

EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA NA ESTRUTURA MOLECULAR DO POLIESTIRENO

Elmo S. Araújo¹, Ivânia S. Lima¹,
Mauro C. Terence² e Selma M. L. Guedes²

1 - Departamento de Energia Nuclear DEN-UFPe.
Av. Prof Luiz Freire, 1000, 50740-540, Recife-Pe.

2 - Instituto de Pesquisas de Energia Nuclear - CNEN/SP.
Travessa R, 400, 05508-900, São Paulo-SP.

ABSTRACT

ABSTRACT: In this work is studied the behaviour of brazilian Cristal Polystyrene, LUSTREX, when it is irradiated by gamma rays. The radiation induced effects in molecular structure of polymer were investigated through mechanical and optical tests, and infrared spectroscopy (FT-IR).

INTRODUÇÃO

Os poliestirenos, PS, são polímeros convencionais usadas na fabricação de artefatos médicos que podem ser esterilizados por radiação gama em doses de 25kGy [1]. A esterilização de artefatos médicos plásticos por radiação ionizante está substituindo o método tradicional que expõe o material ao gás óxido de etileno (ETO).

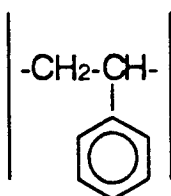
Em muitos casos, materiais plásticos não podem ser esterilizados por técnicas que requerem calor ou ETO. Esta última, embora seja uma técnica geralmente efetiva, pode produzir resíduos indejáveis no produto, poluição ambiental e apresentar recontaminação. A radioesterilização, portanto, está se tomando um método mais viável para esterilização de artefatos médicos, uma vez que o produto é esterilizado após ser embalado hermeticamente impedindo recontaminação e por assegurar total esterilização. Entretanto, alguns polímeros quando irradiado sofrem cisões na cadeia principal levando-os a degradação molecular e o amarelamento do material. Tem sido observado por diversos pesquisadores que o anel benzeno, em sistemas poliméricos, é um componente estabilizante à radiação [2]. Assim, o poliestireno e outros polímeros que contêm na sua estrutura anéis benzênicos, mostram grande estabilidade, em geral, maior do que os alifáticos, devido à dissipação de energia pela ressonância dentro dos anéis.

Amostras de PS foram irradiadas à temperatura ambiente (~ 25°C), no ar, em um irradiador panorâmico de Co-60, taxa de dose de 2,19 kGy/h. O intervalo de dose foi de 0 a 200 kGy. A caracterização espectroscópica no infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) do PS

irradiado mostrou que a interação da radiação com a estrutura molecular não altera a estereoquímica do polímero. As amostras do PS irradiado apresentaram, visualmente, amarelamento, atribuído provavelmente a formação de novos compostos ou radicais poliméricos estáveis na estrutura, gerados na radiólise do PS, e que absorvem luz na região visível. No entanto, ensaios de transmitância demonstram uma insignificância na perda da transparência do polímero. Ensaios mecânicos foram realizados para avaliar os efeitos causados pela interação da radiação com o polímero.

MATERIAIS E MÉTODOS

O polímero estudado é o PS CRISTAL, Lustrex (HH-101), fabricado pela Cia. Brasileira de Estireno, utilizado na fabricação de suprimentos médicos. Apresenta a seguinte unidade estrutural:



As amostras foram irradiadas no ar à temperatura ambiente, ($\sim 25^\circ\text{C}$) na faixa de dose de 0 a 200 kGy, com raios gama proveniente de uma fonte de Co-60 (taxa de dose igual a 2,19 kGy/h), tipo panorâmica, pertencente ao IPEN-CNEN/SP. Os espectros FT-IR foram obtidos utilizando um equipamento FT-IR BRUKER, modelo IFS -66, em um intervalo de $4000-400\text{ cm}^{-1}$, usando a técnica de disco prensado de KBr. Os ensaios ópticos (Transmitância) foram realizados em um espectrofotômetro tipo SPECTRONIC 501 MILTON ROY (U.S.A), em 650 nm. Os testes de ensaios mecânicos foram realizados segundo as normas ASTM D-638 em um dinamômetro INSTRON, modelo 1125, velocidade do travessão igual a 5mm/min, velocidade do papel igual a 50mm/min, fundo de escala igual a 200 kgf.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades Mecânicas. O efeito da radiação nas propriedades mecânicas: resistência à tração na ruptura, alongamento e módulo de elasticidade são mostrados nas Figuras 1, 2 e 3.

A propriedade de resistência à tração na ruptura do PS irradiado, não apresentou alterações significativas com o aumento da dose. Entretanto, observa-se um pequeno decréscimo nesta propriedade, a partir de doses maiores a 100 kGy, como mostra a Figura 1.

Os polímeros amorfos por terem um arranjo desordenado nas suas moléculas, apresentam uma resistência à tração menor do que a dos polímeros cristalinos [3].

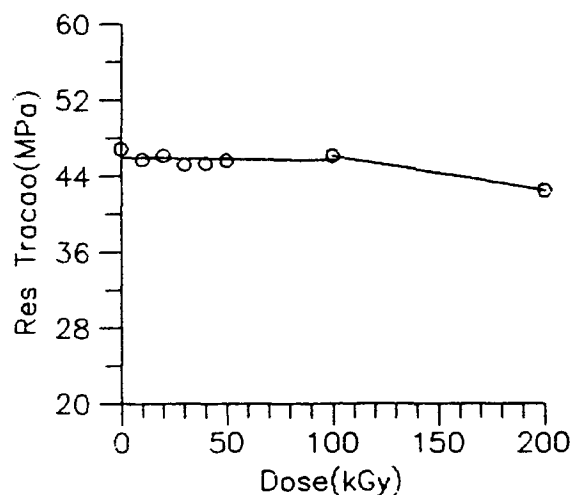


Figura 1 - Resistência à Tração na ruptura vs Dose de Radiação .

A Figura 2 mostra o comportamento do alongamento na ruptura com a dose. Observa - se, apenas, pequena redução nesta propriedade, a partir da dose de 100 kGy. A redução do alongamento significa que há um decréscimo na habilidade ao estiramento a frio. Este comportamento pode ser atribuído as cisões da cadeia principal induzidas pela radiação.

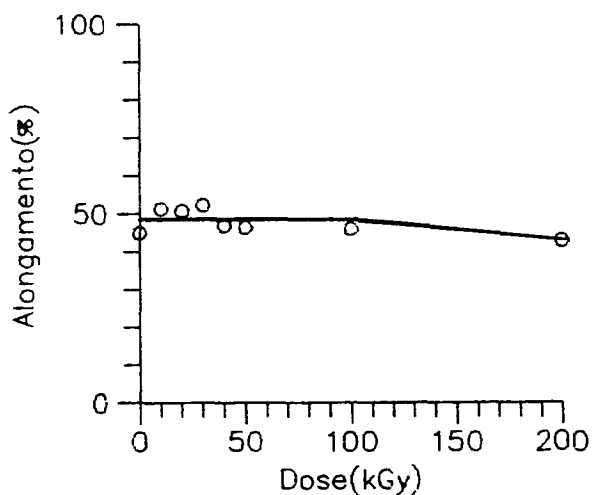


Figura 2 - Alongamento vs Dose de Radiação .

O módulo de elasticidade do PS irradiado, é praticamente constante com o aumento das doses, Figura 3. Esta propriedade está diretamente relacionada com a rigidez do polímero.

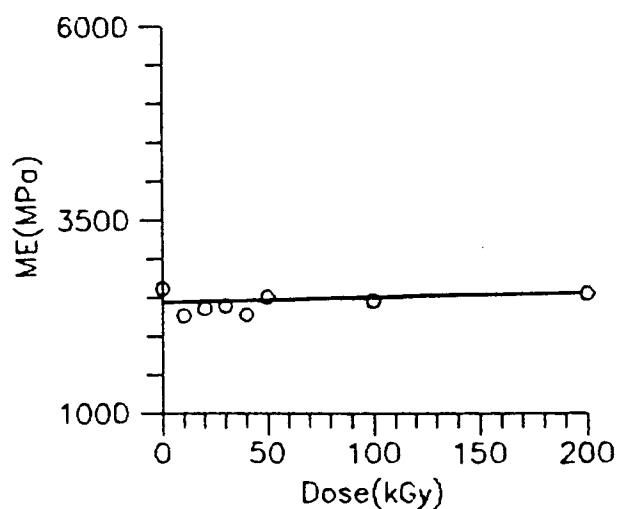


Figura 3 - Módulo de Elasticidade vs Dose de Radiação .

Transmitância. A Figura 4, apresenta a transmitância em função da dose de radiação. Não se observa nenhuma alteração significativa desta propriedade na região de dose estudada. Embora, visualmente, os corpos de prova apresentem um ligeiro amarelamento, atribuído provavelmente a formação de algum composto novo, na radiólise do PS.

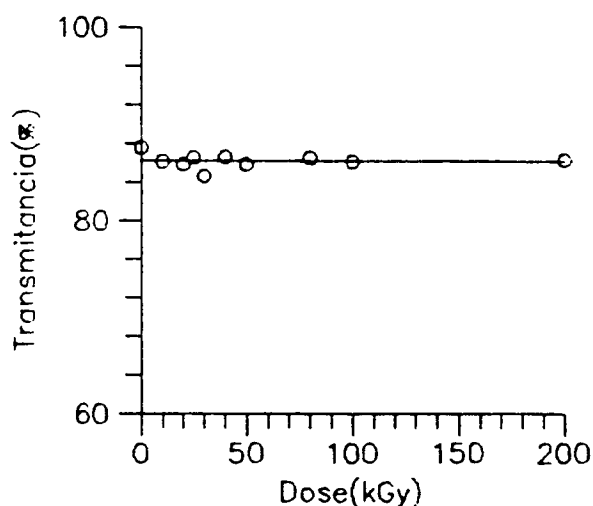


Figura 4 - Transmitância vs Dose de Radiação .

Espectroscopia (FT -IR). A Figura 5 mostra os espectros do PS irradiado e não irradiado. As principais bandas de absorção do PS não irradiado foram caracterizadas. Nas regiões de 3059-3025 cm^{-1} e 2924-2848 cm^{-1} encontram-se as bandas de deformações axiais do C-H, sendo a primeira a do anel e a segunda da cadeia, respectivamente. Na região de 2000-1750 cm^{-1} estão as harmônicas. Em

1492-1451 cm^{-1} estão as deformações axiais C-C do anel e 755-695 cm^{-1} deformação angular C-H do anel fora do plano.

A estereoquímica do PS não se modifica quando o polímero é irradiado; uma vez que os espectros FT-IR do PS irradiado e não irradiado, não apresentam alterações significativas nas bandas características do polímero. As harmônicas permanecem inalteradas com o aumento da dose, devido a não ocorrência de cisões nas ligações do anel aromático ligado à cadeia principal, conforme mostra a Figura 5.

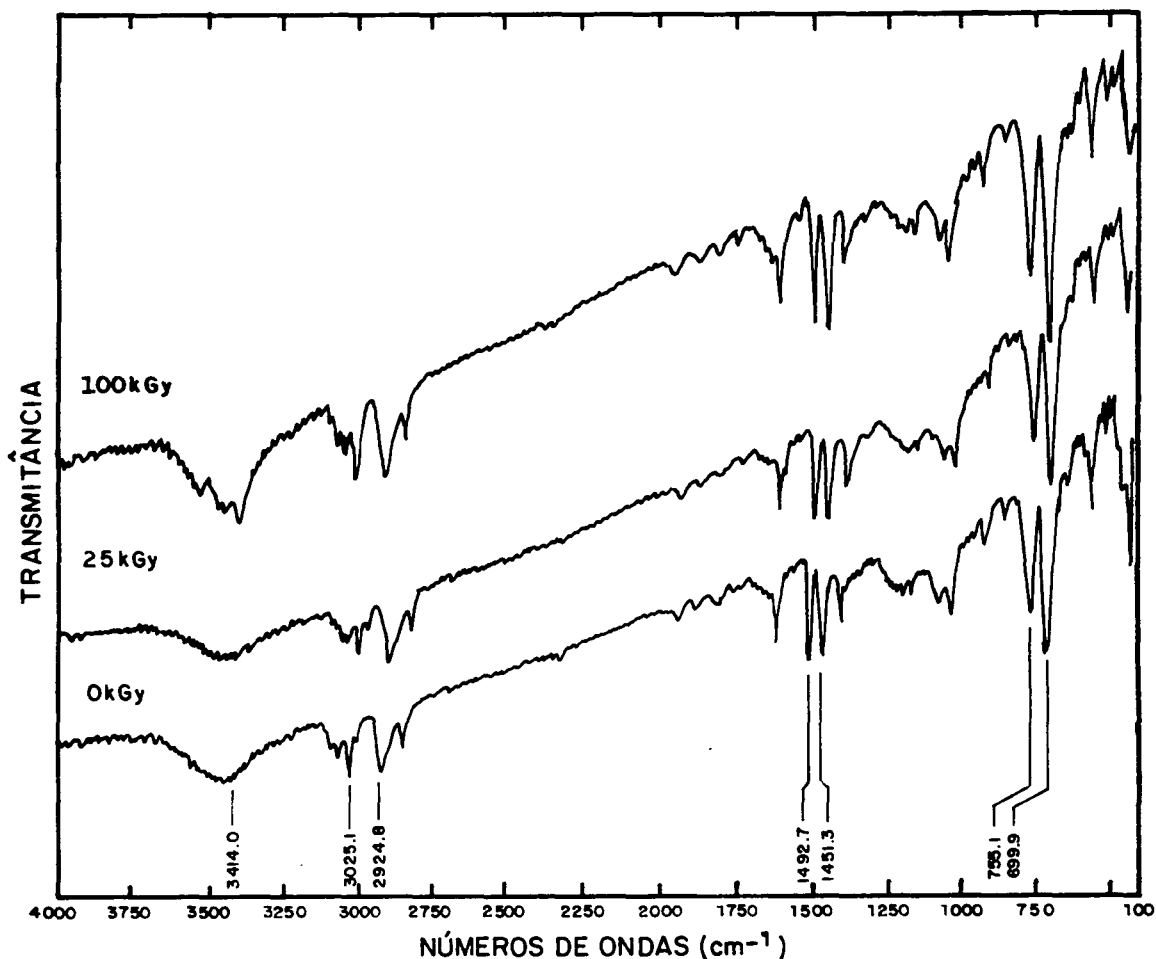


Figura 5 - Espectros FT-IR do PS CRISTAL irradiado e não irradiado.

CONCLUSÃO

As propriedades mecânicas do PS irradiado, não se alteraram significativamente com o aumento da dose, demonstrando que o PS suporta novas reesterilizações, devido sua alta resistência à radiação.

A transmitância não apresentou nenhuma alteração significativa. Entretanto, observou-se visualmente, um ligeiro amarelamento nas amostras irradiadas, que provavelmente poderá ser eliminado com a introdução de uma pequena quantidade de um branqueador óptico no sistema polimérico.

Os espectros FT-IR do PS irradiado e não irradiado não demonstraram mudanças significativas nas bandas de absorção características, sugerindo que não ocorre alterações na estereoquímica do PS irradiado.

Ensaio viscosimétrico estão sendo realizados, atualmente, para melhor conclusão dos efeitos causados pela radiação na estrutura molecular do PS.

AGRADECIMENTOS

CNPq
FACEPE
IPEN-CNEN/SP
DQ-UFPE

REFERÊNCIAS

- [1] Halls, N. A. Gamma irradiation processing. In: Clegg, D. W., Collyer, A. A. Irradiation effects on polymers. London: Elsevier Applied Science, 1991,. Cap 6, p. 280.
- [2] Parkinson, W. W., Keyser, R. M. Polystyrene and related polymers. In: Dole, M. The radiation chemistry of macromolecules. London: Academic Press, 1973, v. II., Cap. 5, p. 80.
- [3] Mano. E. B. Polímeros como materiais de engenharia. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1991.