

6. Conclusões

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a dispersão de nanotubos de titanato com os surfactantes CTAB e SDS em dois solventes distintos, água e butanol em três tempos de agitação dispersiva, 15, 30 e 60 min. Através deste estudo foram selecionados os melhores parâmetros de dispersão, que consistiram na combinação nanotubos + surfactante + água destilada + 60 min. Levando-se em conta que após a análise do potencial zeta, definiu-se que para a mistura de nanotubos com o surfactante CTAB (catiônico), a amostra TTNTs/H seria mais adequada e para a mistura com o surfactante SDS (aniônico), a amostra TTNTs/L seria mais adequada, devido à atração entre cargas opostas. Após as análises de MEV das superfícies de fratura dos compósitos com surfactantes, observou-se que muitas regiões dos compósitos ainda apresentaram aglomerados de nanotubos de titanato, que prejudicaram o comportamento mecânico do mesmo. Portanto a dispersão foi parcialmente satisfatória.

Na etapa seguinte, foram produzidos por microextrusão e microinjeção diferentes amostras de compósitos de Nylon 11 e nanotubos de titanatos, sendo elas:

- TTNTs/H e TTNTs/L nas concentrações de 0.5, 1, 2 e 5% em peso;
- TTNTs/CTAB e TTNTs/SDS nas concentrações de 0.5 e 2% em peso;

Na etapa final, tais compósitos foram investigados para avaliação da influência da dispersão com surfactantes nas propriedades mecânicas dos mesmos. No ensaio de tração, foram obtidos resultados da tensão no escoamento, da tensão na ruptura, do módulo de elasticidade, da deformação no escoamento e da deformação na ruptura para cada grupo de compósitos.

Observou-se que o aumento da concentração de nanotubos com surfactantes levou a uma diminuição no módulo de elasticidade de aproximadamente 5%. O mesmo comportamento pode ser visto para a tensão de ruptura, que foi menor com o aumento de concentração de nanotubos. Isto pode ser causado por uma maior quantidade de aglomerados como consequência do aumento da massa de nanotubos adicionados à matriz.

A adição de nanotubos de titanato com ou sem surfactantes reduziu a ductilidade dos compósitos investigados. Em relação ao Nylon 11, todas as amostras apresentaram redução na deformação, tanto no escoamento, quanto na ruptura. No entanto, os compósitos com 2% em peso de TTNTs/CTAB e TTNTs/SDS foram os que apresentaram as menores diminuições na deformação, -3 e -7% respectivamente.

De maneira geral, os melhores resultados de propriedades mecânicas foram obtidos pelos compósitos com nanotubos de titanato tratados com surfactantes. Dentre estes, o TTNTs/SDS demonstrou os melhores resultados de tensão de escoamento e módulo de elasticidade, caracterizando um material com mais resistência mecânica e rigidez. Já os compósitos com CTAB mostraram mais ductilidade do que o primeiro. Tais resultados indicam que a dispersão destes compósitos foi mais satisfatória do que a dispersão sem surfactantes.

As análises termogravimétricas mostraram que a adição de nanotubos aumentou a temperatura de degradação térmica dos compósitos. As maiores temperaturas foram obtidas pelos compósitos com 2% em peso de TTNTs/CTAB e TTNTs/SDS. Estes apresentaram um leve aumento de 4.5 e 4%, respectivamente, em relação ao Nylon 11. O compósito com TTNTs/CTAB mostrou maior tolerância ao aumento de temperatura do que a amostra com SDS, nas duas concentrações (0.5 e 2% em peso). Este resultado está coerente com a maior ductilidade do TTNTs/CTAB, pois mostra que este material possui maior capacidade de armazenar energia.

O maior valor de temperatura de transição vítrea foi obtido pelo compósito com 2% em peso de TTNTs/L e todos os demais apresentaram uma T_g maior do que a considerada para o Nylon 11 puro. Assim, a adição de nanotubos de titanato influenciou na T_g do Nylon 11, no entanto não foi evidenciada nenhuma alteração significativa na T_g dos nanotubos com surfactantes, em relação às amostras sem surfactantes.

A dispersão dos nanotubos de titanato com e sem surfactantes foi estudada e foram definidos os melhores parâmetros para uma distribuição mais homogênea dos mesmos. Foi empregado um processo de fabricação de compósitos eficaz e a partir dele se produziu materiais de qualidade, que puderam ser ensaiados e

caracterizados. As propriedades mecânicas desses materiais foram avaliadas e foram realizadas análises da influência dos surfactantes CTAB e SDS na dispersão e no comportamento dos compósitos como resultado final. Contudo, futuros estudos podem ser realizados a fim de se investigar melhor os seguintes tópicos:

- Melhora na dispersão de nanotubos com surfactantes modificando-se a proporção de TTNTs/surfactantes, aumentando-se o tempo de dispersão, utilizando-se novos solventes.

- Otimização dos parâmetros de fabricação de compósitos na microextrusora e microinjetora, como temperatura, velocidade de rotação, modo de carregamento do material, tempo de processamento e pressão de injeção.

- Produção de compósitos com outras concentrações de nanotubos com surfactantes, como 1 e 5% em peso, para haver uma comparação mais completa das propriedades mecânicas.

- Produção de filmes finos de compósitos pela técnica de dissolução com solvente, visando a uma melhor dispersão de nanotubos com surfactantes no polímero em estado líquido.