 MHz.

Na espectroscopia de FTIR o equipamento utilizado foi o Excalibur 3100 da Varian utilizando-se a técnica de ATR (Reflectância Total Atenuada).

### B. RESULTADOS

A amostra apresentou completa solubilidade em  $\text{CDCl}_3$ . O tempo de relaxação ideal foi otimizado para esta análise quantitativa. O espectro de NMR, Fig. 2, indica que o  $\text{CDCl}_3$  foi apropriado para o assinalamento dos deslocamentos químicos, possibilitando a identificação e quantificação da estrutura da amostra polimérica analisada, tendo sido observada a não interferência deste solvente nos sinais detectados (em torno de 77 ppm). Os desdobramentos observados a partir de 139 ppm indicam uma distribuição aleatória dos monômeros apresentados sob a forma de tríades, com não taticidade. A quantificação destes monômeros foi feita pelo método de integração das áreas indicando que o material analisado consiste de um copolímero atático de estireno-acrilonitrila (S-AN), comercialmente conhecido como resina SAN, apresentando a composição percentual em peso de  $85 \pm 8,5$  para S e  $15 \pm 1,5$  para AN. A margem de erro de 10 % foi relativamente alta, em função do alargamento dos picos, gerado pelo emprego de negro de fumo como carga.

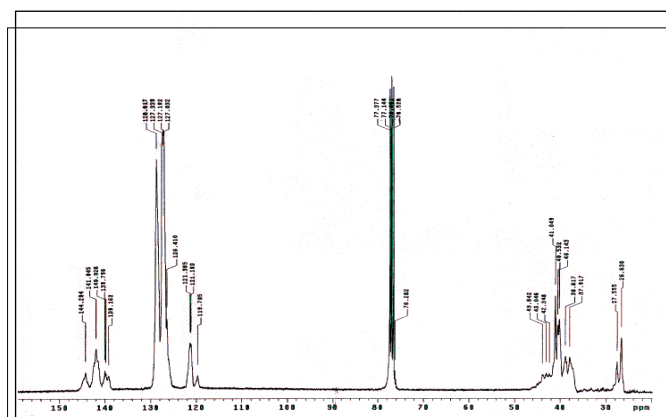


Fig. 2. Espectro de NMR de C-13 da capuchana

Pelo espectro de FTIR, Fig. 3, podem ser observadas as absorções em 3060 e 3020 $\text{cm}^{-1}$  correspondentes aos

estiramentos assimétrico e simétrico de  $=\text{CH}_2$  aromático, respectivamente. As absorções referentes ao grupamento vinil foram observadas em 1742 e 1453 $\text{cm}^{-1}$ , atribuídas às deformações vibracionais de CH fora do plano e no plano, respectivamente. Em 2240 $\text{cm}^{-1}$  foi observada a absorção referente ao grupamento  $-\text{C}\equiv\text{N}$  do monômero acrilonitrila.

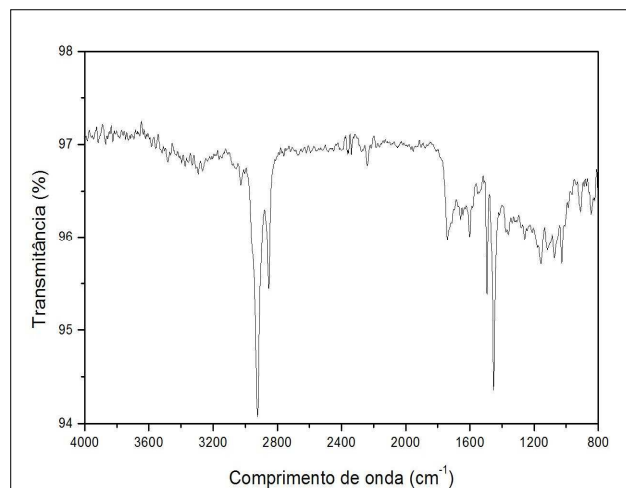


Fig. 3: Espectro de FTIR da capuchana

Pela análise do comportamento térmico, a curva de TG representada na Fig. 4, apresentou na temperatura inicial de aproximadamente 350°C e término em 440°C, uma perda de massa de aproximadamente 98% para o copolímero. O percentual de 2 % em peso pode ser atribuído à presença de negro de fumo.

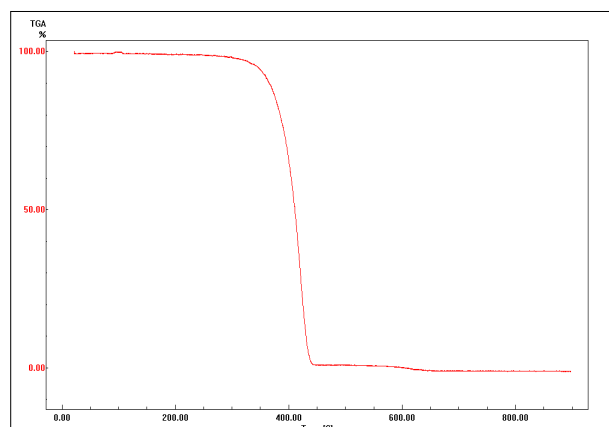


Fig. 4: Curva de TG da capuchana

A curva de DSC, Fig. 5, apresentou uma temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ), confirmada pelo segundo aquecimento, de aproximadamente 100°C para este copolímero atático, bem próxima a do monômero presente em maior percentual, determinado por NMR.

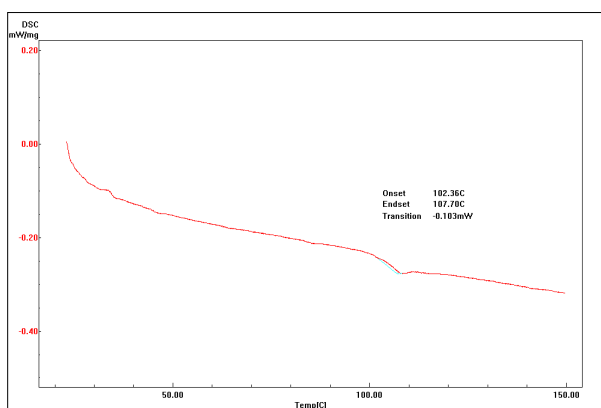


Fig. 5: Curva de DSC da capuchana

### III. CONCLUSÕES

A técnica de NMR possibilitou a identificação e a determinação da composição percentual em peso dos monômeros do copolímero de estireno-acrilonitrila (S-AN), cujos percentuais corresponderam a 85 e 15%, respectivamente. A não taticidade e baixa cristalinidade deste copolímero objetivaram uma menor resistência ao impacto, corroborada pela adição de 2% em peso de negro de fumo, além do fator econômico em relação ao copolímero isotático. O valor de T<sub>g</sub>, em torno de 100°C, foi próximo ao do monômero presente em maior percentual (85%). O espectro de FTIR corroborou os resultados fornecidos pelas demais técnicas, evidenciando o emprego do copolímero atático de estireno-acrilonitrila (S-AN), carregado com negro de fumo.

### REFERÊNCIAS

- [1] Q. T. Pham, R. Petiand, H. Waton, M. F. L. Darricade, *Proton and Carbon NMR Spectra of Polymers*, Penton Press, London, 1991, pp. 260, 273 e 274.
- [2] E. B. Mano, L. C. Mendes, *Identificação de Plásticos, Borrachas e Fibras*, Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 2000, pp. 9 e 36.
- [3] E.B.Mano, *Introdução a Polímeros*, Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1985, pp. 10, 56 e 108.
- [4] K. Nakanishi, *Infrared Absorption Spectroscopy*, Nankodo Company Limited, Tokyo, 1962, pp. 24, 26 e 28.
- [5] M. S. Pinho, "Síntese e Caracterização de Polianilina e sua Utilização na Obtenção de Misturas Físicas e Compósitos com Policloropreno", Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997, pp. 72.
- [6] C. G. Mothé, A. D. Azevedo, *Análise Térmica de Materiais*, iEditora, São Paulo, 2002, pp. 21, 27 e 115.
- [7] P. S. T. A. Paula, "Revestimento Fenólico a Partir de LCC para Cerâmicos: Síntese e Caracterização", Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004, pp. 40.