

COMPÓSITOS HÍBRIDOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE CARREGADOS COM ÓXIDO DE ALUMÍNIO E REFORÇADOS COM FIBRA DE VIDRO

S. A. B. Lins¹, M.C.G. Rocha^{1*}, J.R.M. D'Almeida²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico (IPRJ-UERJ), Rua Bonfim 25, Vila Nova, CEP 28625-570, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*e-mail: mrocha@iprj.uerj.br.

²Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro, Centro Técnico-Científico, Departamento de Engenharia dos Materiais, Rua Marquês de São Vicente 225, Gávea, CEP 22453900, Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

RESUMO

Compósitos híbridos poliméricos têm sido desenvolvidos visando a obtenção de propriedades de desempenho diferenciadas. Com essa finalidade compósitos de polietileno de alta densidade (PEAD) carregados com alumina e com reforço híbrido de alumina e teores variáveis de fibra de vidro foram processados em extrusora de rosca dupla. As propriedades mecânicas dos materiais foram determinadas de acordo com a ASTM D-1238. O comportamento térmico foi analisado através de técnicas convencionais. A morfologia foi investigada através de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos demonstraram que a alumina não promoveu o aumento da estabilidade térmica do PEAD e que houve formação de aglomerados com o aumento do teor de alumina. Os compósitos híbridos apresentaram aumento significativo do Módulo de Young e da tensão de escoamento. As micrografias dos compósitos formulados com 12% v/v de alumina e 8,5% v/v de fibra de vidro evidenciaram uma orientação das fibras de vidro responsável pelas propriedades mecânicas superiores.

Palavras chave: polietileno de alta densidade, compósitos híbridos, alumina, fibras de vidro.

INTRODUÇÃO

Na última década, a indústria de compósitos termoplásticos deslocou o seu foco no desenvolvimento de compósitos avançados de alto desempenho, para o desenvolvimento de compósitos de engenharia de baixo custo. Neste contexto, se inserem os compósitos constituídos de matrizes de polímeros de comodidade, como polietileno e polipropileno, carregados com cargas particuladas inorgânicas e reforçados com fibras de vidro⁽¹⁾.

De forma a ampliar o campo de aplicações do polietileno, algumas propriedades como por exemplo: alto coeficiente de expansão térmica, faixa de temperatura de desempenho estreita, valores baixos das propriedades mecânicas em tração e flexão para aplicações que requerem maior rigidez e resistência, condutividade elétrica e térmica baixas para determinadas aplicações⁷, entre outras, podem atingir valores desejáveis através do desenvolvimento de compósitos formulados com esse polímero como matriz⁽²⁾.

A adição de alumina, cerâmica estrutural amplamente utilizada na indústria de materiais aos polímeros, promove, de uma forma geral modificações das propriedades térmicas, físicas e mecânicas, assim como do comportamento de cristalização de polímeros⁽³⁾. Há estudos publicados envolvendo a adição de alumina ao polietileno de ultra alto peso molecular, entretanto, não há muitos trabalhos avaliando o efeito da adição dessa carga aos outros tipos de polietileno.

Os poucos estudos sobre a avaliação dos efeitos da adição da alumina ao polietileno de alta densidade (PEAD) demonstraram que a adição de alumina, de uma forma geral, promove o aumento da temperatura de degradação, da estabilidade térmica e da condutividade térmica do polímero. Sahebian *et al.*⁽⁴⁾. verificaram que temperatura de fusão do PEAD e a duração dessa transição térmica, praticamente não foram alteradas com a adição da alumina ao polímero. A temperatura de cristalização, entretanto, sofreu um aumento atribuído ao efeito nucleante da carga. Alguns trabalhos mostram que há necessidade da utilização de agentes de acoplamento de forma a promover melhor adesão interfacial entre o polietileno e a alumina⁽²⁾.

As fibras de vidro se destacam como as fibras sintéticas mais empregadas como elemento de reforço em compósitos, por apresentarem as seguintes propriedades: baixo coeficiente de expansão térmica, facilidade de processamento e baixo custo⁽⁵⁾.

Estudo de compósitos de polietilenos carregados com fibras curtas demonstrou um aumento do módulo de elasticidade, dureza e resistência ao impacto do polietileno. A resistência à tração obtida, entretanto, foi inferior à do polietileno. Esse resultado foi atribuído à baixa dispersão das fibras no polímero⁽⁶⁾. Há poucos trabalhos descritos na literatura envolvendo o uso de fibras de vidro (FV) como um dos elementos de reforço de polietileno.

O objetivo desse estudo é desenvolver compósitos de polietileno de alta densidade (PEAD) com reforços híbridos de alumina e de fibras de vidro curtas, visando à obtenção de propriedades mecânicas superiores.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os materiais e métodos utilizados são descritos a seguir.

Materiais:

Polietileno de alta densidade (PEAD, IE59U3), índice de fluidez (MFI) = 5.0 g/10 min a 190°C (ASTM-D1238), e densidade (ρ) = 0,96 g/cm³ foi doado pela Braskem e usado como recebido; alumina calcinada APC-G com distribuição de tamanhos de partículas: D90 (μ m) de 6 a 26 e D50 (μ m) de 2 a 7 e densidade (ρ) = 0.7 g/cm³ foi fornecida pela ALCOA e usada como recebida; fibras de vidro curtas (147 A) com comprimento de 4 mm, diâmetro (D) = 14 μ m, densidade (ρ) = 2,6 g/cm³ e pré tratadas pelo fabricante com agente de acoplamento (silano) foram fornecidas pela Owens Corning Fiberglas A S Ltda e usadas como recebidas.

Métodos:

Preparação dos compósitos de PEAD carregados com alumina

Os compósitos de PEAD/alumina foram preparados em extrusora de rosca dupla Leistritz, razão L/D = 40 e D=18,5 a 600 rpm, dando origem a compósitos de polietileno carregados com concentrações de 5, 7,5 e 10% m/m de alumina. O perfil de temperatura utilizado foi de 160°/170°/180°/190°/200°/210°/215°/220°/225°/230°C. A velocidade de alimentação adotada foi de 1,5 kg/h. O polietileno virgem foi processado nas mesmas condições usadas para os compósitos de PEAD/alumina.

Preparação dos compósitos de PEAD carregados com alumina e reforçados com fibra de vidro

Compósitos de PEAD carregados com alumina e reforçados com fibra de vidro (FV) foram preparados com as seguintes proporções dos elementos constituintes, (PEAD/Al₂O₃/FV): 80/10/10, 70/10/20 e 60/10/30% m/m processados em extrusora

de roca dupla Leistritz, a 600 rpm. O perfil de temperatura utilizado foi de 160°/170°/180°/190°/200°/210°/215°/220°/225°/230°C. A velocidade de alimentação adotada foi de 1,5 kg/h.

Determinação das propriedades mecânicas do PEAD e dos compósitos PEAD/alumina e PEAD/alumina/FV

As propriedades mecânicas do PEAD, dos compósitos PEAD/alumina e dos compósitos PEAD/alumina/FV foram determinadas de acordo com a norma ASTM D-638 em máquina universal de ensaios Shimadzu, modelo AG-X Plus com célula de carga de 5kN, usando corpos de prova tipo I obtidos através de moldagem por injeção efetuada nas seguintes condições: perfil de temperatura da zona de alimentação à zona de dosagem de 160°C a 205°C, pressão de injeção de 1400bar e pressão de recalque de 450bar. A velocidade de alongamento utilizada foi de 100 mm/min.

Determinação das propriedades térmicas do PEAD e dos compósitos PEAD/alumina e PEAD/alumina/FV

As temperaturas de fusão (T_m), de cristalização (T_c) e as entalpias de fusão (ΔH_m) foram obtidas através da calorimetria exploratória diferencial (DSC-Q-100, TA Instruments). As análises foram efetuadas em atmosfera inerte de nitrogênio, utilizando taxas de aquecimento e de resfriamento de 20°C/min. O grau de cristalinidade das amostras (X_c) foi determinado a partir das entalpias de fusão e corrigido para compensar o efeito da diluição do polímero no compósito. O valor adotado para a entalpia de fusão para o polietileno 100% cristalino foi de 293 J/g.

Avaliação da resistência à degradação térmica dos materiais e determinação do teor das cargas incorporadas ao polímero.

A avaliação da resistência à degradação térmica dos materiais foi efetuada através de análise termogravimétrica (TGA-Q 50, TA Instruments). O teor das cargas incorporadas no polímero foi determinado através do percentual de resíduos obtidos. As análises foram efetuadas em atmosfera de nitrogênio, a uma taxa de aquecimento de 10°C/min.

Análise morfológica dos compósitos PEAD/alumina e PEAD/alumina/FV

A análise morfológica dos compósitos desenvolvidos nesse trabalho foi efetuada em microscópio eletrônico de varredura Hitachi, modelo TM 3030 Plus equipado com um sistema de microanálise química por dispersão de energia (EDS) BrukerQuantax. A voltagem utilizada foi de 5 kV. As amostras foram recobertas com ouro utilizando o equipamento SCD 005 *sputtercoater* da BAL-TEC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise termogravimétrica do PEAD e dos compósitos produzidos foi utilizada para avaliar a estabilidade térmica dos materiais e determinar a fração mássica (F_m) do teor das cargas efetivamente incorporadas ao polímero. A fração volumétrica (F_v) da alumina e da fibra de vidro incorporada à matriz polimérica foi obtida através da Equação (A)⁽⁷⁾:

$$F_v = F_m / [F_m + (1 - F_m) \cdot \rho_{\text{carga}} / \rho_{\text{polímero}}] \quad (A)$$

onde: ρ é a densidade aparente.

Tabela 1 – Temperaturas de degradação dos compósitos. Porcentagens de reforços dadas em fração volumétrica.

Material	$T_{\text{início}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{50} (^{\circ}\text{C})$	$T_{v\text{máx}} (^{\circ}\text{C})$	Resíduos (% m/m)
PEAD	450,1	463,0	463,0	0
PEAD/6,2% Al_2O_3	445,8	460,1	460,1	4,62
PEAD/8,6% Al_2O_3	421,4	446,4	446,4	6,40
PEAD/12,0 % Al_2O_3	420,8	443,5	443,5	9,05
PEAD/12,0 % Al_2O_3 /3,8% FV	445,6	462,3	462,3	18,74
PEAD/12,0% Al_2O_3 /8,5% FV	445,4	464,9	464,9	29,12
PEAD/12,0% Al_2O_3 /13,8% FV	441,1	467,9	467,9	39,32

A degradação do PEAD se inicia em 450,1°C e termina em 497,1°C, temperatura esperada devido à estrutura química do polímero. A temperatura na qual a velocidade de degradação é máxima ($T_{v\text{máx}}$) é 463,0°C. Como o PEAD é constituído apenas de carbono e hidrogênio, o teor de resíduos de sua degradação é praticamente igual a 0. Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 1 indicam

que a adição de alumina promoveu a redução da estabilidade térmica do PEAD. Esse resultado não era esperado, uma vez que o calor específico da alumina é mais baixo do que o do PEAD, respectivamente iguais a 775 e 1850 J•K⁻¹•kg⁻¹ e a condutividade térmica da alumina igual a 39 W•m⁻¹•K⁻¹ é maior do que a do PEAD, igual 0,46-0,50 W•m⁻¹•K⁻¹ ⁽⁸⁾. Sendo assim, seria esperado que os compósitos carregados com alumina absorvessem preferencialmente a energia, e em consequência, as cadeias de polietileno se degradariam em temperaturas mais elevadas. A redução do grau de cristalinidade do polímero, que diminuiria o efeito de blindagem dos cristais, pode ter contribuído para o decréscimo da estabilidade térmica do PEAD com a adição da carga. Outra possível explicação seria o fato das partículas de alumina se situarem nos espaços interlamelares do PEAD, ficando em bastante contato com a superfície das lamelas. Devido as propriedades térmicas da alumina, essas partículas atingiriam temperaturas elevadas mais rapidamente do que a matriz em torno, causando degradação em temperaturas mais baixas da superfície das dobras de cadeias já tensionadas. A adição da fibra de vidro ao compósito aumenta a estabilidade térmica dos compósitos PEAD/alumina. Este resultado era esperado, em virtude das fibras de vidro apresentarem calor específico mais baixo do que o PEAD e condutividade térmica mais alta do que o PEAD e ao alto teor de cargas inorgânicas (alumina e fibra de vidro) apresentadas pelos compósitos híbridos.

A Tabela 2 apresenta as propriedades térmicas do PEAD e dos compósitos produzidos.

Tabela 2 - Propriedades Térmicas do PEAD e dos Compósitos Produzidos

Material	T _m (°C)	T _c (°C)	ΔH _m	ΔH _c	X _c
PEAD	132,8	119,3	245,8	248,6	83,9
PEAD/6,2% Al ₂ O ₃	133,5	119,5	205,4	210,6	65,8
PEAD/8,6% Al ₂ O ₃	132,7	120,2	218,4	216,8	68,1
PEAD/12,0 % Al ₂ O ₃	133,2	119,6	215,6	216,4	64,7
PEAD/12,0 % Al ₂ O ₃ /3,8% FV	133,2	120,4	175,3	176,3	50,3
PEAD/12,0% Al ₂ O ₃ /8,5% FV	132,8	120,5	176,6	176,1	47,7
PEAD/12,0% Al ₂ O ₃ /13,8% FV	133,4	119,9	138,9	140,2	34,9

Os resultados obtidos mostram que a incorporação de alumina ao polímero, na faixa de concentração analisada, não causa variação significativa nas temperaturas

de fusão e de cristalização do PEAD. O calor de fusão e de cristalização do PEAD diminui com a incorporação da alumina, devido de acordo com Sahebian *et al.*⁽⁴⁾, ao decréscimo da fração volumétrica do polímero no compósito e ao calor específico mais baixo das partículas de alumina. Não se observou, entretanto, um decréscimo da entalpia de fusão e de cristalização a medida que o teor de carga era aumentado, para todos os teores de alumina analisados. O calor de fusão e de cristalização correspondente a adição de 8,6% de alumina obtido é maior do que o correspondente a adição de 12% de carga. Esse resultado não era esperado e pode estar associado aos erros experimentais envolvidos na determinação dos calores das transições térmicas e requer uma maior investigação.

A temperatura de cristalização também não apresentou variação significativa com a adição da carga ao polímero, o que assim como a redução do grau de cristalinidade, pode ser interpretado como uma indicação de que a alumina nas condições utilizadas nesse estudo não atua como agente nucleante do PEAD. Resultado similar é descrito na literatura⁽⁹⁾. Apesar dos dados do grau de cristalinidade apresentarem uma redução com o aumento da concentração de alumina, Sahebian *et al.*⁽⁴⁾ interpretaram o aumento da temperatura de cristalização observado com a adição de alumina, que não apresentou no máximo, uma diferença de 0,93°C com a adição de 12% de carga ao efeito nucleante da alumina. Estudos do comportamento de cristalização desses compósitos em DSC acoplado com microscópio ótico ("*hot stage*") poderão elucidar se há redução do tamanho dos esferulitos com a adição da carga, o que evidenciaria um possível efeito de nucleação da alumina, além da determinação do grau de cristalinidade dos materiais através de difração de raios X. A adição de teores crescentes de fibra de vidro não altera as temperaturas de transição térmica, mas conduz a redução do grau de cristalinidade do polímero. Esse resultado era esperado, uma vez que a fração volumétrica do polímero no compósito se torna cada vez mais menor devido a presença de teor crescente das cargas na região amorfa do polímero. A redução dos calores de fusão e de cristalização também era esperada devido ao calor específico do vidro que é mais baixo do que o do polímero.

As micrografias dos compósitos PEAD/alumina são apresentadas na Figura 1. As micrografias mostram que apesar das partículas de alumina estarem bem distribuídas e com alguma aderência à matriz, à medida que a concentração da carga aumenta, as partículas começam a formar grandes aglomerados. Torna-se

interessante dar continuidade a esse estudo analisando, o efeito da adição da fibra de vidro (FV) em compósitos PEAD/alumina(OA) carregados com concentrações mais baixas de alumina.

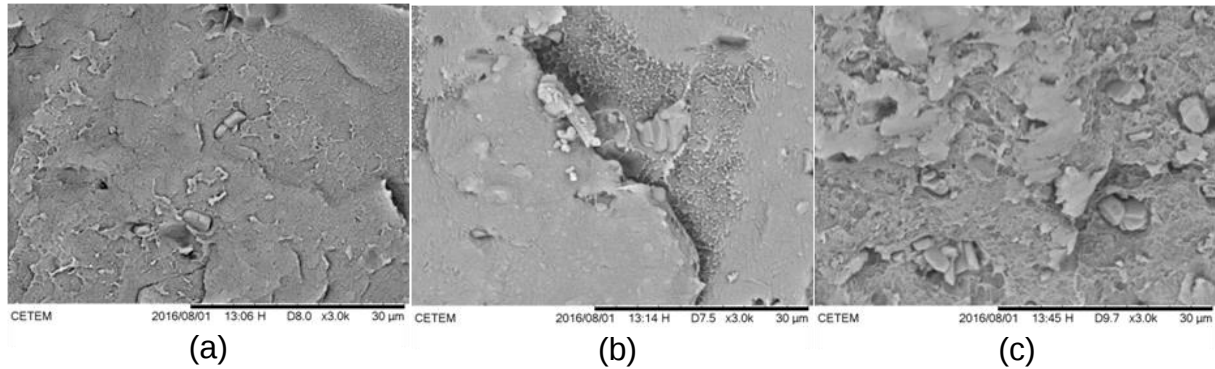


Figura 1: Micrografia dos compósitos PEAD/alumina carregados com (a) 6,2; (b) 8,6 e (c) 12% de alumina.

As micrografias dos compósitos PEAD/12,0%OA/3,8%FV, PEAD/12,0%OA/8,5%FV e duas micrografias referentes ao compósito PEAD/12,0%OA/13,8%FV são apresentadas na Figura 2:

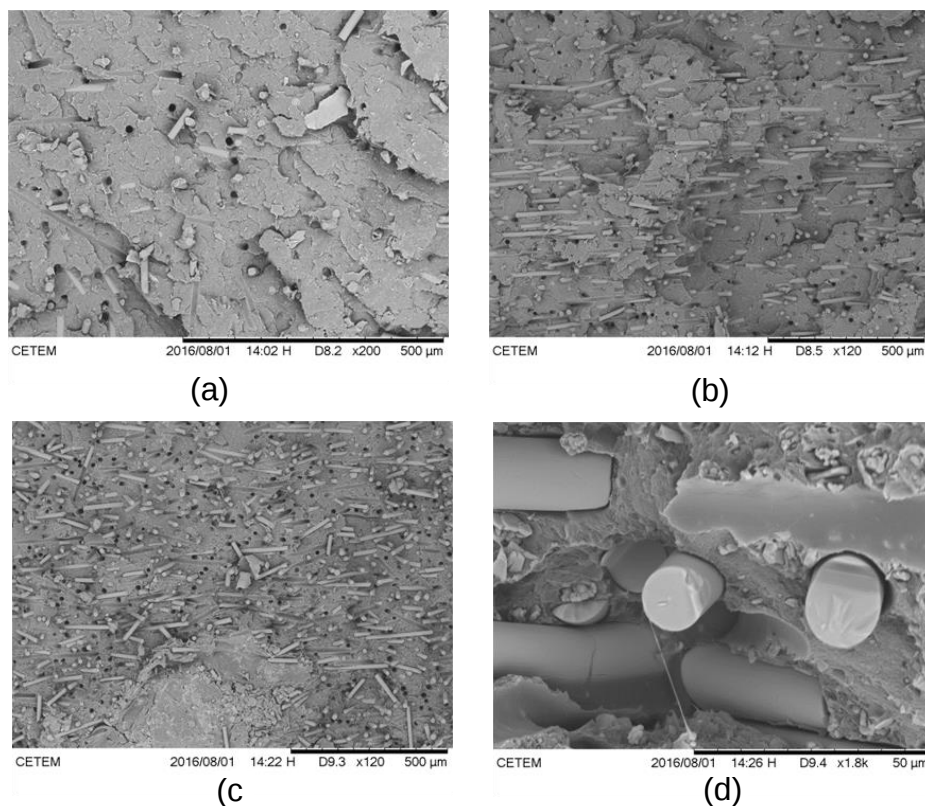


Figura 2: Micrografias dos compósitos (a) PEAD/12,0%OA/3,8%FV; (b) PEAD/12,0%OA/8,5%FV; e (c, d) PEAD/12,0%OA/13,8%FV.

As micrografias mostram que as fibras de vidro estão distribuídas de forma aleatória nas matrizes dos compósitos PEAD/12,0%OA/3,8%FV e PEAD/12,0%OA/13,8%FV. A micrografia do compósito PEAD/12,0%OA/8,5%FV mostra um efeito de orientação das fibras que se dispõem em um arranjo ortogonal formando uma espécie de trama. A presença de vazios nas micrografias sugere que esses compósitos devem apresentar uma boa resistência à compressão. A última micrografia mostra que as fibras estão embebidas na matriz, mas sugerem que um melhor tratamento superficial possa ser necessário de modo a aprimorar a adesão das fibras à matriz.

A Tabela 3 apresenta as propriedades mecânicas do PEAD e dos compósitos desenvolvidos nesse estudo

Tabela 3- Propriedades mecânicas do PEAD e dos compósitos produzidos

Material	Módulo de Elasticidade (MPa)	Erro	Máxima Tensão (MPa)	Erro	Tenacidade (MJ/m ³)	Erro
PEAD	503,78	10,46	26,99	0,38	25,20	1,59
PEAD/6,2% Al ₂ O ₃	863,39	11,50	25,38	0,23	33,92	13,71
PEAD/8,6% Al ₂ O ₃	870,26	17,25	25,48	0,33	28,36	8,26
PEAD/12,0 % Al ₂ O ₃	883,10	7,76	25,45	0,22	23,26	1,13
PEAD/12,0 % Al ₂ O ₃ /3,8% FV	1521,39	10,39	28,62	0,24	10,95	1,44
PEAD/12,0% Al ₂ O ₃ /8,5% FV	2124,56	15,26	32,61	0,24	3,42	0,15
PEAD/12,0% Al ₂ O ₃ /13,8% FV	2525,68	90,90	32,23	0,28	1,95	0,06

Os resultados obtidos mostram que a adição de 6,2 % de alumina ao polietileno causa um aumento significativo do módulo de elasticidade do PEAD. A adição de maiores teores da carga, entretanto, não promoveu aumentos sucessivos dessas propriedades. O aumento do módulo elástico do PEAD era esperado devido ao fato da alumina ser uma carga rígida que restringe a mobilidade das cadeias poliméricas. O módulo de elasticidade é função da área de contato da superfície da carga com a matriz e, portanto, está relacionado com a dispersão da carga particulada na matriz. A análise das microscopias dos compósitos PEAD/alumina mostram que a alumina está bem dispersa na matriz. À medida que a concentração da carga aumenta, observa-se a formação de aglomerados que podem ser descritos como partículas de maiores dimensões e com área de contato superficial com a matriz menor e,

portanto, com menor efeito nas propriedades mecânicas. A tensão de escoamento apresenta uma queda em torno de 5% com a adição de alumina e essa redução permanece praticamente constante com a adição de incrementos sucessivos de carga (Figura 3). A tensão de escoamento é função tanto da adesão interfacial como dispersão das partículas. Sendo assim, esse resultado indica que a utilização de agentes de acoplamento ou o tratamento superficial da alumina pode promover a obtenção de propriedades mecânicas superiores.

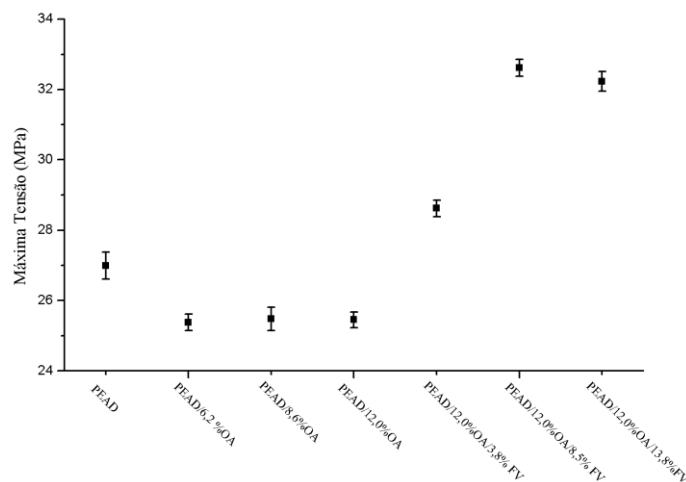


Figura 3 – Tensão de escoamento dos compósitos produzidos

Considerando os erros associados à determinação da tenacidade, pode ser verificado que não houve alteração da tenacidade do PEAD com a adição de alumina. Há, entretanto, uma tendência a um aumento da tenacidade com a adição de 6% de alumina. Esses ensaios deverão ser repetidos de forma a minimizar os erros e avaliar o fenômeno com maior clareza.

A adição da fibra de vidro promove um substancial aumento do módulo do PEAD. O módulo aumentou com a adição de teores crescentes de carga como esperado devido às propriedades das fibras de vidro e da boa dispersão dessas fibras no polímero. A tensão de escoamento aumentou com a adição de até 8,5 % de fibra de vidro e decresceu com o aumento da concentração do elemento de reforço para 13,8%. As microscopias mostram que há um efeito de orientação das fibras com a adição de 8,5% de fibra ao compósito PEAD/alumina e formação de uma estrutura em rede que deve contribuir para um aumento da resistência do material. Por outro lado, a microscopia evidencia que apesar das fibras estarem bem embebidas na matriz, há ainda um descolamento da fibra. Este resultado sugere que

o tratamento superficial da fibra de vidro pode gerar um maior desempenho mecânico dos compósitos. A tenacidade dos compósitos diminui com a adição de teores crescentes da fibra de vidro devido ao enrijecimento provocado pelo elemento de reforço.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a adição de alumina não alterou as propriedades térmicas do PEAD de forma significativa, mas não promoveu o aumento da estabilidade térmica do polímero. Os compósitos processados com reforço híbrido de alumina e fibra de vidro apresentaram propriedades mecânicas superiores, especialmente o formulado com proporção volumétrica de 12% de alumina e 8,5% de fibra de vidro. A micrografia desse material mostrou que as fibras de vidro se encontram orientadas formando um arranjo ortogonal. A presença de vazios sugere a obtenção de boa resistência à compressão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à BRASKEM pela doação do polietileno de alta densidade; à ALCOA pela doação de alumina e à OWENS CORNING pela doação da fibra de vidro. Agradecem também à CAPES, pela bolsa de estudos concedida ao aluno Sergio Lins.

REFERENCIAS

- (1). Khanam, P.N.; AlMaadedd, M.A.A. Processing and characterization of polyethylene-based composites. *Advanced manufacturing: Polymer & Composites Science*, v.1, n.2, p.63-79, 2015.
- (2). Zhang, S; Cao, X.Y.; Ma, Y.M.; Ke, Y.C.; Zhang, J.K.; Wang, F.S. The effects of particle size and content on the thermal conductivity and mechanical properties of Al₂O₃/high density polyethylene (HDPE) composites. *Express Polymer Letters*, v.5, n.7, p.581-590, 2011.
- (3). Macedo, K.R.M. Compósitos híbridos de polipropileno reciclado e entulho de obra micronizado. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- (4). Mosavian, M.T.H.; Bakhtiari, A.; Sahebian S. Influence of alumina particles on thermal behavior of high density polyethylene. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, v.51, 214-219, 2012.
- (5). Alam, A.K.M.M.; Shubhra, Q.T.H.; Al-Imran, G.; Barai, S.; Islam, R.; Rahman, M. Preparation and characterization of natural silk-fiber reinforced polypropylene and synthetic E-glass fiber-reinforced polypropylene composites: a comparative study. *Journal of Composite Materials*, v. 45, n. 22, p. 2301–2308, 2011.
- (6). Manickam, R.; Pandey, J.; Guha, S.; Kalita, K. Comparison of jute fiber over glass fiber and carbon fiber reinforced plastic material composites used for civil structure. *IOJER*, v.1, p.26-30, 2015.
- (7). Tavman, H- Thermal and Mechanical Properties of Aluminum Powder-Filled High-Density Polyethylene Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, v.62, p. 2161-2167, 1996.
- (8). Callister, Jr. W.D. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução*. Brasil, Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S A, 2002.
- (9). Grison, K. Desenvolvimento, caracterização e avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas de compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com pó de Pinus taeda e/ou alumina calcinada. 2015. Dissertação. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul:

HIGH DENSITY POLYETHYLENE HIBRID COMPOSITES FILLED WITH ALUMINUM AND REINFORCED WITH GLASS FIBER

ABSTRACT

Polymer hybrid composites have been developed in order to obtain superior performance properties. In this context, composites of high density polyethylene (HDPE) filled with alumina and with hybrid reinforcement of alumina and a variable content of glass fiber were processed in a twin screw extruder. The mechanical properties of the obtained materials were determined according to ASTM D-1238. The thermal behavior was analyzed by conventional techniques. The morphology was investigated by scanning electron microscopy. The results showed that there was no increase of the thermal stability of HDPE with the addition of alumina. The formation of agglomerates with the increase of alumina content was evidenced. The hybrid composites showed significant increase in the Young's modulus and in the yield stress. The micrographs of composites processed with 12 vol% of alumina and 8,5% vol of glass fiber showed that there was an orientation of the glass fibers. This microstructure is responsible for the best mechanical properties.

Keywords: high density polyethylene, hybrid composites, alumina, glass fibers.