

## **ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DO POLICARBONATO DUROLON SUBMETIDO A RADIAÇÃO GAMA**

**Adelina Miranda e Valdir Sciani**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP, C.P. 11049,  
05499-970, São Paulo, SP, Brasil

### **Objetivo**

Devido as suas excelentes propriedades, tais como, excepcional resistência ao impacto, alta transparência semelhante ao vidro, boa ductilidade, permitindo inigualável capacidade de ser mecanicamente trabalhado sem quebras ou fissuras, excelente resistência ao tempo, os Policarbonatos apresentam utilização em várias áreas da Indústria.

O objetivo do presente trabalho é analisar o efeito da radiação gama da fonte de  $^{60}\text{Co}$ , localizado no Departamento de Aplicações na Engenharia e Indústria TE do IPEN/CNEN-SP, no Policarbonato DUROLON 27000 irradiado com doses entre 0,2 a 1000 kGy no ar a 25°C.

Para tanto as amostras foram submetidas a ensaios mecânicos tensão de formação e dureza e ensaios ópticos transmitância.

## Procedimento Experimental

### *Estudo do efeito da radiação gama nas propriedades mecânicas*

Para a irradiação os corpos de prova submetidos a ensaios mecânicos foram confeccionados na Oficina Mecânica (IEO) do IPEN/CNEN-SP segundo a norma da ASTM D-638.

Os corpos de prova foram irradiados na fonte de  $^{60}\text{Co}$  do IPEN com uma taxa de dose de 1,56 kGy/hcpm doses entre 0 e 1000 kGy sendo que, para cada dose foram utilizados 5 corpos de prova.

Os corpos de prova foram submetidos a ensaios mecânicos de tensão deformação no equipamento Instron modelo 1125 do IPEN segundo norma da ASTM D-638.

Nestes ensaios determinaram-se as propriedades de tração do policarbonato DUROLON 27000, através da resistência a tração, que é a máxima tensão de tração suportada pelo corpo de prova durante o ensaio, e do alongamento que é o aumento no comprimento produzido na porção estreita do corpo de prova por uma carga de tração constante e velocidade de aplicação também constante<sup>(1)</sup>.

Os corpos de prova para ensaios de dureza foram obtidos dos corpos de prova após os ensaios de tensão deformação.

Utilizou-se para os ensaios de dureza o método A da norma ASTM D-785 Dureza Rkockell na escala M(HRM) no laboratório de Ensaios Mecânicos da COPESP-II/CNEN-SP.

### *Estudo dos efeitos da radiação nas propriedades ópticas*

As alterações nas propriedades ópticas do PC DUROLON 27000 por efeito da irradiação foram avaliadas através da modificação na coloração destes materiais, portanto da taxa de luz por eles transmitidas<sup>(1)</sup>.

A transmitância é definida como sendo a razão da luz transmitida, que atravessa o corpo de prova, pela luz incidente.

O corpo de prova foi irradiado na fonte de  $^{60}\text{Co}$  do IPEN com uma taxa de dose de 1,56 kGy/h e com doses entre 1 a 300 kGy.

O equipamento utilizado para medida de transmitância foi o espectrofotômetro Hitachi modelo 100-40 localizado no IPEN no Departamento de Aplicações na Engenharia e Indústria (TE).

## Resultados e Discussões

### *Efeito da Radiação Gama nas Propriedades Mecânicas*

Os resultados obtidos da resistência a tração no ponto de escoamento em função da dose para o DUROLON 27000 é dado pela Fig. 1.

Pode-se observar que até 20 kGy não ocorrem alterações significativas na resistência a tração no ponto de escoamento, acima desse valor até 500 kGy o material sofre uma queda de 20% do seu valor inicial que é de 670 Kgf/cm e esta dentro das especificações do fabricante.

A Fig. 2 mostra a variação do alongamento no ponto de ruptura do DUROLON 27000 irradiados com doses até 500 kGy.

Podemos verificar através da Fig. 2 que o DUROLON 27000 não apresenta dependência significativa com doses na faixa de 0 a 20 kGy para o alongamento no ponto de ruptura.

Acima de 20 kGy até 500 kGy o material sofre uma queda de 50% do seu valor original que é de 102% e se encontra dentro das especificações do fabricante ou seja acima de 20 kGy ocorre uma dependência significativa do alongamento com a dose, o mesmo pode ser dito com relação a tensão de ruptura.

A alongação é uma propriedade muito sensível, de tal forma que o seu uso é recomendado para descrever a degradação induzida pela radiação<sup>(3)</sup>.

A cisão da cadeia principal de um polímero linear bem como o efeito crosslinking levam a uma redução da alongação de ruptura, pois a alongação é uma propriedade que descreve a degradação e depende do peso molecular<sup>(2)</sup>.

Assim como a alongação de ruptura é uma propriedade mecânica sensível que descreve a degradação ou cisão de polímeros, a tensão de ruptura, da mesma forma também é uma propriedade usada para descrever a degradação mas não de uma forma tão sensível quanto a alongação<sup>(4)</sup>.

Da Fig. 3 que representa a Dureza Rockell na escala *M* em função da dose para o DUROLON 27000, pode-se verificar que para uma dose de 1000 kGy o valor obtido decai 30% do valor inicial que é de 76 HRM.

## *Efeito da radiação gama nas propriedades ópticas*

A Fig. 4 mostra a transmitância em função da dose para o DUROLON 27000.

Dos resultados obtidos podemos verificar que até 5 kGy não ocorrem alterações relevantes na transmitância do PC. Acima desse valor a transmitância cai acentuadamente chegando a 1% para uma dose de 300 kGy alterando assim significativamente suas propriedades ópticas.

Esta dependência significativa direta com a dose, evidencia a predominância do fenômeno de cisão sobre o crosslinking, uma vez que, ocorrendo o mecanismo de cisão nos policarbonatos tendem a torná-los amarelos com a irradiação<sup>(5)</sup>.

No PC DUROLON dois tipos de radicais livres podem ser produzidos: radicais fenóxi e radicais fenil, análise por Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) mostra que esses radicais podem se recombinar produzindo novos compostos, os quais são responsáveis pelo amarelamento do polímero<sup>(5)</sup>.

## **Conclusões**

Os resultados obtidos mostram uma boa estabilidade mecânica do PC quando submetido a irradiação gama em doses até 20 kGy, tendo o alongamento uma queda de 50% do seu valor original com uma dose de 500 kGy. Por outro lado, a transmitância cai acentuadamente em doses acima de 5 kGy, chegando a 1% para uma dose de 300 kGy, evidenciando a predominância do fenômeno de cisão.

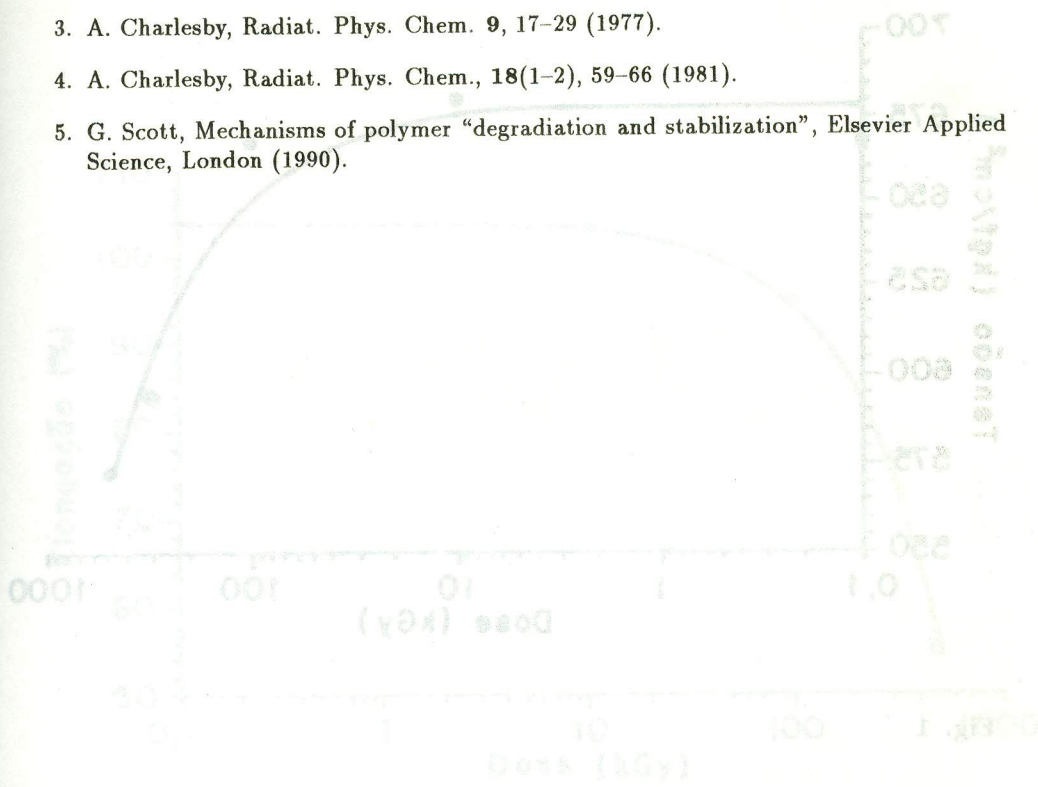
A nível prático, na utilização deste material em ambientes submetidos a radiação gama, algumas considerações devem ser observadas:

a) Em aplicações onde a transmitância do material é importante, como exemplo visores, sua utilização é bastante limitada.

b) Quando a estabilidade mecânica possui um papel relevante, por exemplo, flanges seu emprego torna-se aconselhável.

## Referência Bibliográfica

1. E.S. Araújo, Estudo dos efeitos da radiação gama nas propriedades mecânicas e ópticas dos policarbonatos, Recife (1991) (Dissertação de Mestrado, DEN-UFPE/PE).
2. F.J. Campbell, Radiat. Phys. Chem. 18(1-2), 109-123 (1981).
3. A. Charlesby, Radiat. Phys. Chem. 9, 17-29 (1977).
4. A. Charlesby, Radiat. Phys. Chem., 18(1-2), 59-66 (1981).
5. G. Scott, Mechanisms of polymer "degradation and stabilization", Elsevier Applied Science, London (1990).



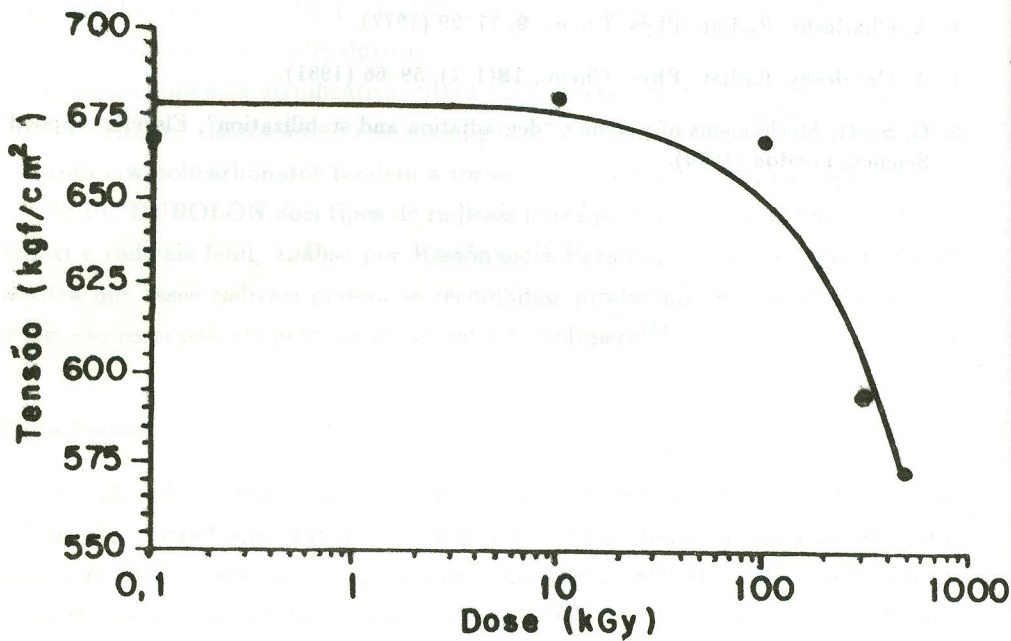


Fig. 1

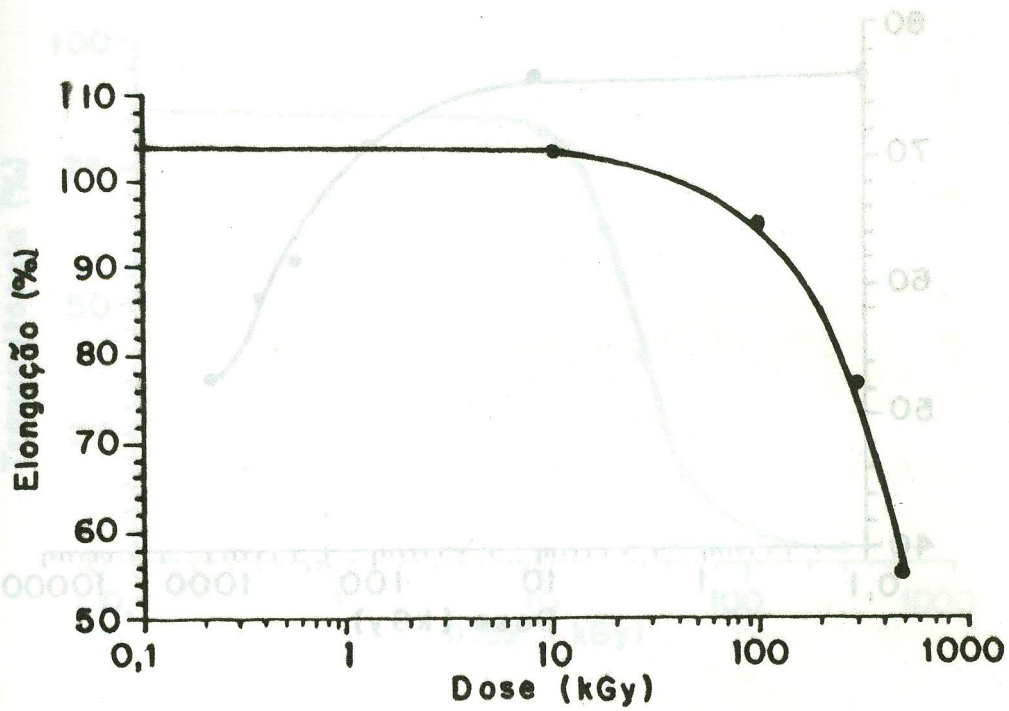


Fig. 2

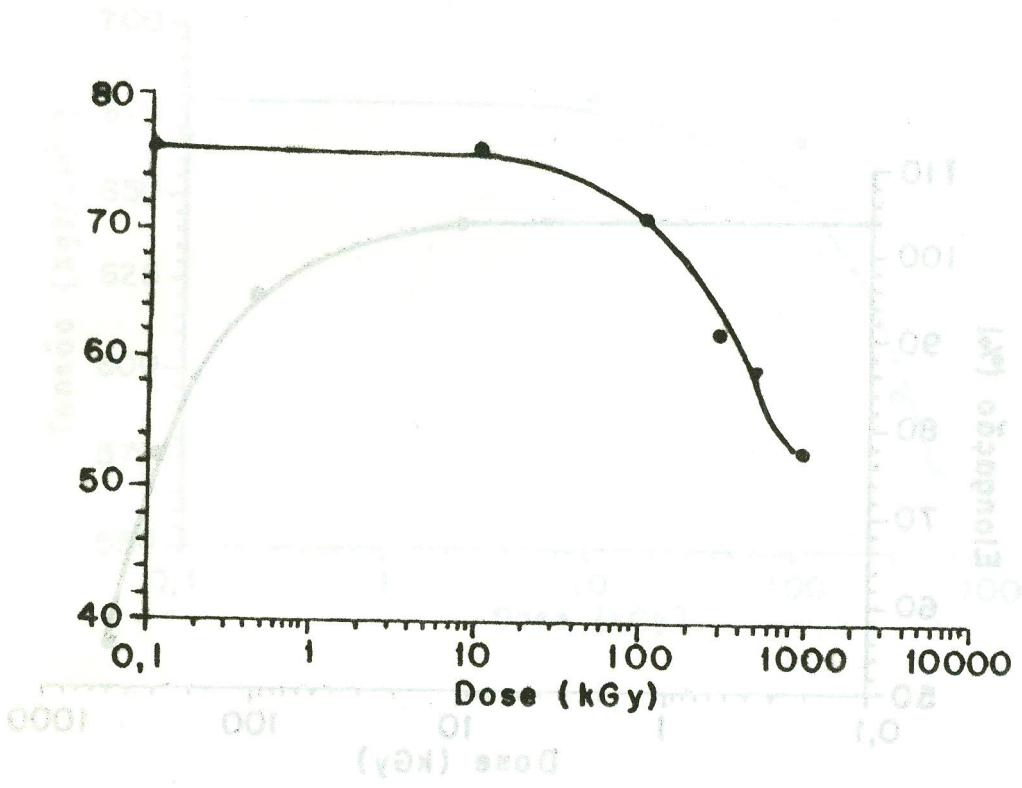


Fig. 3



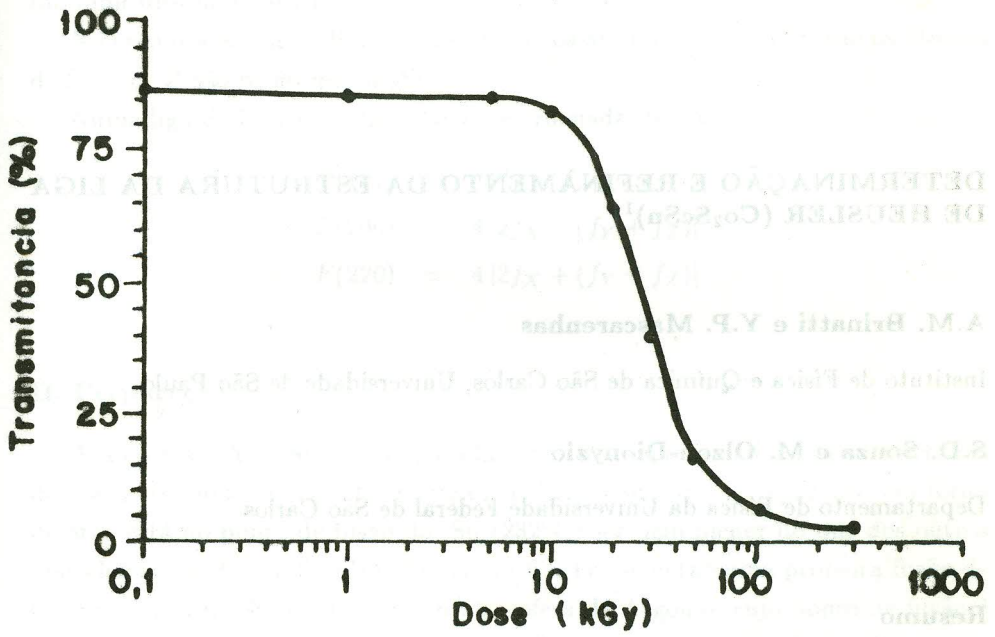


Fig. 4