

FORMAÇÃO DE COR EM POLICARBONATO IRRADIADO COM FEIXE DE ELÉTRONS

Daniela T. Nardi, Selma M. L. Guedes*

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN - smguedes@ipen.br

Color formation in irradiated polycarbonate by electron beams.

The optical parameters of commercial irradiated polycarbonate by electron beams were studied by colorimetry in function of dose (0-150kGy), post irradiation time (0-31 days) and heating (110°C, 1 hour). The irradiation process became the polycarbonate more darkness and yellowness. When it was keeping or heating the yellowness intensifies and it became clearness. The greatest changes were observed after 10 days after irradiation end. These facts showed the presence of the annealable color centers.

Introdução

Artefatos médicos devem ser esterilizados antes do uso. Os principais processos de esterilização são: exposição ao óxido de etileno, ao calor e às radiações ionizantes (1). As grandes vantagens da radioesterilização é que o processo é realizado com o material embalado, pronto para o consumidor, evitando uma possível recontaminação. Isto se deve ao alto poder de penetração da radiação ionizante na matéria. Além disso é o processo mais econômico.

As doses de esterilização se encontram na faixa de 10 a 50kGy, sendo 25kGy o mais utilizado na maioria dos países (2).

A formação de cor em polímeros é um dos efeitos indesejáveis da radioesterilização, já que no mercado médico o branco e o azul são consideradas cores "limpas", e o amarelo e o marrom cores "sujas" (3). A radiação pode induzir nos polímeros desde um amarelo claro até um marrom avermelhado.

A radiação ionizante pode produzir dois tipos de centros de cor em polímeros (4,5): um permanente, que está associado à formação de cromóforos estáveis, e outro instável, que desaparece em função da temperatura ou do tempo de exposição ao ar, como consequência da recombinação de radicais ou da reação com o O₂ que se difunde pela matriz polimérica, respectivamente (6).

Neste trabalho, que faz parte de uma linha de pesquisa onde se estuda o efeito da dose nas propriedades óticas de polímeros, se apresenta a formação de cor no polycarbonato irradiado em função da dose, do tempo pós irradiação e do aquecimento utilizando a colorimetria.

Parte Experimental

Amostras

Corpos de prova transparentes de polycarbonato Durolon® IR2200 foram moldados por injeção, na forma de placas (10 x 5cm), com espessura de 3mm e densidade de 1,2g/cm³.

Irradiação

As amostras foram irradiadas, na presença de ar e à temperatura ambiente, com doses de 20 a 150kGy em um acelerador de elétrons modelo Dynamitron II fabricado pela Radiation Dynamics Inc., cuja taxa de dose foi de 22,4 kGy/s. A energia dos elétrons foi de 1,3MeV e a corrente do feixe foi de 5,2mA.

Pós irradiação

Durante o período de estudo após o término da irradiação as amostras foram mantidas à temperatura ambiente e ao abrigo da luz.

Aquecimento

Após o término da irradiação, a amostra foi mantida em uma estufa a 110°C por 1 hora e, em seguida, acondicionadas ao abrigo da luz e à temperatura ambiente, antes da medida de colorimetria.

Colorimetria

Utilizou-se um colorímetro Datacolor modelo Spectraflash SF600 com iluminante padrão D₆₅. Os parâmetros medidos foram Da (verde/vermelho), Db (azul/amarelo) e DL (escuro/claro). A amostra branco foi o polycarbonato não irradiado. O estudo foi feito em função da dose (20-150kGy), do tempo pós irradiação (0-30 dias) e do aquecimento (150kGy; 100°C/1h).

Resultados e Discussão

A radiação induziu cores no policarbonato comercial, as quais dependeram da dose (Figura 1). A intensidade do amarelo (Db) diminuiu com o aumento da dose até 50kGy, porque Db variou de 26 para 5. Acima dessa dose o azul aumentou porque Db variou de -1 a -7.

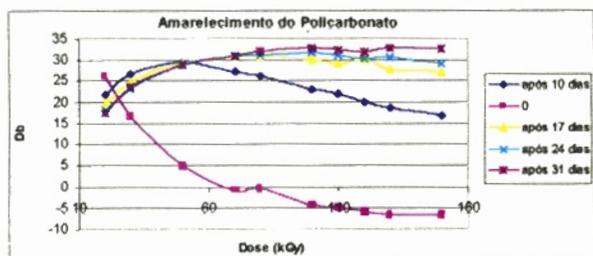


Figura 1 - Formação das cores amarelo/azul (Db) no policarbonato, em função da dose e do tempo pós irradiação.

As intensidades das cores verde e vermelho não foram significativas no intervalo de dose estudado (Figura 2) porque Da atingiu o seu valor máximo de 2 em 30kGy.

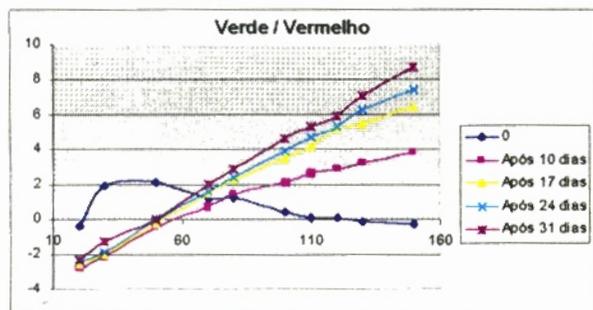


Figura 2 - Formação das cores verde/vermelho (Da) no policarbonato, em função da dose e do tempo pós irradiação.

Entretanto o polímero escureceu (DL) em função do aumento da dose porque DL variou de -24 até -48 (Figura 3).

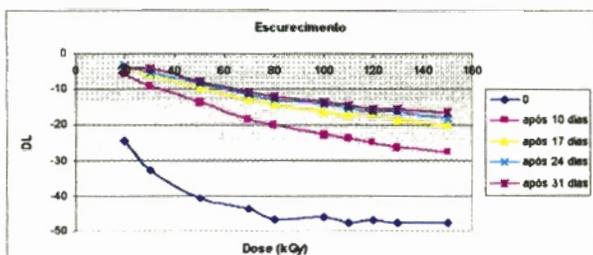


Figura 3 - Efeito da dose e do tempo pós irradiação no escurecimento do policarbonato.

É interessante notar as alterações acentuadas dos parâmetros óticos nos primeiros 10 dias após o término da irradiação, em todas as doses (Figuras 1,-3), mostrando a presença de centros de cor instáveis (4,5), que poderiam estar reagindo com o O₂ do ar ou se recombinando (6).

O amarelecimento e o escurecimento aumentaram em função do tempo pós irradiação (Figura 1 e 3), enquanto que a cor verde não foi e o vermelho surgiu em 60kGy e se intensificou em função da dose e do tempo pós irradiação (Figura 2) (Da = 9, 150kGy, 31 dias).

Em doses de esterilização (25kGy) e após 31 dias do término da irradiação a alteração ótica que se observou predominante foi o clareamento da amostra, porque DL variou de -28 para -5, enquanto que o amarelo, que é a cor predominante, não foi significativamente alterada (Db = 21 para Db = 25) e o verde surgiu em baixa intensidade (Da = 1,5 para Da = -2,5). Portanto o policarbonato radioesterilizado continuou amarelo e se tornou mais claro quando guardado.

É interessante notar que o tratamento térmico do policarbonato irradiado com 150kGy induziu também a intensificação do amarelo e reduziu o escurecimento (Tabela 1)

Tabela 1 - Efeito do aquecimento no Da, Db e DL do policarbonato irradiado com 150kGy.

Aquecimento ^a	Da	Db	DL
Sem	-0,26	-6,72	-47,56
Com	0,42	24,81	-21,04

^a = 110°C por 1 hora.

Conclusões

O policarbonato irradiado se tornou amarelo e escureceu e, tanto o calor como o tempo pós irradiação, intensificaram essa cor e clarearam a amostra. As maiores alterações óticas, em todas as doses, ocorreram durante os 10 primeiros dias após o término da irradiação. Em aplicações onde as propriedades óticas são importante, o policarbonato precisa ser estabilizado adequadamente antes da radioesterilização.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro. À Policarbonatos do Brasil S.A. pelo fornecimento das amostras. À Cromex Brancolor LTDA pelos ensaios de colorimetria.

Referências Bibliográficas

1. C. Artandi in Anais do 1st International Symposium of Radiosterilization, Roskild, 1964.
2. W.E. Skiens *Radiat. Phys. Chem.* 1980, 15, 47.
3. D. W. Clegg; A. A. Collyer. *Irradiation effects on polymers.* Elsevier Applied Science, 1991.
4. R.L. Clough; K.T. Gillen; G.M. Malone; J.S. Wallace *Radiat. Phys. Chem.* 1996, 48, 583.
5. R.L. Clough; G.M. Malone; K.T. Gillen;; J.S. Wallace; M.B. Sinclair *Polym. Deg. Stab.* 1995, 49, 305.
6. H.Y. Kaptan; O. Guven *J. Appl. Polym. Sci.* 1997, 64, 1291.