

## Efeito da Cristalização Induzida por Estiramento na Interface Poliuretana-Nanotubo de Carbono

Magnovaldo C. Lopes\* (PG), Marco-Túlio F. Rodrigues (PG), Glaura G. Silva (PQ).  
\*magnovaldocl@yahoo.com.br

Departamento de Química, UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, CEP.: 31270-901.

Palavras Chave: nanotubo de carbono, poliuretana, compósito

### Introdução

As poliuretanas termoplásticas (TPUs) constituem uma classe de polímeros que pode apresentar uma ampla gama de propriedades, em boa parte devido à ocorrência de segregação dos domínios rígidos e flexíveis<sup>1</sup>. Os nanotubos de carbono (NTs) possuem grandes módulo de elasticidade e resistência à tração, o que, combinado com uma elevada razão de aspecto, os torna excelentes cargas para aprimorar as propriedades mecânicas de polímeros.

As propriedades de um material podem variar quando este é submetido a tensões mecânicas. No caso específico da TPU utilizada neste trabalho, o estiramento do polímero induz a formação de cristalitos<sup>2</sup>. O objetivo do trabalho é preparar compósitos de TPU e nanotubos de carbono ultralongos alinhados e avaliar como a formação dos cristalitos está associada à interação com os nanotubos. As amostras foram investigadas por diversas técnicas, entre elas a calorimetria exploratória diferencial (DSC) e análise térmica dinâmico-mecânica (DMA). Experimentos de Espectroscopia Raman com amostras estiradas estão em andamento.

### Resultados e Discussão

No trabalho foram utilizados nanotubos de paredes múltiplas, com diâmetro médio de 70 nm e comprimentos da ordem de 3 mm. Os nanotubos estão alinhados e são ondulados, de modo a formar um carpete poroso. A morfologia dos NTs pode ser observada na Figura 1. A infiltração de solução do polímero nos poros seguida de secagem rigorosa leva à formação do compósito.

Medidas de DSC mostram a formação de cristalitos após o estiramento do polímero puro, como mostrado na Figura 2. Um fato interessante é que, quando o estiramento é mantido por uma semana, o pico de fusão apresenta uma área maior, o que indica uma maior cristalinidade. Assim, possivelmente a cristalização induzida por estiramento possui uma cinética lenta.

Medidas preliminares de Espectroscopia Raman de amostras de TPU sob estiramento mostraram que não ocorrem alterações espectrais. Os espectros obtidos para os compósitos não

apresentam grandes modificações se comparados aos do NT, o que pode indicar pouca cobertura da TPU sobre o nanotubo.

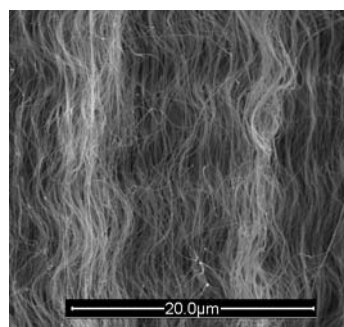


Figura 1. Imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura dos NTs com ampliação de 2500x.

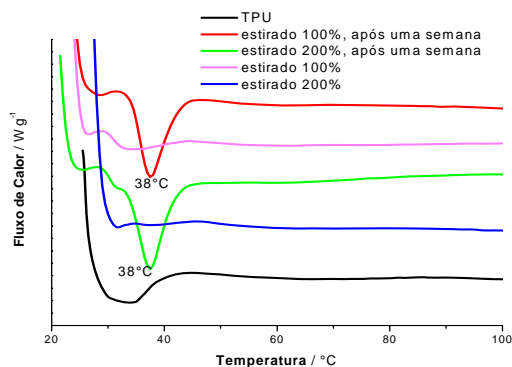


Figura 2. Curvas DSC das amostras de TPU estiradas até diferentes comprimentos finais e por diferentes períodos.

### Conclusões

A ocorrência de cristalização induzida por estiramento e a sua dependência temporal foram observadas nas curvas DSC. Entretanto, a formação de cristalitos não levou a mudanças visíveis nos espectros Raman em medidas preliminares. Os experimentos subsequentes serão conduzidos com estiramentos superiores e tempos mais longos a fim de evidenciar efeitos da presença de nanotubos na cristalização da TPU.

<sup>1</sup> Silva, G. G.; Rodrigues, M.-T. F.; Fantini, C.; Borges, R. S.; Pimenta, M. A.; Carey, B. J.; Ci, L. e Ajayan, P. M., *Macromol. Mater. Eng.* **2011**, 296, 53.

<sup>2</sup> Koerner, H.; Kelley, J. J.; Vaia, R. A., *Macromolecules* **2008**, 41, 4709.