



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

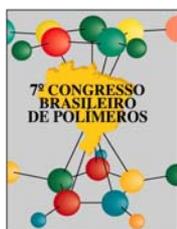
Roberto F. S. Freitas - Coordenador / Chairman (UFMG)	Laura Hecker de Carvalho (UFPB)
Cláudio Gouveia Santos (UFOP)	Luiz Antonio Pessan (UFSCar)
David Tabak (FIOCRUZ)	Maria Elisa S. Ribeiro e Silva (UFMG)
Domingos A. Jafelice (Polietilenos União)	Raquel S. Mauler (UFRGS)
Éder Domingos de Oliveira (UFMG)	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



PROCESSAMENTO E PROPRIEDADES DE MISTURAS DE POLIETILENO

Carlos José Perez Gorga¹, Ronilson Vasconcelos Barbosa², Ricardo Baumhardt Neto^{3*}

¹ Instituto de Química da UFRGS - gorga@iq.ufrgs.br; ² Instituto de Química da UFRGS - ronilson@iq.ufrgs.br; ^{3*} Instituto de Química da UFRGS – ricardo@ufrgs.br, Av. Bento Gonçalves 9500, Cx. Postal 15003, 91501-970, Porto Alegre, RS.

Processing and properties of polyethylene blends

Mixtures of HDPE with LLDPE are used to improve some properties in relation to pure HDPE. These mixtures seek to obtain a material with better mechanical and/or processing properties. In this work we studied the HDPE/LLDPE blends with respect to processing conditions (torque rheometer) and resulting mechanical properties. At low extrusion rates there is no difference between three different LLDPE (comonomers) added to HDPE, with respect to torque. At higher processing rates the effects of LLDPE take place, and the torque becomes dependent on the amount of LLDPE in the mixture..

Introdução

Novas aplicações de materiais poliméricos podem ser obtidas a partir de misturas de polímeros. Esta mistura de polímeros propicia produzir novos materiais com diferentes propriedades mecânicas, quando comparados com os materiais que deram origem a mistura⁽¹⁾. As propriedades destas misturas são governadas principalmente pela composição, condições de processamento e propriedades reológicas dos componentes⁽²⁾.

As poliolefinas são importantes polímeros na indústria em geral, e o polietileno linear de alta densidade (HDPE) é um termoplástico muito versátil, pois suas propriedades mecânicas e outras propriedades gerais variam muito conforme mudam as condições de obtenção do material.

Comercialmente existem dois métodos que podem ser utilizados para a preparação de misturas de poliolefinas, as blendas de reator e o processo de extrusão, que atualmente é o método mais utilizado⁽³⁾ e foi escolhido para ser usado neste trabalho.

Experimental

- Reagentes.

Neste trabalho foram utilizados quatro tipos de polietilenos: HDPE, LLDPE C4 e LLDPE C34, todos fornecidos pelo Ipiranga Petroquímica. Os LLDPE utilizados nesse trabalho diferiram entre si pelo tipo, teor, (em torno de 10 %) composição de comonômero (C4: 1-buteno + etileno; C34: 1-propeno + 1-buteno e etileno), pela massa molar, pela polidispersão, taxa de fluidez (MFR) e densidade.

- Extrusão das misturas poliméricas

Os ensaios foram realizados em uma extrusora de parafuso duplo (Haake Rheomex CTW100p), com dois diferentes perfis de temperatura, dependendo da amostra que estava sendo analisada. Quando foram usados HDPE puro e misturas de HDPE com C4, foi utilizado o perfil 1. O perfil 2 foi usado para o C34 puro e suas misturas com HDPE. Os perfis são mostrados na Tabela I:

Tabela I: Perfis de temperatura utilizados no processo de extrusão:

	Perfil 1(°C)	Perfil 2(°C)
Zona 1	160	160
Zona 2	190	190
Zona 3	200	210
Matriz	210	225

Foram utilizados percentuais variando entre 10 e 30 % de LLDPE nas misturas.

- Propriedades mecânicas das misturas

Os ensaios mecânicos realizados neste trabalho, com exceção dos ensaios das misturas polímero/carga, foram feitos em uma máquina de ensaios EMIC DL-5000/1000 a uma velocidade de 50 mm por minuto com a utilização de uma célula de carga de 500 N. Estes foram realizados a temperatura ambiente, conforme ASTM D882-83.

Resultados e Discussão

- Avaliação das características de processamento das misturas de HDPE/LLDPE

O exame das curvas de torque pode ser dividido em duas faixas: a primeira até 40 rpm e a segunda acima desta, como pode ser visto nas figuras 1 e 2.

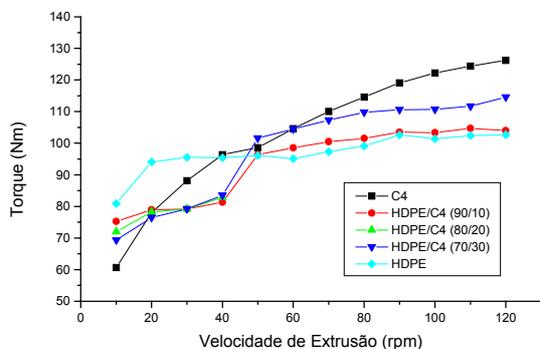


Figura 1: Gráfico de torque versus velocidade de extrusão para amostras, de HDPE, C4 e misturas destas, para todas as velocidades de extrusão analisadas.

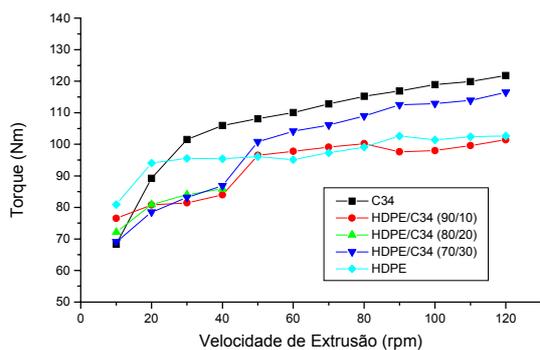


Figura 2: Gráfico de torque versus velocidade de extrusão para amostras, de HDPE, C34 e misturas destas, para todas as velocidades de extrusão analisadas.

Examinando primeiro a faixa vemos que as misturas de HDPE com LLDPE apresentam um comportamento similar de torque, e as curvas das misturas são praticamente sobreponíveis, o que não é um comportamento esperado, pois a mistura não está sendo influenciada nem pelo percentual de copolímero e nem pelo tipo de grupo lateral no LLDPE. Então é o HDPE que controla o comportamento do sistema.

Quando avaliamos o torque das misturas em velocidades de processamento acima de 40 rpm, vemos que o aumento da velocidade de processamento faz com que o sistema volte a ter o comportamento esperado. A resposta torque passa a ser resultado das contribuições dos grupos laterais dos copolímeros e também pelo efeito das cadeias poliméricas de baixo peso molecular do HDPE. Também o comportamento de torque das misturas volta a depender do percentual de copolímero na mistura.

- Avaliação dos dados de tensão deformação das misturas de HDPE/LLDPE

A Tabela II mostra os resultados dos ensaios de tensão deformação para as misturas de HDPE/LLDPE, para todos os tipos de mistura realizadas.

Tabela II: Resultados dos ensaios de tensão versus deformação para as misturas de HDPE/LLDPE.

	Tensão Máxima (MPa)	Tensão no Escoamento (MPa)	Alongamento no ponto de Ruptura (%)	Módulo (MPa)
HDPE	23 ± 2	12 ± 1	487 ± 92	725 ± 72
C4	19 ± 1	4,2 ± 0,2	864 ± 90	295 ± 33
HDPE/C4 (90/10)	20 ± 2	8,0 ± 0,7	763 ± 231	822 ± 69
HDPE/C4 (80/20)	20 ± 4	7,8 ± 0,6	706 ± 231	690 ± 28
HDPE/C4 (70/30)	21 ± 4	7,3 ± 0,5	735 ± 192	735 ± 98
C34	21 ± 1	4,3 ± 0,3	901 ± 28	226 ± 16
HDPE/C34 (90/10)	23 ± 3	9,1 ± 0,9	931 ± 55	847 ± 104
HDPE/C34 (80/20)	22 ± 3	8,8 ± 0,5	803 ± 128	794 ± 77
HDPE/C34 (70/30)	22 ± 3	8,5 ± 0,4	772 ± 50	753 ± 129

Podemos dizer que a mistura de HDPE/LLDPE apresenta bons resultados quando comparada ao HDPE puro, em termos gerais produz um material de características intermediárias aos materiais de partida. Ocorreu uma pequena perda na tensão máxima e uma perda um pouco maior na tensão no escoamento, mas com bom ganho no alongamento na ruptura e conservando os valores do módulo.

Conclusões

A reologia do sistema (torque) se altera em função da velocidade. Em velocidades baixas (40 rpm) o torque seria regido pelo componente majoritário (HDPE), e os copolímeros (e seus grupos laterais) não exerceriam efeitos sobre o processamento. Uma possível explicação para este comportamento seria o fato de o HDPE ser bimodal. Em velocidades baixas, a fração de menor peso molecular anularia as contribuições reológicas dos copolímeros, enquanto em velocidades elevadas (e tensões de cisalhamento também elevadas) aquela fração teria seu efeito reduzido, surgindo então as características de fluxo com a contribuição dos dois componentes da mistura.

Em termos gerais a adição de LLDPE ao HDPE ou mantém suas propriedades mecânicas ou as melhora, excetuando-se apenas a tensão no escoamento que sofre uma queda generalizada, em torno de 30 %.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e Petroquímica Ipiranga pelo apoio ao projeto.

Referências Bibliográficas

1. D.R. Paul; S. Newman; *Polymer Blends*; Academic Press: New York, 1978.
2. H. Veenstra; B.J.J.van Lent; Posthuma de Boer ; *Polymer*; 1999; 40, 1119.
- 3- O. L. Olagoke; M. R. Lloyd; T. S. Montgomery, *Polymer-Polymer Miscibility* , Academic Press, New York, 1979.