

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) E FEIXE DE ELÉTRONS (EB) NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, TÉRMICAS E MORFOLÓGICAS DE POLÍMEROS OXIDEGRADÁVEIS E BIODEGRADÁVEIS

Gabriel Vieira Toledo Leme e Luci Diva Brocardo Machado
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

No resíduo sólido urbano (RSU), encontra-se uma quantidade significativa de materiais poliméricos, os quais apresentam difícil degradabilidade em depósitos, aterros sanitários e “lixões”. Nos últimos anos, a quantidade destes produtos poluentes aumentou significativamente, tendo-se em vista a larga aplicação dos polímeros em geral na forma de embalagens plásticas de artigos de baixa vida útil (*short lifetime products*) como produtos alimentícios, produtos de higiene pessoal e cosméticos, produtos de limpeza, dentre outros, o que vem gerando um sério problema ambiental, visto que ainda é pouco expressiva a reciclagem destas embalagens [1]. Normalmente, a degradação se relaciona com perda de propriedades do material [2]. Dessa forma, vários fatores podem influenciar a degradação de materiais quando em contato com o meio ambiente, tais como *stress* mecânico (degradação mecânica), temperatura (degradação térmica), agentes químicos (degradação oxidativa), luz ultravioleta (fotodegradação) e radiação de alta energia [3-5]. Ainda, deve-se incluir a ação dos microorganismos, os quais acabam por causar erosões, fragmentação e transformação das macromoléculas em nutrientes que podem vir a ser absorvidos pelo ambiente na forma de biomassa e assim reincorporados ao ciclo natural da matéria [1]. Este processo é conhecido por degradação biológica ou biodegradação. Algumas estratégias para induzir e catalisar a degradação de materiais poliméricos podem ser obtidas, por exemplo, pela incorporação direta de grupos carbonila, presentes em muitos polímeros biodegradáveis

naturais [1] ou com a adição de agentes pró-degradantes por meio de *masterbatches* [6,7].

OBJETIVO

Este projeto tem por objetivo avaliar o efeito da radiação ultravioleta e feixe de elétrons nas propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas de polímeros convencionais, oxidogradáveis e biodegradáveis, utilizados em embalagens descartáveis para produtos de baixa vida útil, quando submetidos a envelhecimento acelerado que simula condições atmosféricas.

METODOLOGIA

- 1 Preparação das amostras (descrição no item resultados)
- 2 Propriedades que deverão ser avaliadas nos materiais antes e após o envelhecimento acelerado
 - 2.1 Mecânicas: dureza; módulo e tensão de ruptura;
 - 2.2 Térmicas: Estabilidade térmica (TG e DSC)
 - 2.3 Morfológicas: MEV

RESULTADOS

Até o presente momento, os resultados obtidos se referem à preparação das amostras e início da obtenção de dados de caracterização por Análise Térmica.

Preparação das amostras:

As poliolefinas polietileno (PE) e polipropileno (PP) foram aditivadas com pró-oxidante fornecido com o nome comercial **d2w**[®]. Foi utilizado um *masterbatch* contendo 20% do aditivo.

O material aditivado final foi obtido pelo processo de extrusão com a utilização do material puro e o *masterbatch* (80% poliolefina e 20% aditivo) em uma extrusora LGEX 25/26 com L/D=25 (LGMT Equipamentos Industriais Ltda). A concentração final de aditivo foi de 0,2%, em relação à massa da poliolefina.

Dados experimentais iniciais

Análise térmica

As amostras de PE não aditivadas e aditivadas foram submetidas a ensaios de termogravimetria (TG) e calorimetria exploratória diferencial (DSC). Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as curvas TG e DSC das amostras de PE, respectivamente.

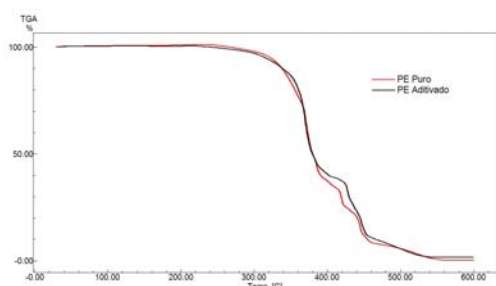


Figura 1 – Curvas TG do PE Puro e Aditivado obtidas a 10 °C/min, sob atmosfera dinâmica de ar seco com vazão de 50 mL/min e massa de amostra de 6,5 mg

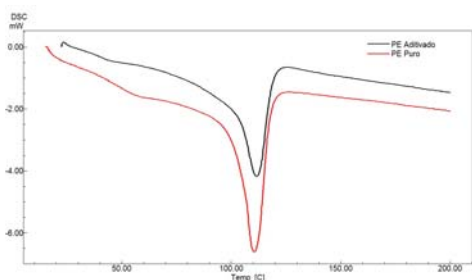


Figura 2 - Curvas DSC do PE Puro e Aditivado obtidas com taxa de aquecimento de 10 °C/min em atmosfera dinâmica de nitrogênio com vazão de 50 mL/min e massa de amostra de 6,5 mg ± 0,3 mg, em cápsula de alumínio aberta.

CONCLUSÕES

As curvas TG de variação de massa em função da temperatura mostram que a amostra de PE aditivada com o pró-degradante sofre perda de massa em temperatura mais baixa, o que

demonstra que a presença do aditivo afeta a estabilidade térmica do polímero.

Por outro lado, os dados das curvas DSC permitem observar que o tratamento prévio para a incorporação do aditivo não afetou a cristalinidade do polietileno que permaneceu em torno de 50%.

Para o cálculo da cristalinidade foi considerando o valor de entalpia de fusão do PE 100% cristalino (teórico) igual a 140 J/g.

$$\text{Grau de Cristalinidade} = \Delta H_{\text{Fusão-amostra}} / \Delta H_{\text{Fusão-PE 100\% crist.}}$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CALIL, M. R.; GABOARDI, F.; BARDI, M. A. G.; REZENDE, M. L.; ROSA, D. S. Enzymatic degradation of poly(ϵ -caprolactone) and cellulose acetate blends by lipase and α -amylase. *Polym. Test.*, v. 26, n. 2, p. 257-261, 2007.
- [2] SCHNABEL, W. *Polymer Degradation: principle and practical applications*. Wien: Hanser, 1981.
- [3] DAVIS, G.; SONG, J. H. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. *Ind. Crops Prod.*, v. 23, n. 2, p. 147-161, 2006.
- [4] SHAH, A. A.; HASAN, F.; HAMEED, A.; AHMED, S. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotech. Adv.*, v. 26, n. 3, p.246-265, 2008.
- [5] SWAIN, S. N.; RAO, K. K.; NAYAK, P. L. Biodegradable polymers: IV. Spectral, thermal, and mechanical properties of cross-linked soy protein concentrate. *Polym. Int.*, v. 54, n. 5, p. 739-743, 2005.
- [6] BIKIARIS, D.; PRINOS, J.; PERRIER, C.; PANAYIOTOU, C. Thermoanalytical study of the effect of EAA and starch on the thermo-oxidative degradation of LDPE. *Polym. Degrad. Stab.*, v. 57, n. 3, p. 313-324, 1997. Wendlandt, W.W., *Thermal Analysis*, 3ª. edição, New York, 1986.
- [7] RAMIS, X.; CADENATO, A.; SALLA, J.M.; MORANCHO, J.M.; VALLÉS, A.; CONTAT, L.; RIBES, A. Thermal degradation of polypropylene/starch-based materials with enhanced biodegradability. *Polym. Degrad. Stab.*, v. 86, n. 3, p. 483-491, 2004.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNEN