



Livro Resumo 2025

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXXI Seminário Anual PIBIC
XXII Seminário Anual PROBIC
XV Seminário Anual PIBITI



26 e 27 de novembro de 2025



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Isabela Nalesso Costa Harder, Valter Arthur
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

INTRODUÇÃO

Para melhorar a qualidade dos alimentos comercializados, há a necessidade de métodos adequados de manipulação, pré e pós-tratamento e armazenamento correto. Nos armazéns os insetos perfuram e adentram as embalagens vulneráveis, ovopositando sobre o substrato, por essa razão, as embalagens dos alimentos devem ser resistentes. Neste contexto a embalagem desempenha um papel fundamental, impedindo o contato e a proliferação de pragas no produto acondicionado. Assim, para proteger o produto e prolongar a sua vida-útil a embalagem deve apresentar boa resistência mecânica à tração e à perfuração, boa selabilidade, boas propriedades de barreira e não transferir odores nem sabores estranhos aos alimentos. A indústria de embalagens tem usado a radiação ionizante para modificar as propriedades químicas, mecânicas, térmicas e de barreira do seu produto final, de modo a estender o campo de aplicação e agregar valor. No entanto, a radiação ionizante pode causar mudanças nas propriedades físicas e químicas dos materiais poliméricos (TABATA, 1981). Quando um polímero é irradiado, ocorrem, simultaneamente, duas reações diferentes: a cisão da cadeia polimérica principal e as ligações químicas entre moléculas poliméricas (reticulação). Estas reações são concorrentes e a predominância de uma sobre a outra depende da estrutura química do polímero, das condições da irradiação e de fatores específicos do material que irá absorver a energia (CLEGG; COLLYER, 1991). A interação da radiação ionizante com a matéria promove eventos físicos, químicos e físico químicos. Então, quando um determinado polímero ou filme polimérico é submetido à radiação ionizante pode sofrer várias modificações na sua estrutura física e química induzidas pela interação da radiação com o polímero (GOULAS et al., 2003). A prevalência de um processo sobre o outro, somados à estrutura química e as condições de irradiação irão ditar as mudanças observadas nas propriedades mecânicas, de barreiras, entre outras.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades de filmes flexíveis, usados para o acondicionamento de alimentos, bem como a sua resistência, após submetê-los à radiação ionizante por feixe de elétrons.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Radiobiologia e Ambiente do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP. Para a irradiação das

amostras foi utilizado um acelerador de elétrons modelo “Dynamitron II”, com energia de 1,5 MeV, corrente de 25 mA e 37,5 kW de potência, pertencente ao CTR-IPEN/CNEN-SP.

Material

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram filmes flexíveis de Polipropileno bi orientado metalizado/Polipropileno bi- orientado coextrusado (BOPPmet/BOPP), comumente utilizados para o acondicionamento de alimentos como macarrão, granola e barra de cereais entre outras aplicações.

Métodos

As normas utilizadas nos ensaios foram da “AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS” (ASTM, 1994; 1996; 2000; 2006). Foi utilizado o software LEICA QWIN para a medição das espessuras das camadas da estrutura.

Radiação

Os ensaios de irradiação foram realizados em amostras de filmes submetidos a doses crescentes de radiação 0, 10, 20 e 60 kGy à temperatura ambiente e na presença de ar. As amostras dos filmes serão colocadas em porta-amostras do tipo bandeja, confeccionados em alumínio e revestidos com madeira para evitar o retro espalhamento de elétrons, e irradiadas a taxas de dose de 11,22 kGy/s no acelerador de elétrons modelo “Dynamitron II”, com energia de 1,5 MeV, corrente de 25 mA e 37,5 kW de potência, pertencente ao CTR-IPEN/CNEN-SP. A confirmação da dose total de radiação absorvida foi realizada por dosimetria, utilizando-se dosímetros de triacetato de celulose “CTA-FTR-125” da Fuji Film. Concluída as irradiações, para evitar a influência da luz natural ou artificial sobre o resultado das análises, as amostras foram colocadas dentro de sacos plásticos pretos, os quais foram identificados e guardados até a realização das análises.

Ensaio mecânicos

As mudanças nas propriedades mecânicas dos materiais estudados foram avaliadas oito dias, dois meses e seis meses após a irradiação em todas as estruturas. Estes intervalos de tempo foram estabelecidos de modo a considerar também a contribuição dos efeitos de pós-irradiação. Os ensaios serão realizados com base nas normas ASTM estabelecida para cada ensaio específico. As diferenças obtidas entre os materiais irradiados e não irradiados foram avaliadas estatisticamente pelo método ANOVA de um critério, utilizando-se o software BioEstat (versão 5.0, 2007, Windows 95, Manaus, AM, Brasil), com nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Resultados das perfurações das embalagens por insetos

De acordo com Alves (2011) os insetos podem acometer facilmente embalagens irradiadas com doses acima de 20 kGy, uma mesma que a mesma pode afetar a resistência a tração, perfuração e selagem. Os resultados obtidos dos ensaios de perfuração por insetos não apresentaram perfurações por *Plodia interpunctella* e *Sitophilus zeamais* em todas as amostras analisadas.

Resistência a tração

Pode ser observado na Figura 1 perdas crescentes da resistência a tração das amostras de até 49% com o aumento da dose de radiação, bem como ao longo do tempo (p,0,05).

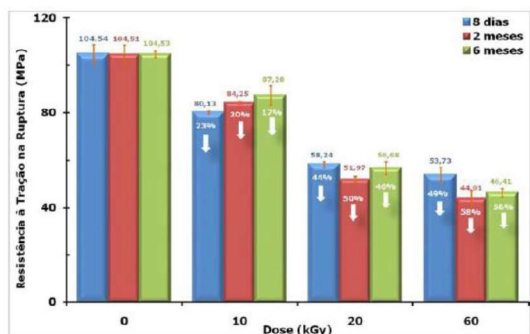


Figura 1 - Resistência a tração na ruptura de BOPPmet/BOPP nos tratamentos e tempo

Resistência a perfuração

A Figura 2 mostra perdas de até 60% da resistência das embalagens em função da dose de radiação. As perdas observadas neste ensaio sugerem degradação provocada pela radiação das cadeias poliméricas nas condições avaliadas.

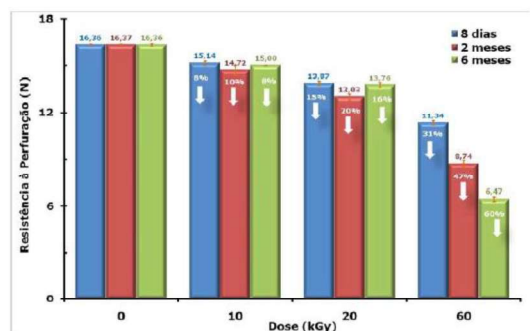


Figura 2 - Resistência a perfuração das embalagens em função das doses aplicadas nos intervalos de tempo.

Em comparação com os resultados obtidos, Riudavets et al. (2007) ao realizarem análises mecânicas de tensão em filmes de embalagens, mostraram diferentes resistências a tração.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que, as embalagens tratadas apresentaram resistência a perfuração de insetos após o tratamento. Além disso, também apresentaram tendência a perda ($p < 0,05$) nas propriedades mecânicas estudadas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, J. N. Radiation effects evaluation for electrons sheaf in packages resistance in a *L. serricornis*, *P. interpunctella* and *S. zeamais*. In:

<https://inis.iaea.org/records/ljh1x-ran35>. Acesso em 13 junho 2025.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. – ASTM. Standard Test Method for Slow Rate Penetration Resistance of Flexible Barrier Films and Laminates. F 1306-90. ASTM, 1994. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. – ASTM. Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. D 882-91. ASTM, 1996. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. – ASTM. Standard Test Method for Seal Strength of Flexible Barrier Materials. F 88 – 00. ASTM, 2000. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. – ASTM. Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting. D 1894-06. ASTM, 2006.

CLEGG, D. W.; COLLYER, A. A. Irradiation effects on polymers. New York, N.Y.: Elsevier Science. 1991. 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. Radiation Physics and Chemistry. v.68, p.865-872, 2003.

RIUDAVETS, J. et al. Damage characteristics produced by insect pests in packaging film. Journal of Stored Products Research. v. 43, p. 564-576, 2007.

TABATA, Y. Fundamentals in radiation chemistry, JETRO - Japan External Trade Organization. p. 1-17, 1981.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO
CNPq - CNEN