

Avaliação Microestrutural e das Propriedades Mecânicas do Polietileno de Alta Densidade

Microstructural and Mechanical Properties of High Density Polyethylene Evaluation

- ¹ Ana Cristina Tavares Siqueira
¹ Igor Marques Paraguassú
¹ Marco Antonio Gabriel
¹ Pablo da Silva Alves
¹ Tatiana Raposo de Paiva Cury
² Ricardo de Freitas Cabral ricardo.cabral@foa.org.br

- ¹ Discente do Mestrado Profissional em Materiais, UniFOA.
² Docente do Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA.

Resumo

A estrutura de cada polímero tem influência direta sobre a sua densidade e suas propriedades mecânicas. Ramificações longas, como as presentes no polietileno de baixa densidade, por exemplo, aumentam a resistência ao impacto, diminuem a densidade e facilitam o processamento, enquanto que as ramificações curtas, presentes no polietileno de baixa densidade, aumentam a cristalinidade e a resistência à tração em relação ao polietileno de baixa densidade (obtido via radicais livres). Os materiais poliméricos ou são totalmente amorfos ou são parcialmente cristalinos. Uma caracterização desejável envolve a determinação da estrutura cristalina, composição química, quantidade, tamanho, forma e distribuição das fases, além de determinação da natureza, densidade e distribuição dos defeitos cristalinos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar amostras de polietileno de alta densidade (PEAD). Foram obtidos 5 corpos de prova de PEAD que, em seguida, foram submetidos ao ensaio de tração. As amostras foram analisadas no MO (Microscópio Óptico) e no MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura). Os resultados comprovaram que os PEAD apresentam maior módulo de elasticidade, 125 MPa e tensão de escoamento 15 Mpa, o que lhes confere melhores propriedades mecânicas e maior resistência à deformação.

Palavras-chave

PEAD; caracterização microestrutural; propriedades mecânicas.

Abstract

The structure of each polymer has a direct influence on its density and mechanical properties. long chain branching, as present in low density polyethylene, for example, increases the impact strength, lower density and improves processing, whereas short chain branching present in low density polyethylene, increase crystallinity and tensile strength compared to low density polyethylene (produced by free radicals). Polymeric materials are either completely amorphous or are partially crystalline. A desirable characterization involves the determination of the crystal structure, chemical composition, amount, size, shape and distribution of the phases in addition to determining the nature, density and distribution of crystal defects. Therefore, the objective of this study was to characterize high density polyethylene samples (HDPE). There were obtained 5 HDPE specimens that were then subjected to tensile test. The samples were analyzed in MO (optical microscope) and SEM (Scanning Electron Microscope). The results showed that the HDPE have a higher modulus of elasticity of 125 MPa and yield stress, 15 MPa. Which gives them better mechanical properties and higher resistance to deformation.

Keywords

HDPE; microstructural characterization; mechanical properties.

Como você deve citar?

CABRAL, Ricardo de Freitas et al. Avaliação Microestrutural e das Propriedades Mecânicas do Polietileno de Alta Densidade. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 31, p. 7-11, ago. 2016.

Submetido em: 17/11/2015. Avaliado em: 11/04/16. Publicado em: 10/08/2016.

1 INTRODUÇÃO

Os polímeros, cujo nome vem do grego: poli = muitos + meros = partes, ou seja, muitas partes são representadas por um extenso grupo de materiais que apresentam caráter macromolecular. São macromoléculas em que existe uma unidade que se repete, chamada monômero [1, 2, 3].

Esses materiais apresentam baixa densidade, pequena resistência à temperatura e baixa condutividade elétrica e térmica. Estão presentes em uma variedade de objetos, como, por exemplo: sacolas plásticas, para-choques de automóveis, canos para água, painéis antiaderentes, mantas, colas, tintas, chicletes, etc [2, 3, 4].

Segundo Canevarolo [3], o estudo das propriedades mecânicas dos materiais desperta grande interesse científico-tecnológico por responder vários requisitos que os materiais deverão atender em suas aplicações. Segundo o autor, as propriedades mecânicas podem servir como base de comparação do desempenho mecânico dos diferentes polímeros. Seus resultados são considerações essenciais na seleção do material.

O objetivo geral do presente trabalho é caracterizar amostras de polietileno de alta densidade. Os objetivos específicos são analisar o módulo de elasticidade, tensão e escoamento por meio de ensaio de tração; analisar microestrutura das amostras por meio de microscopia ótica e eletrônica de varredura; comparar os dados auferidos entre amostras e confrontar com valores disponíveis na literatura.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, foi usado o Polietileno de Alta Densidade (PEAD), que é um material que possui baixa densidade, excelente transmitância de luz, resistência dimensional, quando submetido até a 120°C [3]. O PEAD foi processado por moldagem por injeção, pelo uso de uma injetora de plásticos de marca TSMP, na qual o polietileno é aquecido durante, aproximadamente, 40 minutos até atingir uma temperatura de 300°C e é injetado em corpo de prova para realização de ensaio de tração.

Para os ensaios mecânicos de tração, usou-se a norma ASTM D638 [4], na qual foram feitas as medições dos corpos de prova para obtenção da área de seção média dos corpos. Foi usado o equipamento EMIC modelo DL 10000, com célula de carga de 5 KN e a uma taxa de carregamento de 30 mm/min. O objetivo desse ensaio foi determinar a tensão de escoamento, tensão de ruptura e módulo de elasticidade do PEAD.

Para a visualização da amostra no Microscópio Óptico (MO) da marca Opton, foi realizado o embutimento a frio de parte de um corpo de prova do PEAD. Usou-se lente ocular de 10x e as lentes objetivas de 10x, 20x e 40x, que, juntas, proporcionam as ampliações de 100x, 200x e 400x das amostras.

No ensaio de MEV, foi utilizado o microscópio de marca Hitachi modelo TM3000. Nesse ensaio, foi realizado MEV das superfícies fraturadas dos corpos de prova.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados do ensaio de tração do PEAD. Nela fica evidente a boa tenacidade que esse material possui, quando comparado com os valores da literatura [5, 6, 7, 8].

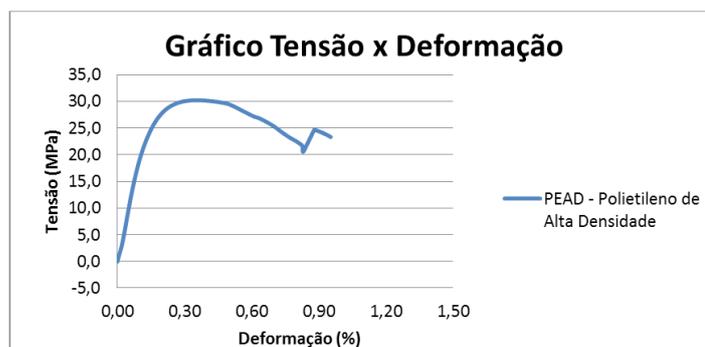
Tabela 1 - Resultados dos Ensaios de Tração

	Material	σ_e (MPa)	E (MPa)
PEAD	CP1	15	120
	CP2	14	123
	CP3	14	105
	CP4	14	104
	CP5	14	125

Fonte: dos autores.

A tensão última do PEAD (Figura 1) foi de 30 MPa, e que ele possui maior cristalinidade e, conseqüentemente, maior rigidez. Os valores do seu módulo de elasticidade da Tabela 1 corroboram com esses resultados e estão de acordo com os trabalhos de Pauleski (2007) e Barbosa (2006).

Figura 1 - Valores de Tensão x Deformação do PEAD

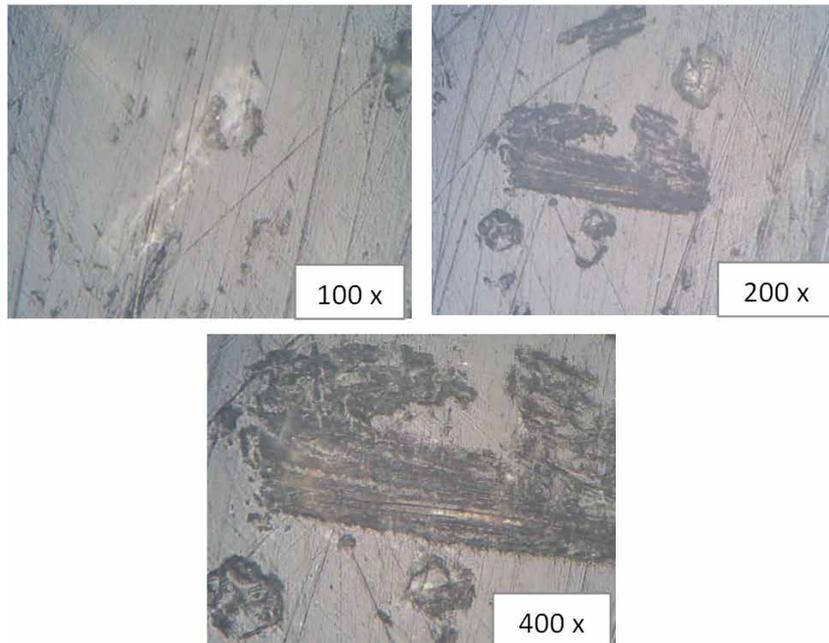


Fonte: dos autores.

Na figura 2, foram observadas as imagens de PEAD obtidas no Laboratório do UniFOA, com ampliações de 100x, 200x e 400x, respectivamente.

Conforme se pode observar nas imagens obtidas pelo MO, assim como na literatura, o PEAD não apresentou ramificações (Figura 2). Polietilenos lineares são mais rígidos que os ramificados, possuem ponto de fusão mais alto, maior resistência e dureza. A forte relação entre a cristalinidade e as propriedades físicas ou químicas dos polímeros semicristalinos faz com que cada tipo de polietileno tenha seu próprio campo de aplicação [9, 10].

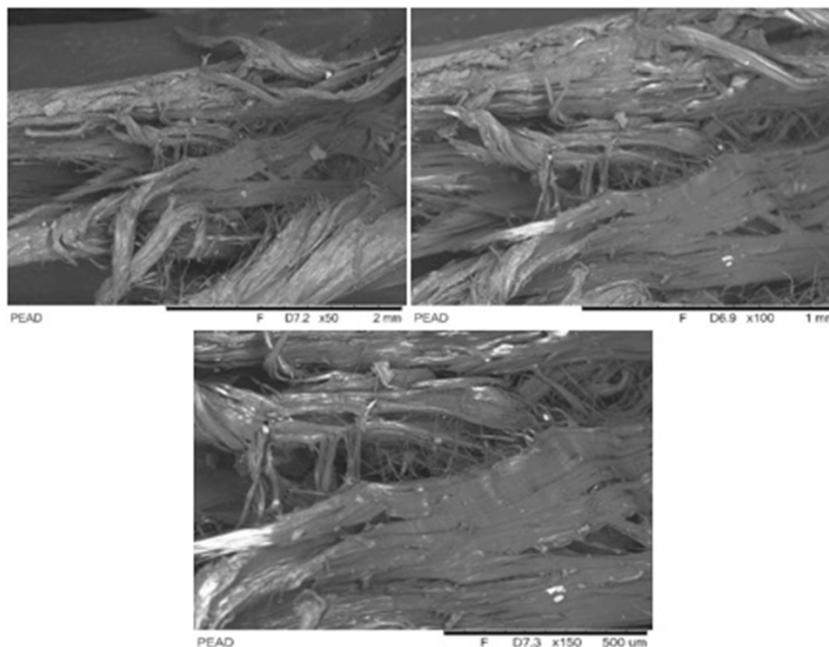
Figura 2 - Microscopia ótica (PEAD): 100x; 200x; 400x



Fonte: dos autores.

Na figura 3, estão ilustradas as imagens obtidas do PEAD. As imagens de MEV refletem bem o questionamento sobre estrutura e propriedades mecânicas. O PEAD, por ter estrutura com maior cristalinidade, se apresenta de maneira mais fibrosa. Essa "trama" estrutural confere maior resistência ao material à deformação [9, 10].

Figura 3 - MEV de PEAD: 50x; 100x; 150x



Fonte: dos autores.

4 CONCLUSÕES

O PEAD apresentou valores muito superiores de módulo de elasticidade e tensão de escoamento, $115,4 \pm 10,11$ MPa e $14,2 \pm 0,45$ MPa, respectivamente, o que confere a esse material um comportamento mecânico satisfatório, logo, uma maior aplicabilidade.

A análise microscópica comprovou a alta densidade do PEAD, que apresentou uma estrutura semi-cristalina fibrosa, capaz de absorver grande quantidade de energia e aferir ao material uma maior resistência à deformação, quando submetido à fratura.

REFERÊNCIAS

- [1] CALLISTER, W. D.; Rethwisch, D. G. **Ciências e engenharia de materiais: uma introdução**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- [2] ORÉFICE, R. L. **Biomateriais: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. P.87-155.
- [3] CANEVAROLO, S.V.. **Técnicas de caracterização de polímeros**. São Paulo: Artliber, 2007.
- [4] American Society for Testing and Materials (ASTM) D638 - **Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics**, PA 19428-2959, United States, 2002.
- [5] PAULESKI, D. T.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; RIZZATTI, E. Características de Compósitos Laminados Manufaturados com Polietileno de Alta Densidade (Pead) e Diferentes Proporções de Casca de Arroz e Partículas de Madeira. **Ciência Florestal**, v. 17, p. 157-170, 2007.
- [6] BARBOSA, R.; ARAUJO, E. M.; TOMÁS J. A. M.; ITO, E. N. Preparação de Argilas Organofílicas e Desenvolvimento de Nanocompósitos de Polietileno. Parte 2: Comportamento de Inflamabilidade. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 17, p. 104-112, 2007.
- [7] COUTINHO, F. M. B; MELO, I. SANTA MARIA, L. C. Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 13, nº 1, p. 1-13, 2003.
- [8] BONELLI, C. M. C; ELZUBAIR, A.; SUAREZ, J. C. M.; Comportamento Térmico, Mecânico e Morfológico de Compósitos de Polietileno de Alta Densidade Reciclado com Fibra de Piaçava. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 15, nº 4, p. 256-260, 2005.
- [9] CANDIAN, Livia Matheus. **Estudo do polietileno de alta densidade reciclado para uso em elementos estruturais**, Brasil. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais), UFSCar, Universidade de São Carlos, São Paulo, 2007.
- [10] AGRELA S. P., GUIMARÃES D. H., CARVALHO G. G. P., CARVALHO R. F. **Preparação e Caracterização de Compósitos de Polietileno de Alta Densidade com Resíduos de Fibras de Piaçava da Espécie Attalea Funifera Mart**. Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros – Foz do Iguaçu, PR, 2009.