

BLENDAS DE PA6/PP: I – INFLUÊNCIA DO COMPATIBILIZANTE PP-g-AA NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E MECÂNICAS¹

Silvia Ivanilde de Oliveira²,
Pankaj Agrawal³,
Edcleide Maria de Araújo⁴,
Tomás Jeferson Alves de Mélo⁴

Resumo

No presente trabalho foi investigada a influência do polipropileno enxertado com ácido acrílico(PP-g-AA) nas propriedades reológicas(reometria de torque) e mecânicas (resistência a tração e ao impacto) das blendas PA6/PP. A composição foi mantida fixa em 80/20(%em peso) para as blendas binárias PA6/PP-g-AA, PA6/PP, e 80/10/10(% em peso) para a blenda ternária de (PA6/PP-g-AA/PP). As misturas foram preparadas em uma extrusora com dupla rosca contra-rotativa e com filetes totalmente interpenetrantes, a 240°C e 50 rpm. O aumento do torque das blendas reativas está provavelmente relacionado à formação de um copolímero(enxertado) *in-situ* devido a reação entre os grupos ácidos presentes no compatibilizante e os grupos terminais amina da PA6. A resistência ao impacto da blenda PA6/PP-g-AA/PPH503 foi superior à das demais blendas e da PA6.

Palavras-chave: Poliamida 6; Polipropileno; Compatibilização reativa; Blendas.

¹ 60º Congresso Anual da ABM, 25-28 de Julho de 2005, Belo Horizonte-MG,
² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – PPG-EQ da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG – silviaivanilde@bol.com.br,
³ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PPG-CEMat da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG - pankaj@ig.com.br
⁴ Depto. de Engenharia de Materiais – UFCG - edcleide@dema.ufcg.edu.br , tomas@dema.ufcg.edu.br, Caixa Postal10034, 58.109-970 Campina Grande/PB

INTRODUÇÃO

As blendas de Poliamida 6(PA6) com Polipropileno(PP) são interessantes do ponto de vista industrial, já que representam um método econômico e versátil de modificar as propriedades básicas dos polímeros, combinando as propriedades termomecânicas da PA6 com a fácil processabilidade do PP[1]. Entretanto, assim como a maior parte das blendas poliméricas, as blendas de PA6 com PP são imiscíveis e não apresentam boas propriedades mecânicas, sendo caracterizadas por baixa dispersão entre as fases, elevada tensão interfacial e baixa adesão[1-10]. É necessária então, a adição de um compatibilizante, em geral um copolímero em bloco ou enxertado (graftizado), que pode interagir quimicamente com ambas as fases, ou quimicamente com uma fase e fisicamente com a outra. Dentre os compatibilizantes utilizados atualmente, está o polipropileno graftizado com ácido acrílico (PP-g-AA). De acordo com Dagli et al.[11] os grupos ácidos do PP-g-AA reagem com os grupos terminais amina da PA6 formando um copolímero *in-situ*. Entretanto, nas condições de processamento, o PP-g-AA pode também formar o anidrido que por sua vez pode reagir com os grupos terminais amina da PA6, resultando na formação do grupo imida. Com a possibilidade de ocorrência de múltiplas reações químicas, espera-se maior eficiência na compatibilização reativa utilizando-se o PP-g-AA. Portanto, este trabalho tem como finalidade investigar a influencia do compatibilizante PP-g-AA sobre as propriedades reológicas e mecânicas das blendas PA6/PP.

MATERIAIS

Os Polipropilenos PP H503(IF=3,5g/10min) e PP H103(IF=40g/10min) foram fornecidos pela Braskem S.A. O polipropileno graftizado com 6% de ácido acrílico(PP-g-AA) Polybond PB 1001, IF=40g/10min produzido pela Uniroyal Chemical foi fornecido pela Crompton. A Poliamida 6 foi fornecida pela Rhodia Engineering Plastics.

MÉTODOS

Preparação das Blendas

Antes de serem misturadas ao PP, a PA6 e o PP-g-AA foram secos em uma estufa sob vácuo por 24h a 80°C. A composição foi de 80/10/10 (% em peso) para as blendas ternárias de PA6/PP-g-AA/PP e de 80/20 (% em peso) para as blendas binárias de PA6/PP e PA6/PP-g-AA. As misturas foram feitas em uma extrusora com dupla rosca (acoplada ao reômetro de torque Haake System 90) contra-rotativa, com filetes interpenetrantes, a 240°C e velocidade de 50 rpm. Em seguida, o material extrudado foi granulado.

Moldagem dos Corpos de Prova

Os corpos de prova para os ensaios de tração e resistência ao impacto Izod, foram moldados por injeção em uma injetora FLUIDIMEC modelo H3040(30T/40g) com molde refrigerado, a uma temperatura de 240°C.

Propriedades Mecânicas

Os ensaios de tração foram realizados, em um equipamento LR 10K da LLOYD Instruments, operando a uma velocidade de 50mm/min de acordo com a norma ASTM D 638. Os ensaios de impacto Izod foram realizados em corpos de prova com entalhe de 1,5 mm utilizando-se um equipamento do tipo RESIL 5,5 da CEAST de acordo com a norma ASTM D 256. Os corpos de provas foram entalhados em um entalhador NOTSCH VIS da CEAST. Os dados dos ensaios mecânicos foram obtidos de uma média de 10 corpos de prova.

Reometria de Torque

Os ensaios de reometria de torque foram realizados em um misturador fechado Rheomix 600, acoplado a um reômetro de torque Haake System 90 com rotores do tipo roller, a 240°C e velocidade de 50 rpm por 20 minutos. Para cada ensaio foram utilizadas 50g de material. A atmosfera presente dentro da câmara de mistura foi o ar.

RESULTADOS

As Figuras 1 e 2 mostram as curvas de torque em função do tempo para os polímeros puros e para as blendas formadas com os polipropilenos PPH503 e PPH103.

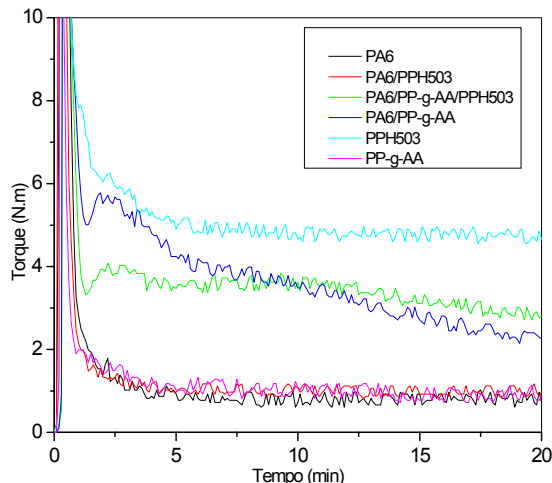


Figura 1. Curvas de torque em função do tempo para as blendas com o PPH503.

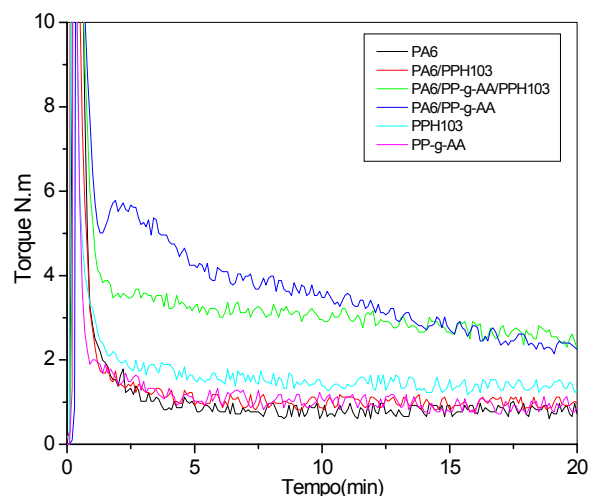


Figura 2. Curvas de torque em função do tempo para as blendas com PPH103.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos para as propriedades mecânicas sob tração e impacto dos polímeros puros e das blendas com o PPH503. Os resultados com as blendas formadas com o PPH103 estão sendo realizados e, portanto, não estão apresentados nesta tabela.

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos polímeros puros e das blendas com o PPH503.

Material	E(GPa)	RT(MPa)	ϵ_R (%)	RI(J/m)
PA6	1,92±0,08	54,2±1,9	39,3±18,3	72,6±6,6
PA6/PPH503	1,90±0,06	39,9±1,0	14,7±5,8	84,7±5,4
PA6/PP-g-AA/PPH503	1,87±0,08	38,2±1,0	10,4±2,6	91,5±8,1
PA6/PP-g-AA	1,94±0,14	39,8±2,9	9,9±5,4	70,4±3,5
PPH503	1,30±0,04	29,0±0,6	54,0±14	43,8±1,7

E=Módulo Elástico, RT=Resistência Tênsil, ϵ_R % = percentagem de alongamento até a ruptura, RI = Resistência ao Impacto.

DISCUSSÃO

Reometria de Torque

Pode-se observar através das Figuras 1 e 2 que ao se adicionar o compatibilizante PP-g-AA às blendas binárias PA6/PP, houve um aumento substancial do torque, indicando que houve a reação entre os grupos ácidos do PP-g-AA e os grupos terminais amina da PA6. Esse comportamento também foi observado por Dagli et al[11]. A diferença entre as figuras 1 e 2 está no tipo de PP utilizado. Enquanto que na primeira foi utilizado o PPH503(IF=3,5g/10min), na segunda foi utilizado o PP H103(IF=40g/10min). Observa-se que o torque para o PPH503 é superior ao do PP H103, por possuir um maior peso molecular, conforme foi indicado pelo índice de fluidez. As figuras 1 e 2 também mostram que o torque para as blendas de PA6/PP-g-AA vai decrescendo com o tempo. Segundo La Mantia et. al[12], há um aumento da degradação da blenda de PA6/PP-g-AA com o aumento do tempo de mistura devido a ruptura de algumas ligações do copolímero PA6/PP e a possível perda de grupos ácidos que podem ser eliminados do PP modificado. Já para as blendas ternárias PA6/PP-g-AA/PP, o efeito da degradação parece ser menor, uma vez que o torque manteve-se praticamente estável.

Propriedades Mecânicas

Como mostra a Tabela 1, os valores dos módulos das blendas foram próximos, ou seja, a rigidez não foi alterada. As blendas apresentaram valores de resistência tênsil inferiores às da PA6 e superiores ao do PPH503. A resistência ao impacto da blenda reativa PA6/PPgAA/PPH503 foi superior às demais blendas e a dos polímeros puros, o que corrobora que houve compatibilização reativa. Pode-se observar também que não houve um aumento significativo na resistência ao impacto da blenda PA6/PPgAA/PPH503 quando comparada com a blenda PA6/PPH503. Apesar disso, a adição de compatibilizante PP-g-AA corrigiu o problema de delaminação apresentado pela blenda PA6/PPH503, conforme observado nos corpos de prova moldados por injeção. Araújo[13], em seu trabalho, utilizou a mesma blenda e nos corpos de prova moldados por compressão, não foi observado o problema de delaminação apresentado pela blenda PA6/PPH503. Uma possibilidade de explicação é que durante a moldagem por injeção a PA6 e o PPH503 apresentam fluxos diferentes e maior orientação no sentido do fluxo, e um tempo de relaxação menor para a formação de uma morfologia definida com fase dispersa, conforme foi

observado visualmente por meio da segregação das fases ao longo da amostra. Isto provavelmente não acontece durante a moldagem por compressão, onde o tempo de relaxação é suficiente para que ocorra a formação completa de um sistema bifásico com uma fase dispersa definida, e, portanto, devido as dimensões pequenas da fase dispersa, não pode ser observada a olho nu, somente por Microscopia Eletrônica de Varredura(MEV), conforme visto por Araújo [13].

CONCLUSÕES

A adição do compatibilizante PP-g-AA às blendas ternárias PA6/PP-g-AA/PPH503 e PA6/PP-g-AA/PPH103, resultou em um aumento do torque, indicando que houve a compatibilização reativa. A resistência ao impacto da blenda PA6/PP-g-AA/PPH503 foi superior a das blendas PA6/PP-g-AA e PA6/PPH503. A adição do compatibilizante PP-g-AA corrigiu o problema de delaminação apresentado pela blenda PA6/PPH503.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 SACCHI,A., DI LANDRO, L., PEGORARO, M., SEVERINE, F. **European Polymer Journal**, vol. 40, p. 1705-1713, mar. 2004.
- 2 TEDESCO, A., BARBOSA, R.V., NACHTIGALL, S.M.B., MAULER, R.S. **Polymer Testing**, vol. 21, p. 11-15, 2002.
- 3 ZHAHOUI, L., ZHANG, X., TASAKA, S., INAGAKI, N. **Materials Letters**, vol. 48, p. 81-88, mar. 2001
- 4 PIGLOWSKI, J., GANCARZ, I., WLAZLAK, M., KAMMER, H.W. **Polymer**, vol. 41, p. 6813-6824, dec 1999.
- 5 ROEDER, J., OLIVEIRA, R.V.B., GONÇALVES, M.C., SOLDI, V., PIRES, A.T.N. **Polymer Testing**, vol. 21, p. 815-821, feb. 2002.
- 6 CAMPOY, I., ARRIBAS, J.M., ZAPORTA, M.A.M., MARCO, C., GÓMEZ, M.A., FATOU, J.G. **European Polymer Journal**, vol. 31, n. 5, p.475-480, 1995.
- 7 XIAOMIN, Z., GANG, L., DONGMEI, W., ZHIHUI, Y., JINGHUA, Y., **Polymer**, vol. 39, n. 1, p. 15-22, 1998.
- 8 OHISSON, B., HASSANDER, H., TÖRNELL, B. **Polymer**, vol. 39, n. 26, p. 6705-6714, 1998.
- 9 TSENG, F.P., LIN, J.J., TSENG, C.R., CHANG, F.C. **Polymer**, vol. 42, p. 713-725, 2001.
- 10 EBELING, T., NOREK, S., HASAN, A., HILTNER, A., BAER, E. **Journal of Applied. Polymer. Science**, vol. 71, p. 1461-1467, 1999.
- 11 DAGLI, S.S., XANTHOS, M., BIESENBERGER, J.A. **Polymer Engineering and Science**, vol. 34, n. 23, p. 1720-1730, dec. 1994.
- 12 LA MANTIA, F.P., MONGIOVI, C. **Polymer Degradation and Stability**, Vol. 66, p. 337-342, 1999.
- 13 ARAÚJO, W.D.; ARAÚJO, E.M.; MÉLO, T.J.A. Influence of PP-g-AA compatibilizer on the mechanical properties and morphology of PA6/PP blends. In: PPS AMERICAS REGIONAL MEETING PROCEEDINGS, 11, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: PPS, 2004. 1 CD.

PA6/PP BLENDS: I - INFLUENCE OF PP-G-AA COMPATIBILIZER ON THE MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES

*Silvia Ivanilde de Oliveira²,
Pankaj Agrawal³,
Edcleide Maria de Araújo⁴,
Tomás Jeferson Alves de Melo⁴*

Abstract

In this work, the influence of the acrylic acid grafted PP(PP-g-AA) compatibilizer on the rheological and mechanical properties of Polyamide 6(PA6)/Polypropylene(PP) blends was investigated. The blend composition was kept fixed at (80/20)%wt for the PA6/PP binary blends and (80/10/10)%wt for the PA6/PP-g-AA/PP ternary blends. The mixtures were prepared in a counter-rotating intermeshing twin-screw extruder at 240°C and 50 rpm. The increase in the torque of the reactive blends is probably related to the formation of grafted copolymer in-situ due to reaction among acid groups of the compatibilizer and amine end groups of PA6. The impact strength of the PA6/PP-g-AA/PPH503 blend was superior to those of the binary blends and PA6.

Key-words: Polyamide 6; Polypropylene; Reactive compatibilization; Blends.