



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS



NATAL - RN
18 a 22 de outubro de 2015

TENACIFICAÇÃO DE BLENDAS DE ABS/PA6: PROPRIEDADES MECÂNICAS

Marco A. Lachnit*¹ (M); Amanda M. G. I. Santos¹ (IC); Ruth M. C. Santana¹

1 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre– RS, mlachnit2@gmail.com

Resumo: A obtenção de blendas poliméricas a base de PA6 (poliamida 6) e ABS (acrilonitrila-butadieno-estireno) tem sido foco de numerosos estudos, que buscam a tenacificação da poliamida com o consequente aumento da resistência ao impacto. De maneira similar, o objetivo deste trabalho será avaliar a influência da adição de poliamida em uma matriz de ABS buscando um aumento do desempenho mecânico do sistema, e a influência do uso de um agente compatibilizante para promover uma interação maior entre ambas as fases. Três blendas poliméricas de ABS com PA6 foram preparadas em uma extrusora dupla-rosca com zero, 5% e 10% em massa de um agente compatibilizante e suas propriedades avaliadas e comparadas com os valores dos componentes puros. Os resultados dos ensaios mecânicos de tração, flexão e impacto mostraram um aumento da resistência ao impacto e da elongação na ruptura, porém um decréscimo nos valores de módulo de tração e flexão, como esperado. Pode-se concluir que o agente compatibilizante atuou também como agente tenacificante, pois elevou 150% a resistência ao impacto em relação à blenda sem agente compatibilizante.

Palavras-chave: *blenda, propriedades mecânicas, ABS, Poliamida 6, compatibilizante*

Toughening ABS/PA6 Blend: Mechanical Properties

Abstract: Obtaining polymer blends from PA6 (polyamide 6) and ABS (acrylonitrile butadiene styrene) have been the focus of numerous studies seeking toughening polyamide with a consequent increase in impact resistance. Similarly, the objective of this study is to evaluate the influence of the addition of polyamide in an ABS matrix seeking an increase in the mechanical performance of the system and the influence of the use of a compatibilizing agents to promote greater interaction between both phases. Three polymer blends of ABS with PA6 were prepared in a twin-screw extruder with zero, 5% and 10% by weight of a compatibilizing agent and its properties evaluated and compared with the values of the pure components. The results of the tensile test, flexural and impact showed an increase in impact strength and elongation at break, but a decrease in tensile and flexural modulus values, as expected. It can be concluded that the compatibilizing agent also served as an toughening agent for 150% increased impact strength compared to the blend without compatibilizer agent.

Keywords: *blend, mechanical properties, ABS, polyamide 6, compatibilizer*

Introdução

A obtenção de blendas poliméricas a base de PA6 (poliamida 6) e ABS (acrilonitrila-butadieno-estireno) tem sido foco de numerosos estudos, que buscam a tenacificação da poliamida com o consequente aumento da resistência ao impacto com entalhe (propagação de trinca). Kudva e colaboradores [1, 2] estudaram os efeitos do tipo de ABS utilizado e do histórico de processamento, bem como a influência do uso de compatibilizantes para as propriedades finais das blendas. A utilização de ABS como tenacificante para PA (poliamidas) deve-se a presença do bloco elastomérico butadieno na sua estrutura, que apresenta elevado potencial de absorção de energia

possibilitando um aumento na tenacidade da blenda. O fato do ABS ter características termoplásticas facilita sua incorporação na poliamida, diferente de elastômeros puros que apresentam elevada razão de viscosidade dificultando sua dispersão e homogeneização [3].

Poliamida e ABS formam uma blenda imiscível, apresentando alta tensão superficial e baixa adesão entre a matriz e a fase dispersa. Por consequência estas blendas apresentam propriedades mecânicas pobres, inferiores aos componentes da mistura puros. Para obtenção de sistemas miscíveis de elevada resistência mecânica se faz necessário o uso de um agente de compatibilização reativo que promova um efeito sinérgico entre os componentes da mistura, resultando em blendas tenazes. Araújo e colaboradores [4, 5] demonstraram a eficiência de compatibilizantes à base de MMA-MA (metacrilato de metila-anidrido maléico), obtendo blendas altamente tenazes a temperatura ambiente. O mecanismo de compatibilização ocorre através da reação do grupo anidrido maléico com o grupo amida (NH₂) da poliamida, em uma reação de graftização da cadeia de PA. O grupo MMA (metacrilato de metila) desta forma incorporada à cadeia da PA apresenta compatibilidade com a fase SAN (estireno-acrilonitrila) do ABS, onde solubiliza-se.

Diferente de outros estudos existentes que buscam tenacificar e melhorar a resistência ao impacto de polimiadas através da adição de ABS, neste estudo o foco será a adição de poliamida em uma matriz de ABS buscando um aumento do desempenho mecânico do sistema, a ser comprovado através de um aumento do módulo de tração e flexão e de um maior valor na resistência à tensão no escoamento em relação ao ABS puro. Em muitas aplicações o ABS não pode ser utilizado por ser exigido um desempenho superior nestes aspectos do que a apresentada pelo material [6].

O agente compatibilizante utilizado foi um composto comercial indicado para super-tenacificação de PA, tendo por base o copolímero vinílico de etileno modificado com anidrido maléico, o qual reage com os grupos amidas fixando-se na estrutura da cadeia polimérica do PA6.

Experimental

Materiais

Terpolímero de ABS, *grade* para extrusão com índice de fluidez 7,0 g/10 min (220 °C/10 Kg); PA6 viscosidade 2.4; agente compatibilizante modificado com anidrido maléico marca Fusabond® da DuPont™. Todos os materiais encontram-se na forma de pellets regulares.

Processamento

Todos os materiais, com exceção do agente compatibilizante, foram desumidificados em estufa a vácuo a uma temperatura de 80 °C por pelo menos 10 horas antes de serem processados. As blendas foram processadas em uma extrusora dupla rosca co-rotante AX Plásticos modelo DR 16:40, (D=16 mm, L/D=40). As amostras, suas composições e os parâmetros de processamento são mostrados na Tabela 1. Os materiais extrusados foram granulados após passarem por um tanque de água mantida a 15 °C.

Tabela 1 – Formulações, simbologia e condições de extrusão/processamento das amostras avaliadas

Identificação	Proporção em massa (ABS/PA6/Ac ¹)	Perfil de temperatura	RPM rosca	Temperatura de massa	Pressão no cabeçote
ABS	100/0/0	-	-	-	-
PA 6	0/100/0	-	-	-	-
B-0	70/30/0	200-210-220- 220-240°C	300	260°C	26 Bar
B-5	67/28/5			265°C	25 Bar
B-10	65/25/10			265°C	24 Bar

¹ Ac = Agente compatibilizante

As blendas assim preparadas e os dois componentes puros (ABS e PA6) foram secos (100°C por 4 horas) e moldados em uma injetora Hitian de 120 ton de força de fechamento. Foram obtidos corpos

de prova para tração, flexão e impacto Izod de acordo com as normas ASTM D638, ASTM D790 e ASTM D256 respectivamente. A faixa de temperatura utilizada foi de 220 a 250 °C, temperatura de molde de 40 °C e tempo de resfriamento de 30 segundos.

Caracterização

As amostras foram caracterizadas pelos ensaios de tração (ASTM D638) e flexão (ASTM D790) em corpos de prova previamente climatizados a 23 °C, em Máquina Universal Instron modelo 3367 com célula de carga de 10 kN. A resistência ao impacto Izod foi medida em um equipamento de impacto tipo pêndulo Instron modelo 9050, de acordo com a norma ASTM D256, utilizando martelo de 2,75J e corpos de prova entalhados.

Resultados e Discussão

Na Fig. 1 são mostrados os resultados de módulo elástico de tração, tensão no escoamento e tensão na ruptura das amostras avaliadas, onde a amostra ABS mostra ser menos rígida (menor módulo elástico) e de menor resistência à tração do que a PA6. No caso das blendas ABS/PA6, observa-se redução acentuada no módulo elástico e na tensões de escoamento e da ruptura com a adição do agente compatibilizante, fato que pode indicar que o aditivo não melhorou a interação entre ambas fases quando comparada com a blenda B-0 (sem agente compatibilizante).

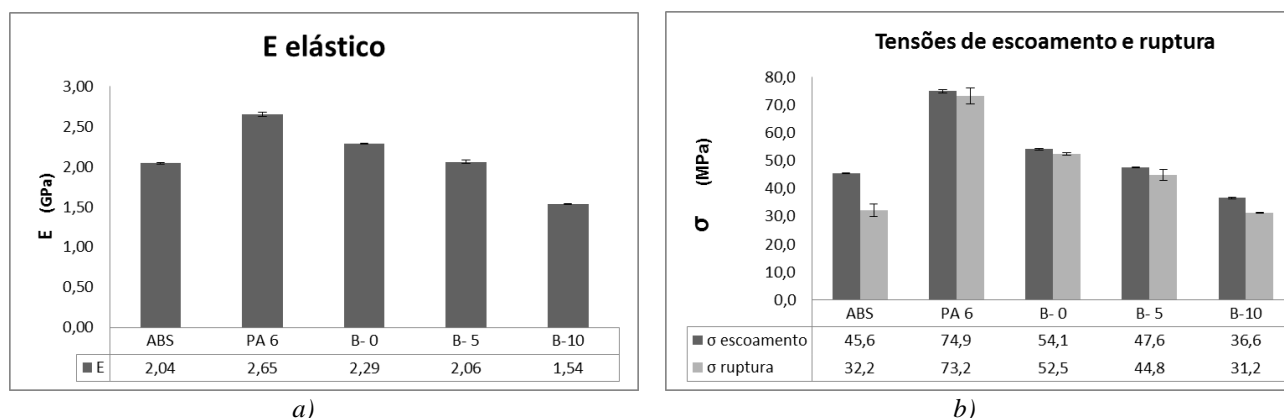


Figura 1– Resultados do ensaio de tração das amostras avaliadas: a) Módulo Elástico (E) e b) das tensões (σ) de tração no escoamento e na ruptura.

Na Fig. 2 são mostrados os módulos e resistência à flexão das amostras avaliadas, onde é observado comportamento similar ao observado no ensaio de tração mostrado na Fig. 1. Estes resultados indicam que tanto o ABS, PA6 e as blendas apresentarem maiores valores quando comparados aos obtido pelo ensaio de tração, porém também é observada uma perda acentuada de rigidez nas blendas onde foi utilizado o agente compatibilizante.

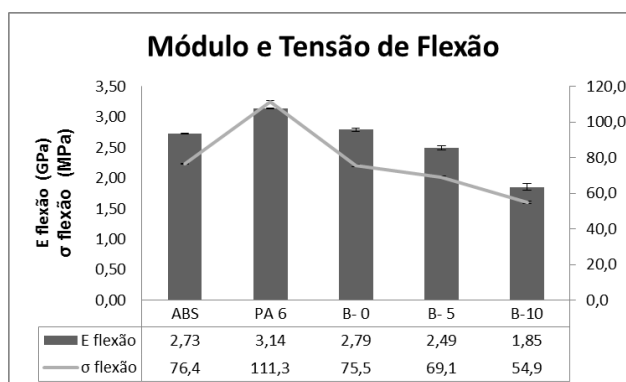


Figura 2 – Módulo de flexão e da tensão máxima na flexão para as amostras analisadas.

Na Fig. 3 são apresentados os valores médios da absorção de energia ao impacto (barras) e da elongação na ruptura do ensaio de tração (linha). Verifica-se que o ABS possui uma capacidade de absorção de energia ao impacto superior do que a PA6 de quase 400%, o que leva a uma maior deformação na ruptura à tração. Já no caso das blendas, pode ser observado que a adição de agente compatibilizante elevou tanto a resistência ao impacto quanto a deformação na ruptura quando comparado a blenda B-0. Este resultados poderia estar indicando que o aditivo usado com 5 e 10% estaria atuando como agente tenacificante na blenda.

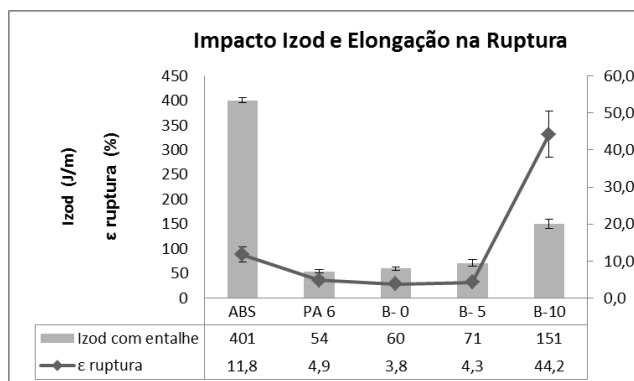


Figura 3 – Energia de absorção ao Impacto Izod e a elongação na ruptura à tração das amostras analisadas.

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos utilizados neste estudo estão resumidos na Tabela 2. De maneira geral, os valores encontrados foram coerentes com os encontrados em outros trabalhos da literatura. A adição do agente compatibilizante ocasionou a redução nos módulos de tração e flexão das blendas, ao mesmo tempo em que propiciou um aumento na elongação na ruptura. Para a blenda ternária B-10 onde foi utilizado 10% do agente compatibilizante obteve-se um valor de resistência ao impacto Izod 150% superior à blenda binária B-0 não compatibilizada. Por outro lado, os módulos de tração e flexão tiveram uma redução em torno de 33%, refletindo uma redução na rigidez do material. Em termos de balanço de propriedades as blendas B-5 e B-10, apesar de apresentarem maiores valores de resistência ao impacto e elongação na ruptura do que B-0 não compatibilizada, não foram eficientes por não manterem os valores de tensão.

Tabela 2 – Propriedades mecânicas das amostras avaliadas.

Amostra	Tração					Flexão		Impacto Izod J/m (com entalhe)
	E (GPa)	σ escoamento (MPa)	ϵ escoamento (%)	σ ruptura (MPa)	ϵ ruptura (%)	E (GPa)	σ (MPa)	
ABS	2,04 ± 0,02	45,6 ± 0,14	3,40 ± 0,07	32,2 ± 2,3	11,80 ± 2,10	2,73 ± 0,01	76,4 ± 0,3	401 ± 5
PA 6	2,65 ± 0,03	74,9 ± 0,54	4,50 ± 0,30	73,2 ± 2,8	4,90 ± 0,70	3,14 ± 0,01	111,3 ± 0,6	54 ± 3
B- 0	2,28 ± 0,01	54,1 ± 0,25	3,60 ± 0,08	52,5 ± 0,5	3,80 ± 0,20	2,79 ± 0,03	75,5 ± 0,7	60 ± 4
B- 5	2,06 ± 0,02	47,6 ± 0,13	3,70 ± 0,09	44,8 ± 1,9	4,30 ± 0,10	2,49 ± 0,04	69,1 ± 0,5	71 ± 6
B-10	1,53 ± 0,01	36,6 ± 0,29	3,80 ± 0,01	31,2 ± 0,2	44,20 ± 6,10	1,85 ± 0,06	54,9 ± 0,7	151 ± 9

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram que a utilização do agente compatibilizante não foi efetiva na melhora das propriedades mecânicas das blendas. A melhora observada no impacto Izod para a blenda B-10 contendo 10% de agente compatibilizante ocasionou uma perda muito grande na rigidez do material. Além disto, os valores encontrados para o impacto Izod estão abaixo dos esperados para um material altamente tenacificado, que está na ordem de 800 J/m. A própria blenda

binária B-0 sem utilização de agente compatibilizante apresenta propriedades melhor balanceadas do que as blendas aditivadas. Desta forma conclui-se que o aditivo compatibilizante atuou como um agente tenacificante e não como agente compatibilizante, pois os valores de tração e flexão tiveram resultados inferiores à mistura não compatibilizada.

Agradecimentos

Ao departamento de Engenharia de Materiais da UFRGS pelo suporte.

Referências Bibliográficas

1. R.A. Kudva; H. Keskkula; D.R. Paul *Polymer* 2000, 41, p. 225.
2. R.A. Kudva; H. Keskkula; D.R. Paul *Polymer* 2000, 41, p. 239.
3. C. Correa; R.Yamakawa, C.Razzino, E. Hage Jr. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 2007, vol. 17, p. 36
4. E. Araújo; E. Hage Jr.; A. Carvalho *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 2003, vol. 13, p. 205.
5. E. Araújo; E. Hage Jr.; A. Carvalho *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 2004, vol. 14, p. 22.
6. E. Kuram; B. Ozcelik; F. Yilmaz *Jornal of Elastomers & Plastics*, 2015, 1 – 18.