

INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS EM BLENDA DE PA6/IONÔMERO SURLYN

Roberto Alves Taveira Junior¹, Adriana M. Catelli de Souza²
^{1, 2} Engenharia de Materiais, Centro Universitário FEI
 roberto-taveira@hotmail.com.br; amcsouza@fei.edu.br

Resumo: O presente projeto tem como objetivo elevar a rigidez e a resistência à tração da blenda poliamida 6 (PA6)/ionômero Surlyn 80/20, através da incorporação de nanopartículas de argila montmorilonita ou de carbonato de cálcio (1% a 5% em massa). Partículas foram incorporadas à mistura por extrusão seguindo uma única ordem de processamento. Os nanocompósitos foram caracterizados através de ensaios mecânicos e térmicos.

1. Introdução

O Surlyn® é o nome comercial de uma série de resinas, cuja composição química surge a partir da formação de um copolímero de etileno com ácido metacrílico neutralizado parcialmente com um cátion metálico, tornando-se assim um ionômero.[1] É um produto utilizado principalmente na indústria de embalagens de cosméticos devido a sua elevada transparência e brilho, o que o torna semelhante ao vidro. No entanto, este não pode ser reciclado diversas vezes e seus resíduos de produção também não são totalmente reutilizados, pois ao realizar tais processos o produto perde suas propriedades estéticas. Estes rejeitos podem causar danos ambientais.

Uma alternativa para dar um destino para os resíduos de Surlyn® seria por meio de mistura com outros polímeros (blendas). Em trabalhos recentes desenvolvido no Centro Universitário FEI, verificou-se que este produto pode ser incorporado ao Nylon 6, formando assim uma blenda com elevada tenacidade. Para a concentração de 20% em massa de Surlyn, ocorre um aumento de aproximadamente 27% na resistência a impacto e de mais de 200% no alongamento [2]. No entanto esta blenda apresenta um módulo de elasticidade reduzido, o qual acredita-se que pode ser elevado com a incorporação de pequenas quantidades de nanopartículas de argila montmorilonita [3] ou de carbonato de cálcio [4]. Tais nanopartículas devem atuar como carga de reforço modificando a estrutura e por sua vez as propriedades mecânicas e térmicas da blenda.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de blendas poliméricas de PA6/Surlyn na proporção 80/20, com a adição de nanopartículas como material de carga, sendo estas o argilomineral montmorilonita (morfologia lamelar) ou o nanocarbonato de cálcio, nas proporções 1%, 3% e 5% com relação a massa total da blenda. Estas blendas foram caracterizadas quanto às suas propriedades mecânicas e térmicas.

2. Metodologia

Os polímeros utilizados foram a Poliamida 6 Ultramid® B27, fornecido pela Basf e o ionômero Surlyn®, doado pela Albéa do Brasil Embalagens Ltda, na forma de resíduo picotado (grade PC2000). As nanopartículas utilizadas foram Argila montmorilonita Cloisite 20A (MMT) e o nanocarbonato de cálcio Social 312 (CaCO₃).

Blendas de poliamida com Surlyn na proporção 80/20 pura e carregadas com as nanopartículas variando sua proporção de 1%, 3% e 5% em relação a massa total da blenda foram obtidas por extrusão. A extrusão foi desenvolvida na extrusora de rosca dupla da HAAKE™, modelo Rheomex PTW 16 OS, acoplada ao reômetro de torque, modelo PolyLab 900. O filamento extrudado foi resfriado em água e encaminhado para o picotador da SAGEC, para a obtenção dos grânulos. Os materiais foram previamente secos antes da extrusão (PA a 100°C por 24 horas e Surlyn a 60°C por 6 horas). Os corpos de prova foram obtidos por injeção através da injetora HM 60/350 da Battenfeld II, seguindo as dimensões estabelecidas pelas normas de ensaios mecânicos (perfil de temperatura no cilindro: 220 – 270°C; pressão de injeção: 800 bar; temperatura do molde: 50°C).

Ensaio de impacto Charpy (ASTM D6110) com pêndulo de 5,4 J, foram realizados em corpos de prova entalhados no equipamento CEAST 9050 da Instron.

Ensaio de tração e flexão foram realizados na máquina universal de ensaios da Instron 5567, segundo a norma ASTM D-790 e ASTM D-638, respectivamente.

Ensaio de HDT foram realizados segundo a ASTM D-648, metodologia tipo b, por meio do equipamento da Cesat Italy HDT – Vicat.

3. Resultados

Ambas as nanopartículas melhoraram a extrusão, pois atuaram como lubrificantes, facilitando a escoabilidade do nanocompósito, de forma que o torque exibido pelo equipamento para a blenda pura foi de aproximadamente 60 Nm e após a adição das nanocargas reduziu para cerca de 45 Nm, considerando os tempos de escoamento contínuo.

O ensaio de HDT (Fig. 1) revelou um aumento progressivo com a incrementação de MMT. Já para a incrementação de CaCO₃ resultados divergentes dos esperados foram encontrados uma vez que o pico de maior ascensão fora o de 3%. Análises estatísticas segundo a metodologia ANOVA serão realizadas afim de confirmar tais resultados.

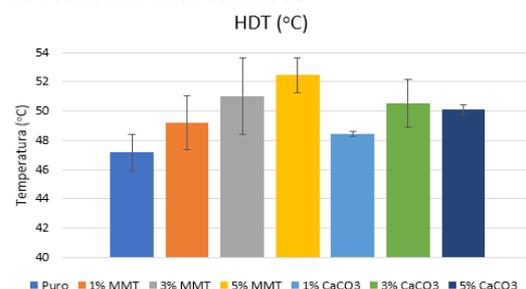
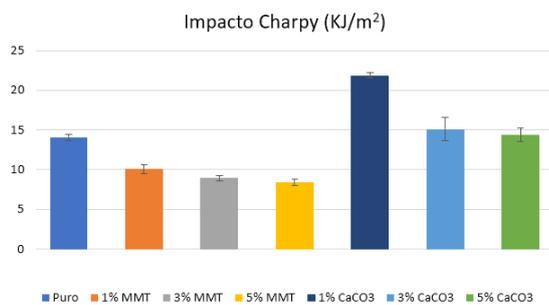


Figura 1: valores de HDT (°C)

Adição de CaCO₃ resultou em aumento da resistência ao impacto, principalmente para a concentração de 1%, enquanto que a adição de argila MMT resultou em redução desta propriedade. (Fig. 2)

Figura 2: Resistência ao Impacto Charpy (KJ/m²)

Ambas as nanopartículas utilizadas aumentaram a resistência à flexão (a) e o módulo em flexão da blenda(b). A MMT resultou num aumento crescente com o aumento da concentração de nanopartículas utilizadas e o CaCO₃ resultou num decréscimo. (Fig. 3)

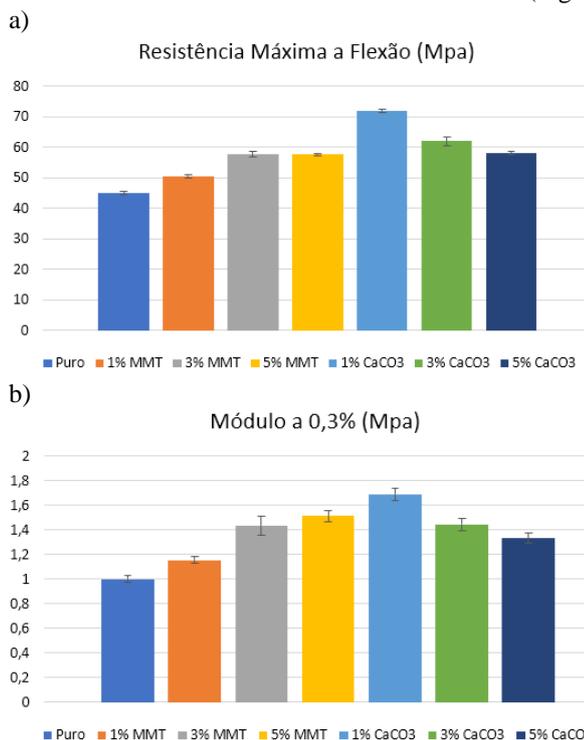


Figura 3 – (a) Resistência à flexão [MPa]; (b) Módulo de elasticidade em flexão Resistência à flexão

Na figura 4 observam-se que os resultados para a resistência à tração (a), na qual a adição de MMT não resultou em mudanças significativas enquanto que com o CaCO₃ observou-se um leve aumento. Houve um aumento no módulo de elasticidade (b) nas concentrações de 3 e 5% de MMT e para 1% de CaCO₃. A deformação na ruptura (c) decresceu com o aumento da concentração de ambas as nanopartículas, sendo o decréscimo mais significativo para a adição de MMT.

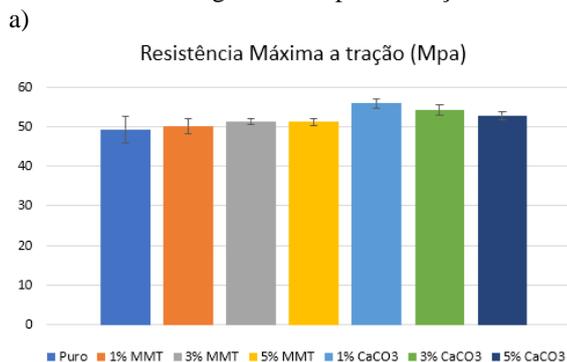


Figura 4 – (a) Resistência à tração até ruptura [MPa]; (b) Módulo de elasticidade em tração até 1% de deformação [MPa]; (c) Deformação até ruptura [%]

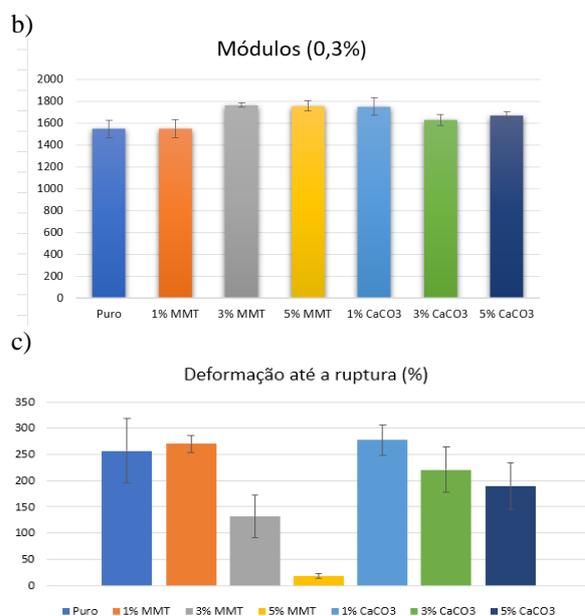


Figura 4 – (a) Resistência à tração até ruptura [MPa]; (b) Módulo de elasticidade em tração até 1% de deformação [MPa]; (c) Deformação até ruptura [%]

4. Conclusões

A adição de nanopartículas facilitou o escoamento do nanocompósito durante a extrusão.

Os resultados das propriedades mecânicas e de HDT observados podem estar relacionados à diferenças de morfologia das partículas de MMT (lamelar) e CaCO₃ (esférica ou em agulhas). O CaCO₃ mostrou-se ser mais eficiente como carga de reforço e também atuou como agente tenacificante, principalmente na concentração de 1% em massa. Provavelmente, a menor concentração de partículas facilitou a dispersão destas partículas, promovendo uma maior interação partícula-matriz.

Este trabalho tinha como objetivo principal o aumento do módulo da blenda polimérica, observou-se um aumento significativo no módulo a flexão e um pequeno aumento no módulo a tração, o que indica que os objetivos deste trabalho foram alcançados.

5. Referências

- [1] BILLMEYER, F. W. J. *Textbook of polymer science*. 3a. ed. NY: john wiley & sons, v. unico, 1984.
- [2] ALMEIDA, L. J. D. *PROP. DE BLENDA DE PA 6/ SURLYN*. FEI. SBC.2019.
- [3] CALCAGNO, C. I. W. *Estudo da morfologia, do comportamento de cristalização e das propriedades mecânicas de nanocompósitos de PET e PP/PET com montmorilonite*. UFRG. PA4. 2007.
- [4] IOZZI, M. A. *Propriedades de Compósitos Híbridos de Borracha Nitrílica, Fibras de Sisal e Carbonato de Cálcio*. USP. SC. 2004.

Agradecimentos

Centro Universitário FEI por fornecer as condições necessárias para realização do mesmo. A minha orientadora e amiga Prof.^a Dr.^a Adriana M. Catelli de Souza e ao técnico Jailson Soares da Gama, por me auxiliarem no desenvolvimento deste projeto.

1 Aluno de Iniciação Didática (ProBid) do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência até 03/20.