



# 7º Congresso Brasileiro de Polímeros

9 a 13 de novembro de 2003  
Centro de Convenções do Hotel Mercure  
Belo Horizonte / MG

Promoção:



Associação Brasileira de Polímeros

## COMISSÃO ORGANIZADORA

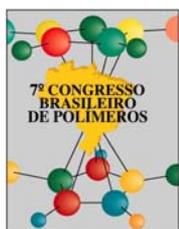
Roberto F. S. Freitas - Coordenador / Chairman (UFMG)	Laura Hecker de Carvalho (UFPB)
Cláudio Gouveia Santos (UFOP)	Luiz Antonio Pessan (UFSCar)
David Tabak (FIOCRUZ)	Maria Elisa S. Ribeiro e Silva (UFMG)
Domingos A. Jafelice (Polietilenos União)	Raquel S. Mauler (UFRGS)
Éder Domingos de Oliveira (UFMG)	Ricardo Baumhardt Neto (UFRGS)
Fernanda M. B. Coutinho (UERJ/UF RJ)	Ricardo Geraldo de Sousa (UFMG)
Kátia Monteiro Novack (UFOP)	Rodrigo Lambert Oréfice (UFMG)

## COMISSÃO CIENTÍFICA

Raquel S. Mauler – presidente (UFRGS)	Luiz Antonio Pessan (UFSCar)
Ariosvaldo A. Barbosa Sobrinho (UF CG)	Márcia C. Delpech (UERJ)
Bluma G. Soares (IMA/UF RJ)	Maria do Carmo Gonçalves (UNICAMP)
Cesar L. Petzhold (UFRGS)	Maria Elisa S. Ribeiro e Silva (UFMG)
Cláudio Gouveia Santos (UFOP)	Maria Isabel Felisberti (UNICAMP)
Cristiano P. Borges ( COPPE/UF RJ)	Nicole R. Demarquette (EPUSP)
David Tabak (FIOCRUZ)	Ricardo Baumhardt Neto (UFRGS)
Domingos A. Jafelice (Polietilenos União)	Ricardo Geraldo de Sousa (UFMG)
Éder D. de Oliveira (UFMG)	Rinaldo Gregório Filho (UFSCar)
Fernanda M. B. Coutinho (UERJ/UF RJ)	Roberto F. S. Freitas (UFMG)
Judith Feitosa (UFC)	Rodrigo Lambert Oréfice (UFMG)
Kátia Monteiro Novack (UFOP)	Thais H. Sydenstricker (UFPR)
Laura Hecker de Carvalho (UFPB)	

**Associação Brasileira de Polímeros**

R. Geminiano Costa, 355 - Centro - CEP 13560-050 - São Carlos - SP  
Telefax: (16) 274-3949 - abpol@linkway.com.br  
www.abpol.com.br



# ELASTÔMEROS TERMOPLÁSTICOS COMO MODIFICADORES DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO NYLON-6

Carlota H. F. Maurano<sup>1</sup>, Ronilson. V. Barbosa, Raquel S. Mauler<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> PGCIMAT - Instituto de Química da UFRGS – cmaurano@uol.com.br; <sup>2\*</sup> Instituto de Química da UFRGS – mauler@iq.ufrgs.br Av. Bento Gonçalves, 9500, 91510-970 Porto Alegre/RS.

## *Thermoplastic elastomers as modifier mechanical properties of Nylon 6.*

In the present work blends of nylon 6 and styrene/ethene-butene/styrene (SEBS) grafted with maleic anhydride (MA), with different compositions and functionality degree, were prepared using a melt mixing process. The blends morphology was examined using scanning electron microscopy (SEM) and the thermal properties of blends were analyzed by differential scanning calorimetry (DSC). The Izod impact strength and tensile behavior of nylon 6/SEBS blends were examined. The effects of MA content on the phase morphology of nylon 6/SEBS blends were studied. SEBS forms finely dispersed particles due to the reaction of the polyamide amine end groups with the grafted MA. The rubber content causes significant improvement in tensile properties of these blends. The impact properties increased with MA-grafted SEBS content in the blends. Thermal analysis showed that the nylon 6/SEBS blends have unaffected crystallinity and  $T_m$  values presented small decrease.

## Introdução

Blendas de polímeros imiscíveis podem oferecer uma combinação de propriedades que não se obteria ao utilizar os polímeros puros. A compatibilidade entre as fases destas blendas pode ser melhorada pela adição de um agente compatibilizante, que, em geral, são copolímeros em bloco ou graftizados [1]. Os copolímeros em bloco ou graftizados podem ser obtidos separadamente ou durante a obtenção da blenda (*in situ*) e apresentam segmentos capazes de interagir com os componentes da blenda através de migração para a interface entre os homopolímeros [2].

A funcionalização de elastômeros termoplásticos como estireno/butadieno/estireno (SBS) e estireno/eteno-buteno/estireno (SEBS) aumenta sua interação com materiais polares, como os plásticos de engenharia, sendo utilizados como agente de compatibilização e melhorando as propriedades mecânicas de blendas de polímeros imiscíveis [3]. SEBS e SBS são muito bons modificadores de impacto devido aos seus segmentos elastoméricos [4]. A eficiência do modificador de impacto é afetada pelo peso molecular da matriz polimérica e propriedades mecânicas do elastômero [5]. Blendas de nylon 6,6 com SEBS ou SEBS funcionalizado resultam em materiais super duros [6].

Este trabalho tem como objetivo estudar a modificação das propriedades mecânicas do nylon 6 (N6) pela obtenção de blendas com SEBS funcionalizado com anidrido maleico (AM).

## Experimental

Neste trabalho foram utilizados SEBS2 (Calprene H6110) e SEBS3 (Calprene H6120) ambos da Repsol, modificados com AM em estudos anteriores. A poliamida utilizada foi um N6 Nylodur da

De Millus S.A. Ind. e Com., com  $[\text{COOH}] = 5,54 \times 10^{-5}$  mol/g e  $[\text{NH}_2] = 5,18 \times 10^{-5}$  mol/g,  $M_n = 18700$  g/mol [7]. As blendas foram obtidas em uma câmara de mistura Haake Rheomix 600, durante 10 min, a 40 rpm e T 240°C. Foram obtidas blendas com 10% e 20% em peso de elastômero, com diferentes funcionalidades.

Os ensaios de tração foram realizados em uma máquina EMIC DL10000 e os ensaios de impacto em um equipamento EMIC AIC-1 método Izod. Os corpos de prova foram obtidos em uma prensa hidráulica Carver, Monarch Series, modelo 3710 ASTM, com 4 kN, durante 4 min a 240°C e resfriamento a uma taxa de 10°C/min. As análises térmicas foram realizadas em um equipamento DSC Thermal Analyst 2100 TA Instruments. A morfologia foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (SEM) em um equipamento JEOL, JSM 5800, com tensão de aceleração de 20kV.

## Resultados e Discussão

O torque foi monitorado durante a obtenção das blendas. A Figura 1 mostra que houve variação do torque durante o processamento dos materiais.

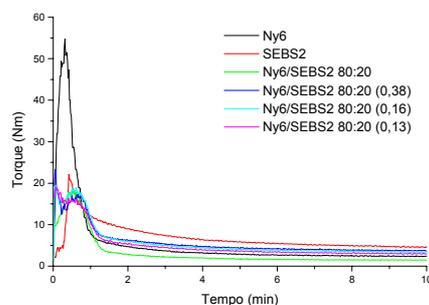


Figura 1: Curvas de torque das blendas N6/SEBS2 80/20

Nas blendas N6/SEBS compatibilizadas os valores de torque se situaram entre os valores do torque dos componentes puros e nas blendas não compatibilizadas os valores foram levemente abaixo do valor obtido para o N6. Com o aumento do teor de borracha houve um leve aumento do torque.

Os resultados de microscopia mostraram que a dispersão das partículas de borracha na matriz foi melhor nas blendas com maior quantidade de SEBS e com maior funcionalidade.

Na Figura 2 podem ser observadas as curvas de tensão x deformação das blendas N6/SEBS2. As blendas não compatibilizadas apresentaram uma elongação inferior ao N6 puro e houve um aumento da elongação quando o teor de borracha foi aumentado. A elongação também aumentou conforme o aumento da funcionalidade do elastômero.

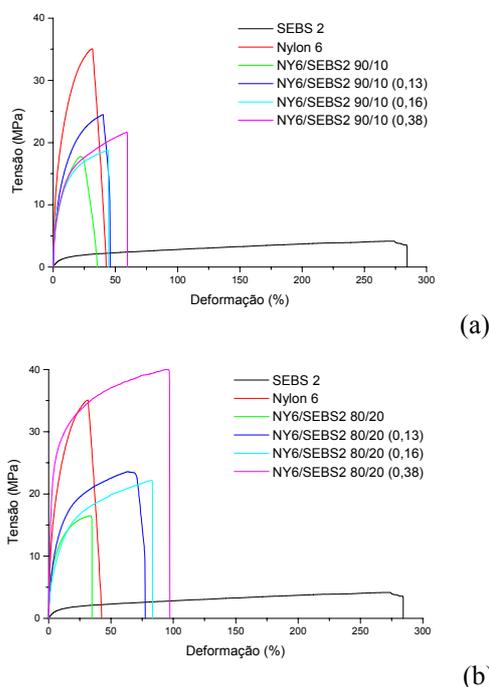


Figura 2: Curvas tensão x deformação das blendas (a) N6/SEBS2 90/10 (b) N6/SEBS2 80/20

Houve melhora na propriedade de impacto das blendas N6/SEBS2 e N6/SEBS3 (ambas 90/10) quando foi utilizado SEBS funcionalizado, como mostra a Tabela 1. As blendas com 20% em peso de elastômero não romperam durante o teste de impacto.

Tabela 1: Testes de impacto Izod – blendas N6/SEBS

Blenda	Impacto (J/m)
N6 100%	178,69
N6/SEBS2	154,01
N6/SEBS2 (0,13)	194,67
N6/SEBS2 (0,16)	245,96
N6/SEBS2 (0,38)	293,65
N6/SEBS3	126,31
N6/SEBS3 (0,13)	261,49
N6/SEBS3 (0,16)	248,09
N6/SEBS3 (0,26)	263,19

Os resultados da análise térmica são mostrados na Figura 3. Houve uma pequena diminuição da  $T_m$  com o aumento da quantidade de SEBS nas blendas. Nas curvas de resfriamento das blendas surgiu um ombro em temperatura inferior a  $T_c$  do N6 puro.

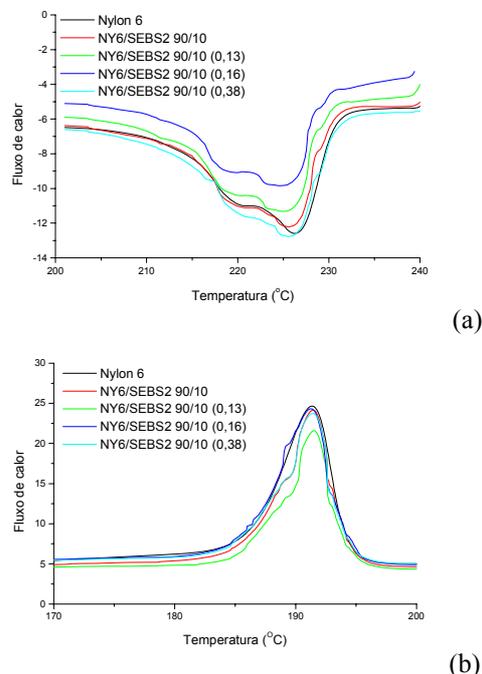


Figura 3: Comportamento térmico das blendas N6/SEBS (a) cristalização (b) fusão

### Conclusões

As blendas com maior teor de borracha apresentaram valores de torque maior, aumento da elongação na ruptura e leve diminuição da  $T_m$ . O aumento da funcionalidade do SEBS favoreceu um aumento da elongação. As blendas de N6/SEBS apresentaram melhoria na propriedade de impacto, sendo que as blendas com maior quantidade de elastômero não romperam durante o ensaio.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e PADCT pelo auxílio financeiro.

### Referências Bibliográficas

1. M. Matos; B.D. Favis; P. Lomellini *Polymer*,1995, 36, 3899.
2. C.C. Chen; J.L. White *Polym. Eng. Sci.* 1991,33 923.
3. E. Passaglia; S. Ghetti; F. Picchioni; G. Ruggieri *Polymer* 2000,41 4389.
4. Y. Kayano; H. Keskkula; D.R. Paul *Polymer* 1997,38, 1885
5. T. Hisamatsu; S. Nakano; T. Adachi; M. Ishikawa; K. Iwakura *Polymer* 2000,41,4803
6. A.J. Oshinski; H. Keskkula; D.R. Paul *Polymer* 1992,33,268
7. L.B. Gonella, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001