

# PROPRIEDADES ÓPTICAS DE POLICARBONATOS NACIONAIS IRRADIADOS

Mauro Cesar Terence\*, Elmo Silvano de Araújo\*\*,  
Selma Matheus Loureiro Guedes\*

\*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP  
Caixa Postal 11049  
05499-970, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail MTERENCE@NET.IPEN.BR

\*\*Universidade Federal de Pernambuco - Departamento de  
Engenharia Nuclear - DEN-UFPE  
Av. Prof. Luiz Freire, 1000  
50740-540, Recife, PE, Brasil

## ABSTRACT

Two commercial polycarbonates of molecular weight 22000 g/mol fabricated by different process, was irradiated by  $\gamma$ -rays. The dose effect (0 - 300 kGy) in optical properties was studied in function of yellow index. The polycarbonate fabricated by new process that contains smaller additive concentration needs radiolytic protection in application which the yellowness is undesirable.

## INTRODUÇÃO

Os materiais poliméricos são muitas vezes utilizados em aplicações médicas, onde é necessária uma prévia esterilização do material. Existem três métodos possíveis de esterilização: calor, óxido de etileno e radiação ionizante. A esterilização com raios gama é mais eficiente [1]. Entretanto, quando os materiais poliméricos são irradiados pode ocorrer tanto a cisão da cadeia principal como a reticulação [2].

Os policarbonatos (PC) quando irradiados sofrem cisão da cadeia principal com formação de radicais poliméricos estáveis à temperatura ambiente [3]. São resistentes radioliticamente porque contém anéis aromáticos na cadeia principal, de forma que, doses de 300 kGy não alteram significativamente as propriedades mecânicas [4] e, o G de degradação molecular é da ordem de 17 [5]. Entretanto a presença de radicais fenóxi produz amarelamento indesejável em aplicações médicas [6]. Portanto, em doses de esterilização (25 kGy), o PC tem suas propriedades ópticas significativamente alteradas.

A Policarbonatos do Brasil S.A. está fabricando o PC por um processo diferente (processo II - PC II) do anterior (processo I - PC I), onde a concentração de aditivos é menor. Como já se tinha investigado a radiólise do PC I [7-8], neste trabalho é feita uma comparação entre índices de amarelamento dos PCs fabricados por ambos os processos e irradiados com doses de até 300 kGy, porque as propriedades ópticas são as que sofrem maiores alterações.

## METODOLOGIA

Corpos de prova para ensaios ópticos, fornecidos pela Policarbonatos do Brasil, do PC de massa molecular 22000 g/mol, fabricados por dois processos diferentes, foram irradiados com raios gama, em uma fonte de  $^{60}\text{Co}$ , com taxa de dose de 1,2 kGy/h com doses entre 0 e 300 kGy, à temperatura ambiente, na presença de ar.

O índice de amarelamento (YI) é dado pela expressão [9]:

$$YI = 100 (1,28 x - 1,06 z)/y \quad (1)$$

onde x, y, z são os valores de tri-estímulos das amostras com relação ao iluminante. Chamam-se tri-estímulos os parâmetros que caracterizam as proporções em que devem ser misturadas as cores primárias para obter uma determinada cor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo II, que é o mais recente, o fabricante realizou uma purificação prévia dos reagentes empregados na fabricação do polímero e, conseqüentemente diminuiu a concentração de aditivos, além de melhorar as propriedades do produto [10]. Para o polímero fabricado pelo processo I, já se tinha quantificado a degradação molecular (17); observado que as propriedades mecânicas não são alteradas em doses de esterilização, podendo o polímero ser reesterilizado; e a formação de radicais fenóxi responsáveis pela alteração significativa das propriedades ópticas, as quais são indesejáveis em aplicações médicas [7-8]. Também com a adição de aditivos nacionais foi possível estabilizá-lo em 98% a nível molecular e 92% a nível óptico. Como a degradação radiolítica para o PC II foi muito baixa (0,73) [5], houve interesse em estudar as alterações ópticas, em função do índice de amarelamento, e compará-las com as observadas para o PC I.

A Figura 1 mostra o efeito da dose no índice de amarelamento do PC I. Observa-se que doses até 1 kGy não afetam o índice de amarelamento, que é 3. Entretanto acima dessa dose a radiação provoca um aumento do índice de amarelamento. Em doses de esterilização o índice de amarelamento foi de 27, cerca de 9 vezes maior.

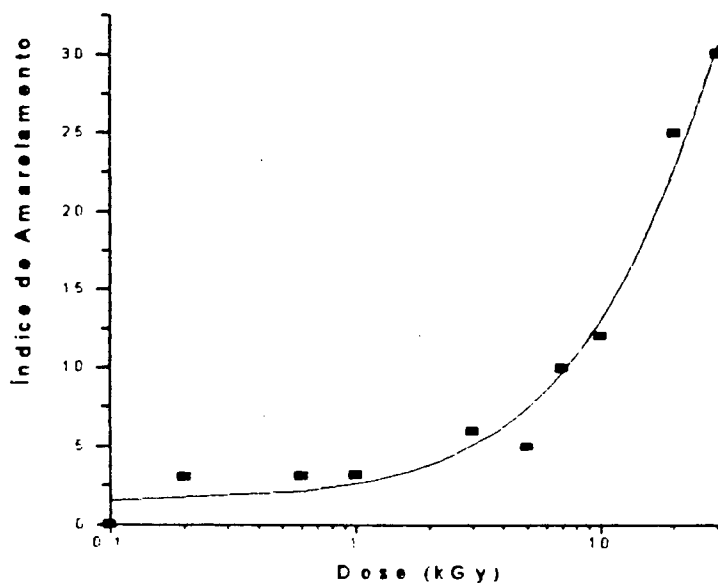


FIGURA 1 - Efeito da dose no índice de amarelamento do PC I.

A Figura 2 mostra o efeito da dose no índice de amarelamento do PC II. O comportamento é semelhante ao do PC I, exceto que em doses de esterilização o índice de amarelamento é menor, 16, e o aumento foi cerca de três vezes. Portanto, a radiação promove um menor amarelamento no PC II, onde há uma menor concentração de aditivos, mas o polímero é mais resistente radioliticamente, a nível molecular. Isto é, como ocorre um número menor de cisões na cadeia principal, a concentração de radicais fenóxi, responsáveis pelo amarelamento, também é menor. Observa-se também que o índice de amarelamento do PC II irradiado com 300 kGy atinge o valor de 90.

## CONCLUSÕES

O novo processo de fabricação do PC 22000 g/mol confere uma maior resistência radiolítica, mostrando o fato de que a presença de aditivos pode alterá-la. Neste caso, o decréscimo de aditivos favoreceu o aumento dessa resistência. O PC II apresenta uma degradação radiolítica cerca de 20 vezes menor e, em doses de esterilização, o índice de amarelamento diminui cerca de 1,5 vezes. A necessidade de sua proteção radiolítica, com aditivos nacionais empregados na indústria automobilística, dependerá da espessura do artefato médico, que por sua vez influencia na intensidade do amarelamento e, de sua aplicação onde o amarelamento é indesejável.

## AGRADECIMENTOS

À Policarbonatos do Brasil S.A.

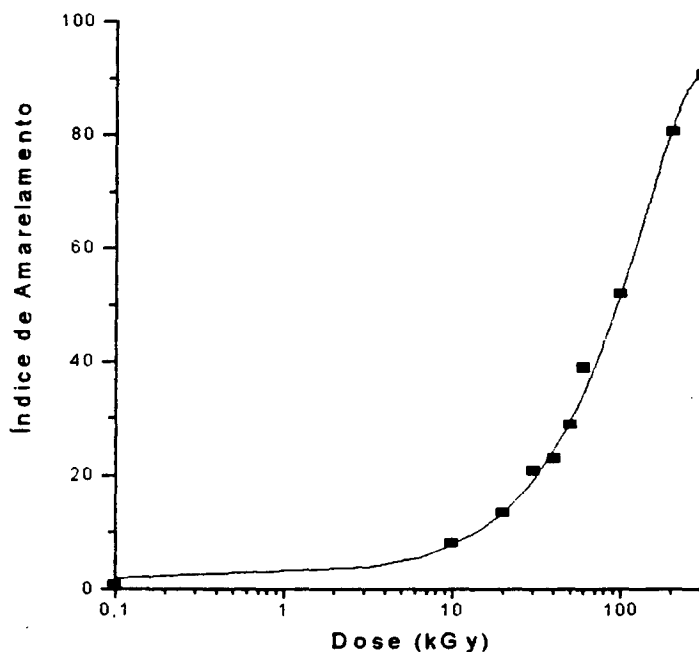


FIGURA 2 - Efeito da dose no índice de amarelamento do PC II

## REFERÊNCIAS

- [1] LANDFIELD, H. The effects of radiation on various materials and the qualification tests required for their use in medical devices. Radiat. Phys. Chem., v. 15, p. 34-45, 1980.
- [2] CHARLESBY, A. Radiation mechanism polymers., In : Ad. Chem. Series., American Chemical Society, p. 1 - 21, v. 66,1967.
- [3] HAMA, Y. & SHINOHARA, K., Electron spin resonance studies of polycarbonate by  $\gamma$ -rays and ultraviolet light J. Polym. Sci., Part A-1, v. 8, p.651-63, 1970.
- [4] TERENCE, M.C.; ARAÚJO, E.S.; GUEDES, S.M.L., Radioesterilização do Policarbonato e do Polipropileno: Efeito da dose na resistência à tração, In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR: Anais do quinto congresso geral de energia nuclear, realizado no Rio de Janeiro, 28 de agosto a 2 de setembro de 1994.
- [5] TERENCE, M.C.; ARAÚJO, E.S.; GUEDES, S.M.L., Molecular Radiolytic Degradation of National Polycarbonates, In: Associação Brasileira de Polímeros: Anais do segundo simpósio ibero-americano de polímeros, quarto simpósio latino-americano de polímeros, sexto colóquio internacional de macromoléculas, realizado de 4 a 8 de setembro de 1994.

v.1 p. 792 -794.

- [6] KHOURY, H. J.; ARAÚJO E.S.; SILVEIRA, S.V., Estudo dos efeitos da radiação gama em policarbonatos, In: Associação Brasileira de Energia Nuclear: Anais do terceiro congresso geral de energia nuclear, 1990. v. 1, p. 56-64.
- [7] ARAÚJO, E. S., Estudo dos Efeitos da Radiação Gama nas Propriedades Mecânicas e Ópticas dos Policarbonatos. Recife, 1991 (Dissertação de Mestrado, DEN-UFPE/PE).
- [8] ARAÚJO, E. S., *Degradação e Estabilidade Radiolítica do Policarbonato*, São Paulo, 1993 (Tese de Doutorado, IPEN-CNEN/SP).
- [9] ASTM D 1925. Standart Test Method for Haze and Luminous Transmittance of Transparent Plastics, 1961.
- [10] Comunicação Pessoal.