

## Introdução

Este trabalho apresenta a preparação de um nanocompósito polimérico condutivo e transparente via polimerização *in situ* do monômero metacrilato de metila em solução, na presença de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (NTC) com e sem funcionalização. Os parâmetros de síntese avaliados foram: teor e tratamento térmico dos NTC, teor de iniciador, tipo de solvente, tempo de agitação ultrassônica e de polimerização. Filmes de PMMA/NTC obtidos por *casting* e prensados sob aquecimento foram caracterizados quanto às propriedades térmicas e elétricas e microscopias ópticas. As medidas de espectrometria no UV-vis ainda estão sendo realizadas.

## Metodologia

### ✓ Formulação

NTC (1-2%), com e sem grupos OH  
Solvente: clorofórmio e/ou tolueno  
MMA (solvente:monômero - 3:1)  
Iniciador AIBN (100, 200 ou 400:1)

### ✓ Agitação Ultrassônica (100 W)

Atmosfera inerte; 15-20 min

### ✓ Polimerização

60 °C sem agitação; 2:30h – 3:05 h

### ✓ Preparação dos filmes de PMMA/NTC

Filmes prensados entre duas folhas de PTFE

~10 min, a 120 °C e 150°C

### ✓ Caracterizações

Condutividade elétrica de folha:

técnica das 4 pontas

Propriedades térmicas: TGA e DSC

Microscopia óptica e Espectrometria UV-Vis

## Resultados e Discussão

Exp.	Solvente	NTC	MMA (g)	AIBN (mol:mol)	Ultrasom (min)	Polimerização (hora:min)	Obs
1	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	400:1	20	2:30	
2	CHCl <sub>3</sub>	1,5%	3	200:1	20	2:30	Ficou 15 min a mais no ultrassom a 20% e ciclo de 0,3.
3	CHCl <sub>3</sub>	2%	3	200:1	20	2:30	
4	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	15	2:35	
5	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	20	3:00	
6	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	100:1	20	2:30	
7	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	17	3:05	
8	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	20	2:30	T.T 105°C - 30horas
9	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	20	2:30	NTC com ligações OH
10	CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	20	2:30	T.T 105°C - 30horas NTC com ligações OH
11	Tolueno	1%	3	200:1	20	2:30	Notou-se separação de fases após a polimerização
12	Tolueno/ CHCl <sub>3</sub>	1%	3	200:1	20	2:30	

Tabela 1: Condições experimentais na preparação dos nanocompósitos de PMMA/NTC

As Figuras 2 a 4 mostram as microscopias ópticas dos filmes de PMMA/NTC do experimento 1 (Tabela 1).

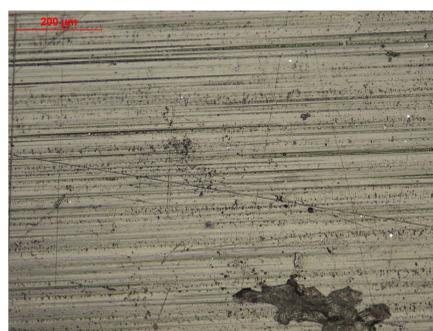


Figura 2. Sem Prensagem



Figura 3. Prensagem a 120°C



Figura 4. Prensagem a 150°C

• **Figura 2:** Presença de regiões escuras e pontos brancos, representando aglomerados e bolhas.

• **Figura 3:** Dispersão de melhor qualidade com menor rugosidade; frequência menor de aglomerados, explicando o aumento da condutividade das amostras prensadas a essa temperatura. Apresenta-se também mais clara, mostrando evidências positivas para a transparência.

• **Figura 4:** Além de diversos aglomerados de NTC e bolhas, há riscos pretos (rachaduras). A má dispersão dos NTC não favorece a formação da rede de percolação elétrica, verificando-se a grande diminuição ou desaparecimento da condutividade elétrica dos materiais prensados a 150°C.

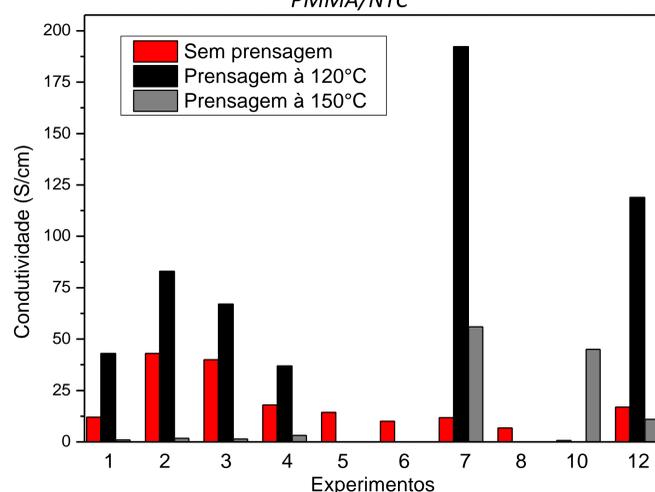


Figura 1: Condutividade elétrica dos filmes de PMMA/NTC

As análises TGA da amostra de PMMA/1,5% NTC, com clorofórmio (Experimento 2), e do PMMA sem NTC (Exp. 13), indicam melhor estabilidade termo-oxidativa do compósito, com temperatura de degradação máxima em 382°C, um aumento de 30°C em relação ao PMMA. As análises de DSC foram realizadas para os experimentos de melhor condutividade elétrica (2), (7) e (12), determinando-se suas temperaturas de transição vítrea Tg: 103,5°C, 104,5°C e 103,8°C, respectivamente. Observou-se um aumento de aproximadamente 10°C na Tg dos compósitos de PMMA/NTC em relação ao PMMA.

## Conclusão

✓ As melhores condutividades elétricas de folha dos filmes de PMMA/NTC foram obtidas nos experimentos (2), (7) e (12) com as amostras prensadas a 120°C. Estas amostras apresentaram melhor dispersão dos NTC, observada por Microscopia Óptica.

✓ Análises térmicas comprovaram melhor estabilidade termo-oxidativa do compósito de PMMA/NTC comparada ao PMMA.

## Referências Bibliográficas

1. COLEMAN, J.N.; KHAN, U.; BLAU W.J.; GUN'KO, Y.K. Small but strong: A review of the mechanical properties of carbon nanotube-polymer composites. *Carbon*. v. 44. p. 1624-1652, August 2006.
2. CANEVAROLO, S.V.Jr. *Técnicas de Caracterização de Polímeros*. 1.ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda. 2003, 448 p.
3. LUNGENSCHMIEDA, Christoph, et al. Flexible, long-lived, large-area, organic solar cells. *Science Direct. Solar Energy Materials & Solar Cells* 91 (2007) 379-384. Available online 22 November 2006.

## Agradecimentos

Prof. Paulo Miranda (IQ); Paulo H. S. L. Coelho (DEMBio/FEQ); LRAC