

Emprego da Radiação Ionizante por Feixe de Elétrons na Resistência de Materiais de Embalagem à Perfuração pelo Besouro *Lasioderma Serricorne*

Vítor Miranda de Oliveira, Esperidiana Augusta Barretos de Moura
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

As pragas em produtos da agricultura e da agroindústria consistem em um problema permanente, depreciando os produtos e causando prejuízos econômicos. Dentre os insetos que atacam e danificam os produtos armazenados e industrializados de origem vegetal existe o *Lasioderma serricorne*, uma conhecida praga do tabaco. Trata-se de um pequeno besouro que quando adulto mede entre 2 e 3,7 mm e possui ciclo de vida entre 60 e 90 dias^{[1][2]}. As fêmeas perfuram embalagens plásticas e de papel para ali ovipositar, sendo as larvas as grandes responsáveis pelos danos já que os adultos praticamente não se alimentam^[1]. O inseto é incapaz de atacar plantas vivas, infestando produtos como: barras de cereais, farinhas, grãos, entre outros^{[1][2]}. Neste contexto a embalagem desempenha, entre outras funções, o papel de impedir que o inseto atinja o alimento durante seu período de estocagem. A radiação ionizante pode causar mudanças estruturais nos materiais poliméricos de embalagens, assim como nos aditivos incorporados a eles, alterando as propriedades mecânicas, químicas, térmicas e de barreira originais^[3]. Atualmente a indústria de embalagens tem usado este processo em embalagens poliméricas, de modo a estender o campo de aplicação e agregar valor^[4].

OBJETIVO

Avaliar os efeitos da radiação ionizante por feixes de elétrons na resistência de materiais de embalagem plástica

flexível, usadas para o acondicionamento de granola, à perfuração pelo besouro *Lasioderma serricorne*.

METODOLOGIA

As estruturas PET/PP, PET/LDPE, LDPE/PA6/LDPE e BOPP/PP foram irradiadas com doses de até 120 kGy, em acelerador de elétrons de 1,5 MeV, temperatura ambiente e presença de ar. Foram analisadas as mudanças nas propriedades mecânicas de resistência à tração, alongação na ruptura, resistência à perfuração e da selagem em todas as estruturas, não irradiadas e irradiadas, oito dias, dois meses e seis meses após a irradiação, com ensaios baseados nas respectivas normas ASMT. Também foram avaliadas as mudanças na cristalinidade em PET/LDPE e LDPE/PA6/LDPE, não irradiados e seis meses após a irradiação, através de análises térmicas de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC). Para os ensaios com insetos as estruturas PET/LDPE e BOPP/PP, não irradiadas e irradiadas nas doses de 10, 20 e 60 kGy, foram igualmente seladas contendo 40 gramas de granola e acondicionadas, em número de três por dose, em caixas plásticas teladas com dimensões de 400 x 270 x 362 mm e submetidas a pressão de infestação de 20 adultos de *L. serricorne* em sala climatizada a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 5\%$ durante 30 dias. As diferenças obtidas entre os materiais irradiados e não irradiados em todos os ensaios foram avaliadas estatisticamente pelo método ANOVA com nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Nos resultados de resistência à tração na ruptura foram observados aumentos de até 19% para o PET/PP, até 8% para o PET/LDPE e de até 31% para o LDPE/PA6/LDPE ($p < 0,05$). O BOPP/PP apresentou apenas perdas, crescentes com a dose, entre 8 e 52% ($p < 0,05$). As demais estruturas também apresentaram perdas, em sua maioria, para doses acima de 25 kGy. Quanto à alongação na ruptura são observados ganhos de até 41% com o PET/PP, de 43% com o PET/LDPE e de 18% com o LDPE/PA6/LDPE ($p < 0,05$). Já o BOPP/PP apresentou, acima de 10 kGy, perdas crescentes com a dose. As demais estruturas apresentaram, em geral, pouca ou nenhuma perda na propriedade em questão. A resistência da selagem apresentou, em geral nas doses acima de 10 kGy, perdas crescentes com a dose, com exceção do PET/LDPE que apresentou ganhos em doses abaixo de 20 kGy seis meses após a irradiação. Quanto à resistência à perfuração foram observados aumentos de até 13% para o PET/PP, até 8% para o PET/LDPE e até 27% para o LDPE/PA6/LDPE ($p < 0,05$). O BOPP/PP apresentou apenas perdas crescentes com a dose entre 18 e 82% ($p < 0,05$).

As análises térmicas mostraram ganhos de cristalinidade para a camada de LDPE de ambas as estruturas, em praticamente todas as doses estudadas, de até 55% ($p < 0,05$). A camada de PA6 apresentou apenas ganhos de cristalinidade de até 40% enquanto que a camada de PET apresentou apenas perdas na cristalinidade de até 53% ($p < 0,05$).

Os ensaios de perfuração por insetos encontram-se em andamento.

CONCLUSÕES

A estrutura BOPP/PP apresentou a pior resposta à radiação por feixe de

elétrons no intervalo de dose de radiação estudado, sugerindo alta taxa de degradação das cadeias poliméricas do polipropileno. As demais estruturas estudadas apresentaram melhores respostas em doses de até 25 kGy, das quais o LDPE/PA6/LDPE apresentou o melhor conjunto de respostas.

A concorrência dos efeitos de degradação e reticulação, em razão da irradiação, em cada material, resultaram em mudanças na temperatura e entalpia de fusão e, conseqüentemente, na cristalinidade, dependendo da dose e dos materiais presentes na estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendrami, J. D., Manual de entomologia agrícola., Agronômica Ceres, 1988.
- [2] Ashworth, J. R., The Biology of *Lasioderma Serricorne*, J. stored Prod. Res., Vol. 29, N°4, pp.291-303, 1993.
- [3] Goulas, A. E.; Righanakos, K. A.; Kontominas, M. G., Effect of Ionizing Radiation on Physicochemical and Mechanical Properties of Commercial Multilayer Coextruded Flexible Plastics Packaging Materials., Rad. Phys. Chem., v.68, p.865-872, 2003.
- [4] Ortiz, A. V., Avaliação de Propriedades Mecânicas e de Barreira a Gases em Embalagem Plástica Multicamada Composta de Polietileno de Baixa Densidade e Poliamida Tratada com Radiação Ionizante, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Programa de Bolsas de Iniciação Científica da CNEN – PROBIC