

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO POR FEIXES DE ELÉTRONS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO POLIPROPILENO

Clécia M. Souza^{1a}, Anne Chinellato² e Esperidiana A. B. Moura^{1b}

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP
^acleciamsouza@ymail.com
^beabmoura@ipen.br

²Mash: Tecnologia em Compostos e Masters
Av. Marechal Tito, 6829
08115100 São Paulo, SP
achinellato@mashplasticos.com.br

RESUMO

A radiação ionizante (raios gama, feixe de elétrons) pode causar mudanças nas propriedades físicas e químicas dos materiais poliméricos. As mudanças são causadas, basicamente, pelos processos de reticulação e degradação. Estes processos são simultâneos e concorrentes e a predominância de um sobre o outro, depende da estrutura química do polímero e das condições da irradiação. Atualmente observa-se um amplo crescimento nos processos de modificação de polímeros por feixe elétrons para diversas aplicações industriais. Neste trabalho estudou-se os efeitos da radiação por feixes de elétrons nas propriedades mecânicas da resina polipropileno (PP). A resina PP foi submetida às doses de radiação de 150-250 kGy, à taxa de dose de 14 kGy/s, na temperatura ambiente e presença de ar, utilizando um acelerador de elétrons de 1,5 MeV. Após a irradiação as amostras da resina irradiadas e não irradiadas foram submetidas aos ensaios mecânicos de resistência à tração e resistência ao impacto Izod. Os resultados mostraram que a resistência à tração no escoamento das amostras do PP não sofreram alterações significativas ($p < 0,05$) após a irradiação, no entanto, a resistência à tração na ruptura original do PP (amostras não irradiadas) apresentou um ganho de até 100% em função da dose de radiação aplicada, a porcentagem de deformação na ruptura apresentou uma redução de até 65% e sua resistência ao impacto Izod uma redução de até 70% com o aumento da dose de radiação ($p < 0,05$).

1. INTRODUÇÃO

O polímero polipropileno (PP), conhecido também como polipropeno possui características termoplásticas, peso molecular entre 80.000 – 500.000, índice de refração de 1,49 e 60 – 70 % de cristalinidade, temperatura de fusão cristalina (T_m) de 165 – 175 °C, temperatura de transição vítrea (T_g) de 4 – 12 °C [1,2].

As principais características do polipropileno são: boa estabilidade térmica, maior sensibilidade à luz UV e a agentes de oxidação, sofrendo degradação com maior facilidade, boa resistência ao impacto à temperatura ambiente, excelente transparência, elevada resistência química e a solventes, não sendo atacado pela maioria de produtos químicos à temperatura ambiente, baixíssima absorção de água, baixa permeabilidade ao vapor d'água e baixíssima condutividade elétrica [3].

As principais aplicações comerciais do polipropileno são: embalagem flexível, embalagem rígida, revestimento de tubos de aço, peças técnicas, têxtil, perfis, chapas e utilidades domésticas [4].

A radiação ionizante (raios gama ou feixe de elétrons) é um método potencial para a modificação de polímeros, fibras, macromoléculas naturais, desenvolvimento de novos materiais compósitos e esterilização de produtos médicos. A radiação ionizante por feixe de elétrons, ao interagir com os polímeros, transfere energia aos átomos da cadeia polimérica, provocando modificações na sua estrutura e conseqüentemente nas suas propriedades físico – químicas. Os estudos realizados nas últimas décadas mostraram que a modificação das propriedades dos materiais poliméricos por radiação ionizante é o resultado dos processos de reticulação e cisão que ocorrem simultaneamente durante a irradiação e da compatibilização e estabilização morfológica do material [5,6]. Neste trabalho estudou-se os efeitos das doses de radiação por feixes de elétrons, entre 150 kGy e 250 kGy, nas propriedades mecânica do polipropileno.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado neste trabalho o polipropileno “PP” (PP HP500 N), com índice de fluidez (MFI) de 0,89 (g/10min) à 230^a C/ 2,16 kg, teor de umidade de 0,16 (%), densidade específica de 0,907 (g/cm³) fabricado por Quattor Petroquímica S/A.

2.1 Preparação e irradiação dos corpos de prova

Os corpos de prova do polipropileno foram preparados em uma injetora Romi, modelo primax 65R controlmaster 8, usando moldes ASTM intercambiáveis. Os corpos de prova do PP foram submetidos às doses de radiação de 150 a 250 kGy, à taxa de dose de 14 kGy/s, na temperatura ambiente e presença de ar, utilizando um acelerador de elétrons de 1,5 MeV. A confirmação da dose total de radiação absorvida foi realizada por dosimetria, utilizando-se dosímetros de triacetato de celulose. Após a irradiação as amostras foram acondicionadas dentro de sacos plásticos e armazenadas em local seco e ao abrigo da luz até a realização dos ensaios para evitar a influência da luz natural e considerar os efeitos de pós-irradiação.

2.2 Elaboração dos ensaios

Os ensaios mecânicos de resistência à tração, de acordo com a norma ASTM D 638 [7] e de resistência ao impacto Izod, de acordo com a norma ASTM D 256 [8], foram realizados, oito dias após a irradiação, nas amostras irradiadas e não irradiadas, utilizando-se a máquina de testes Emic linha DL 2000 com célula de carga Z500 (resistência à tração) e a máquina de testes Tinius Olsen modelo 104 – IT 504 da Plastic Impact (impacto Izod). A significância estatística da variação entre os resultados obtidos nos ensaios foi avaliada por meio de análise de variância (ANOVA) a um critério de classificação, adotando-se um nível de significância $p < 0,05$, utilizando o software BioEstat (version 5.0, 2007, Windows 95, Manaus, AM, Brasil).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados dos ensaios de resistência ao impacto Izod para as amostras irradiadas e não irradiadas do PP. Observa-se nesta figura uma redução significativa

($p < 0,05$) na sua resistência ao impacto Izod em função da dose de radiação. Esta redução foi de até 68 % com o aumento da dose de radiação como é mostrado na Tabela 1.



Figura 1. Resistência ao impacto Izod para o polipropileno em função da dose de radiação aplicada.

Tabela 1. Comparação dos resultados dos ensaios de resistência ao impacto Izod para as amostras do PP irradiadas e não irradiadas.

DOSE (kGy)	Valores do gráfico	%
0	53,32	-
150	25,79	62%
200	17,99	66%
250	16,8	68%

A Figura 2 mostra os resultados dos ensaios de resistência à tração no escoamento para as amostras irradiadas e não irradiadas do polipropileno. Pode-se observar nesta figura que as amostras irradiadas com 150 kGy não apresentaram alterações significativas ($p < 0,05$) com relação às amostras não irradiadas, por outro lado, as amostras irradiadas com 200 kGy e 250 kGy apresentaram redução. Conforme mostrado na Tabela 2, a redução foi da ordem de 4 % para as amostras irradiadas com 200 kGy e de 8 % para 250 kGy ($p < 0,05$).

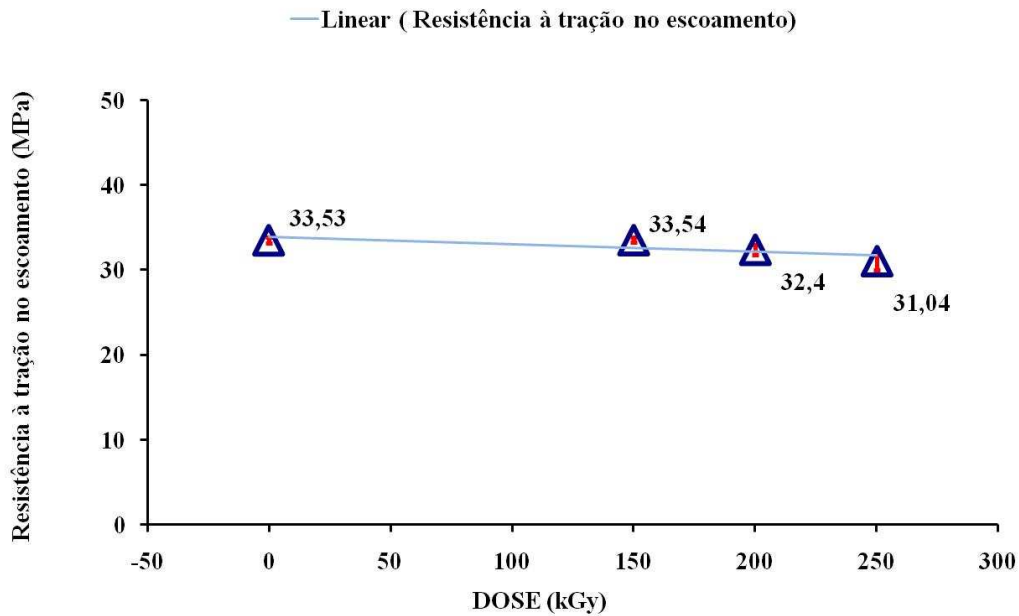


Figura 2: Ensaio mecânico de resistência à tração no escoamento para o polipropileno em função da dose de radiação aplicada.

Tabela 2. Comparação dos resultados dos ensaios de resistência à tração no escoamento para amostras do PP irradiadas e não irradiadas.

DOSE (kGy)	Valores do gráfico	%
0	33,53	-
150	33,54	0%
200	32,4	-4%
250	31,04	-8%

A Figura 3 mostra os resultados dos ensaios de resistência à tração na ruptura para as amostras irradiadas e não irradiadas do polipropileno. Pode-se observar nesta figura que as amostras irradiadas com 150 kGy apresentaram alterações significativas de até 107 % ($p < 0,05$) e as doses de 200kGy e 250kGy apresentaram aumentos de 99% e 91% ($p < 0,05$) respectivamente, conforme mostrado na Tabela 3.

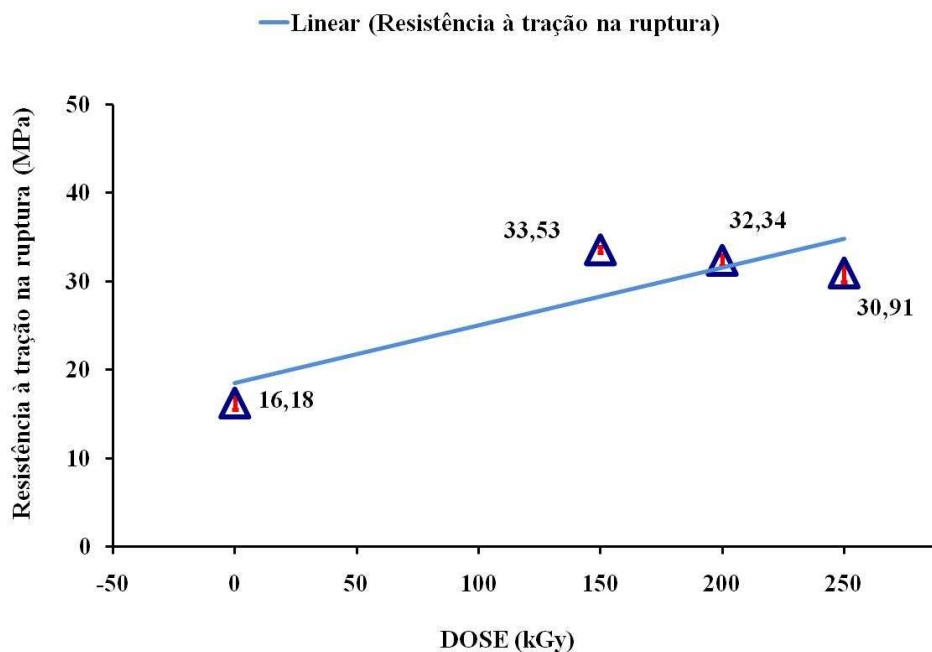


Figura 3: Ensaio mecânico de resistência à tração na ruptura para o polipropileno em função da dose de radiação aplicada.

Tabela 3. Comparação dos resultados dos ensaios de resistência à tração na ruptura para amostras do PP irradiadas e não irradiadas.

DOSE (kGy)	Valores do gráfico	%
0	16,18	-
150	33,53	107%
200	32,34	99%
250	30,91	91%

A figura 4 apresenta os resultados da porcentagem de deformação máxima na ruptura para as amostras de PP irradiadas e não irradiadas. Pode – se observar nesta figura redução significativa ($p < 0,05$) da porcentagem de deformação original do PP (amostras não irradiadas). Observa-se também nesta figura que as mostras irradiadas com a dose de 250 kGy apresentaram maior redução, uma vez que a porcentagem de deformação original do PP que é da ordem de 32 % foi reduzida para 11 % na dose de radiação de 250 kGy (Fig. 4).

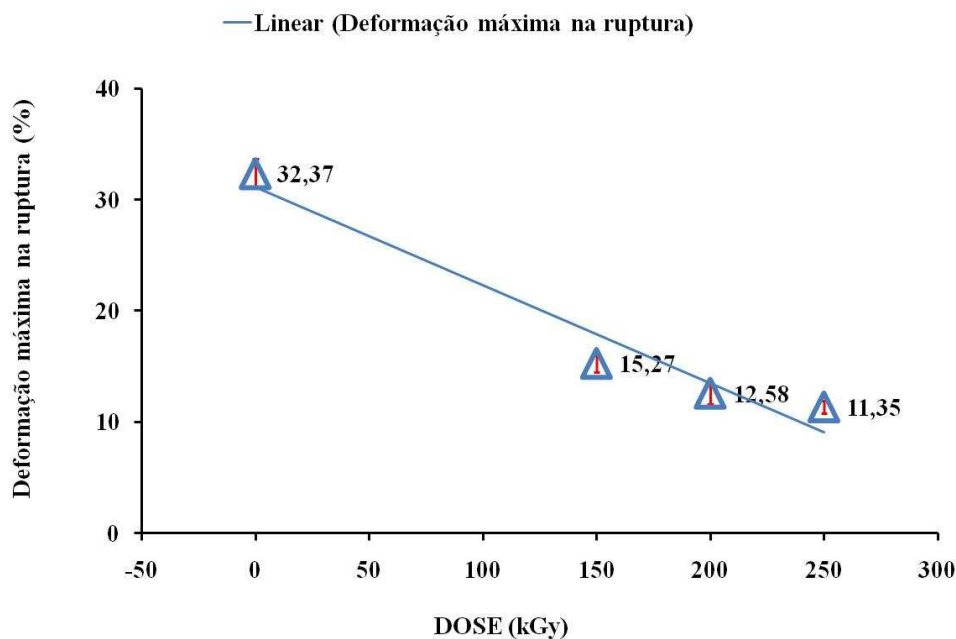


Figura 4: Ensaio mecânico de deformação máxima na ruptura (%) para o polipropileno em função da dose de radiação aplicada.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que a irradiação do polipropileno por feixe de elétrons nas condições estudadas neste trabalho reduz drasticamente a sua resistência ao impacto, bem como a sua porcentagem de deformação na ruptura e, portanto não é adequada para aquelas aplicações onde uma alta resistência ao impacto e boa deformação na ruptura são exigidas. Contudo, os resultados mostraram que a irradiação por feixe de elétrons, no intervalo de dose entre 150 e 250 kGy, é um tratamento bastante interessante para aquelas aplicações do polipropileno que requerem boa resistência à tração na ruptura, uma vez que doses de radiação da ordem de 150 kGy promoveram um ganho de cerca de 100% na sua resistência original às solicitações por tração.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Carlos Gaia da Silva e Elizabeth S. R. Somessari pela realização das irradiações e à Mash: Tecnologia em Compostos e Masters pelo fornecimento das amostras do PP e disponibilidade dos seus laboratórios para a confecção dos corpos de prova e ensaios mecânicos.

BIBLIOGRAFIA

1. Eloísa B. Mano. *Polímeros Como Materiais de Engenharia*; ed: Edgard Blücher Ltda; 3ª Impressão; São Paulo, 1991.

2. Eloísa B. Mano e Luís Cláudio Mendes; *Introdução a Polímeros*; ed: Edgard Blücher Ltda; 2ª edição; 1999 1ª reimpressão; 2001. São Paulo
3. “Plásticos América Latina: PP Resinas de Polipropileno”. http://www.braskem.com.br/site/portal_braskem/pt/produtos_e_servicos/folha_dados/folha_dados.aspx?linha=Poliolefinas&familia=Polipropileno%20-%20PP. (2009).
4. “Plásticos América Latina: PP Resinas de Polipropileno” <http://www.quattor.com.br/quattorweb/pt/index.aspx> (2009).
5. E.A.B. Moura. *Avaliação do desempenho de embalagens para alimentos quando submetidas a tratamento por radiação ionizante*. 2006. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
6. S. V. Carnevarolo Jr. *Ciências dos Polímeros*; pg. 57,98,101 ; ed: Artliber; São Paulo, 2002.
7. American Society For Testing And Materials - ASTM, 2001. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. ASTM (D 638-01).
8. American Society For Testing and Materials – ASTM, 2001. Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum Impact Properties of Plastics. ASTM (D 256 - 01).