

Síntese de nanocompósitos poli(metacrilato de metila) (PMMA)/nanotubos de carbono (NTCPM) via polimerização *in situ* assistida por ultrassom

Leonardo Polli*, Julio R. Bartoli.

Resumo

Sintetizou-se o nanocompósito PMMA/NTCPM via polimerização *in situ* assistida por ultrassom visando a incorporação das propriedades condutoras dos nanotubos na matriz polimérica. Foram produzidos filmes finos via casting e blade coating. A incorporação dos nanotubos na matriz polimérica foi eficiente, evidenciado pelo caráter semicondutor dos filmes do nanocompósito sintetizado.

Palavras-chave:

Nanotubos de carbono, PMMA, polimerização *in situ*.

Introdução

Os nanotubos de carbono foram descobertos em 1991 por Iijima, desde então vêm despertando grande interesse nos estudos que envolvem nanotecnologia, devido às suas excelentes propriedades mecânicas, elétricas e térmicas. Os nanotubos de carbono de paredes simples ou múltiplas (NTCPM) são especialmente interessantes quando utilizados como nanocargas em compostos poliméricos. Suas excelentes propriedades podem ser incorporadas à matriz polimérica mesmo em teores relativamente baixos devido à elevada superfície específica das nanopartículas (Grossiord *et al.*, 2006). O poli(metacrilato de metila) (PMMA) é um polímero da classe dos termoplásticos de uso comum e com elevada transparência e rigidez mecânica, de custo relativamente baixo. O objetivo deste trabalho é incorporar as propriedades elétricas condutoras dos nanotubos de carbono de paredes múltiplas (NTCPM) à matriz polimérica de PMMA, que é um polímero dielétrico, e produzir filmes finos via *casting* e *blade coating*. NTCPM funcionalizados também são investigados. O interesse é obter um nanocompósito que una as características do PMMA com a capacidade condutora dos nanotubos.

Resultados e Discussão

Os nanocompósitos PMMA/NTCPM foram sintetizados via polimerização *in situ* assistida por ultrassom, em clorofórmio, com teor de nanotubos de 1% (massa). Utilizou-se o iniciador AIBN e a amplitude da sonda de ultrassom de 26% (25 min ativos no início da reação). Foram realizadas sínteses com quatro tipos de NTCPM: funcionalizados via cicloadição (1), com amidas de lítio (2) e com sais de diazônio (3), e não-funcionalizado ou pristino (4). Nanocompósitos sintetizados em trabalhos anteriores com diferentes teores da nanotubo também foram analisados. Foram produzidos filmes finos dos nanocompósitos pelas técnicas *casting* e *blade coating* para caracterização elétrica.

Os filmes produzidos via *casting* apresentaram espessura da ordem de 200 μm (filmes negros). Os filmes produzidos por *blade coating* (Figura 1), no CTI-Renato Acher, apresentaram espessuras variando de 100 μm (filmes negros) a 620 nm (filmes transparentes), possibilitada pela regulagem do dispositivo. As

espessuras dos filmes foram determinadas por Microscopia Eletrônica de Varredura.

Figura 1. Filmes de PMMA/NTCPM, via *blade coating*.



A caracterização elétrica dos filmes foi feita no Centro de Componentes Semicondutores na Unicamp. Mediu-se a resistência de folha (ρ_s) pelo método de van der Pauw de quatro pontas. Nos resultados obtidos, as funcionalizações (2) e (3) se mostraram ineficientes, pois as resistências obtidas para os filmes foram muito elevadas. A Tabela 1 resume os resultados mais promissores do presente trabalho.

Tabela 1. Resistência de folha (ρ_s) dos filmes de PMMA e NTCPM pristino (4) e funcionalizado (1).

| Amostra | Teor NTCPM | ρ_s (k Ω /sq) |
|-------------------|------------|---------------------------|
| Casting (1) | 1% | 77,4* |
| Casting (4) | 1% | 3,82* |
| #73 – Blade (4)** | 2% | 73,4 |
| #85 – Blade (4)** | 2% | 6 10^6 |
| #88 – Blade (4) | 2% | 66,8 |

*Resultado referente ao lado opaco do filme *casting*.

**Amostras apresentadas na Figura 1.

Conclusões

A polimerização *in situ* assistida por ultrassom foi eficiente em incorporar as propriedades condutoras dos nanotubos à matriz de PMMA. A técnica de *blade coating* para preparação de filmes finos tem potencial para obter filmes semicondutores poliméricos semitransparentes com resistência de folha de cerca 60 k Ω /sq.

Agradecimentos

Rafael Netto e Jéssica Bressanin/FEQ, Andrei Alaferdov/CCS-Unicamp, Viviane e Mamoru Hamanaka/CTI-Renato Archer, Carbon Group-Universidade de Trieste (funcionalização NTCPM), Depto.Física/UFMG (síntese NTCPM), Capes, CNPq

GROSSIORD, N; LOOS, J; REVEG, O; KONING, CE Toolbox for dispersing carbon nanotubes into polymers to get conductive nanocomposites. *Chem.Mater.* 18, 5, 1089-99, 2006

IJIMA, S. Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*, v. 354, n. 56, 1991.