

VIDROS PARA DOSIMETRIA DE ALTAS DOSES

Valéria A.C. Quezada e Linda V.E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Caixa Postal 11049
05422-970, São Paulo, SP, Brasil

ABSTRACT

A routine dosimetric system, of low cost, for gamma high doses measurements was established using commercially available glass samples and a special densitometer. Glasses of different kinds, origins and dimensions were studied in relation to their dosimetric properties : repeatability, batch uniformity, reutilization, thermal fading and dose range.

INTRODUÇÃO

Os materiais vítreos possuem características não-comuns, que provocam uma curiosidade razoável; possuem também propriedades tecnológicas especiais e úteis, que decorrem de sua natureza atípica. Embora um vidro não possua a elevada ordem de um cristal, ele não é destituído de estrutura interna. A estrutura da maioria dos vidros comerciais está baseada numa cadeia de tetraedros de SiO_4 . Entretanto, os vidros não se limitam aos silicatos como formadores da rede; outros óxidos como Na_2O , K_2O , CaO , BaO , MgO , PbO e os óxidos de terras raras também podem desempenhar este papel. As composições individuais dos vidros comerciais são muito variadas, pois pequenas alterações são feitas de forma a propiciar propriedades específicas, tais como índice de refração, cor, dispersão, etc. O vidro de janela, por exemplo, possui como principais componentes : SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O e MgO [1].

A radiação ionizante induz no vidro bandas de absorção características da constituição do material e das condições de irradiação. A mudança na cor é devido ao mecanismo de oxidação e redução de seus elementos e à formação de centros que podem absorver luz, isto é, centros de cor [2]. Os efeitos das radiações em cristais halogêneos e em vidros foram estudados por Sibley [3]; embora não tenha observado centros F nas amostras de vidro, concluiu que há várias características semelhantes entre os dois materiais.

Com a crescente utilização das radiações em processos industriais tais como a esterilização de produtos alimentares e médicos, têm sido desenvolvidos diversos métodos de dosimetria para altas doses.

No presente trabalho verificou-se a possibilidade de utilização de vidros comuns em dosimetria da radiação gama, pela técnica densitométrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a verificação da possibilidade de utilização de vidros comuns na dosimetria de altas doses, foi estudado um tipo de vidro nacional e um tipo de vidro importado. Quatro amostras de cada tipo foram submetidas a uma análise por ativação com nêutrons pela Supervisão de Radioquímica do IPEN revelando a presença de diversos componentes, conforme TABELA 1.

TABELA 1 - Componentes Presentes em Amostras de Vidro Nacional e Importado;
Análise por Ativação com Nêutrons.

Elemento-Molécula	Vidros	
	Nacional (%)	Importado (%)
SiO_2	70,30	71,78
Al_2O_3	0,77	0,98
Fe	0,10	0,13
Ca	0,13	8,10
Mg	4,13	4,04
Na	15,06	14,43
K_2O	0,35	0,42
Ti	traços	não há
outros	~ 10	~ 4

As amostras foram submetidas a um tratamento térmico a 300°C por 15 minutos, após cada irradiação para permitir a reutilização do material.

Para a irradiação foi utilizada a fonte panorâmica de ^{60}Co (120 TBq em 03.10.94) da Coordenadoria de Aplicações de Técnicas Nucleares na Engenharia e Indústria do IPEN.

As medidas da resposta dos vidros foram realizadas utilizando-se um densitômetro especial MRA, fabricado no Brasil.

RESULTADOS

Uniformidade de Lote e Reprodutibilidade

Três lotes de vidro de cada procedência, contendo quatro amostras cada um, com dimensões de 9,60 x 11,50 mm, e espessuras entre 2,00 e 2,07 mm para as amostras nacionais e entre 0,80 e 1,90 no caso das amostras importadas, foram irradiados dez vezes com 1 kGy de radiação de ^{60}Co entre placas de Lucite de 3mm para garantir a ocorrência de equilíbrio eletrônico. As medidas de densidade óptica foram realizadas trinta minutos após a irradiação. Neste trabalho, o valor da densidade óptica foi normalizado para a espessura nominal das amostras de vidro (1 mm).

A análise estatística dos dados de densidade óptica revelou que os lotes com amostras de maior espessura, nacionais e importadas, apresentaram coeficientes de variação de 1,80 % e 2,90 % respectivamente. Os lotes com amostras de menores espessuras apresentaram maiores coeficientes de variação, sendo o máximo de 10,5 % para as amostras de vidro importado de espessuras entre

0,80 e 0,84 mm. A média dos coeficientes de variação de cada amostra do lote indica que a espessura das amostras é um parâmetro importante na reprodutibilidade das medidas, apresentando um valor mínimo de 1,80 % para as nacionais e 2,30 % para as importadas, de maior espessura. O valor máximo encontrado foi de 8,70 % para as amostras importadas de menor espessura.

Os valores baixos dos coeficientes de variação indicam que o vidro comum pode ser utilizado em dosimetria de altas doses com resultados satisfatórios.

Decaimento à Temperatura Ambiente

Para o estudo da estabilidade do dosímetro à temperatura ambiente, dois lotes sendo um nacional e um importado contendo 4 amostras cada um, com dimensões de 9,60 x 11,50 x 2,02 mm e 9,60 x 11,5 x 1,90 mm respectivamente, foram irradiados com 10 kGy usando a fonte panorâmica de ^{60}Co , entre placas de Lucite de 3 mm. A estabilidade foi estudada até um total de 45 dias.

Neste trabalho foi definido o coeficiente de absorção especial α^* como sendo:

$$\alpha^* = \frac{\Delta DO}{x} \quad (1)$$

onde $\Delta DO = (DO)_2 - (DO)_1$

$(DO)_1$ = densidade óptica antes da irradiação

$(DO)_2$ = densidade óptica após a irradiação

x = espessura da amostra (cm)

Nas Figuras 1 e 2 tem-se a leitura relativa, em função do tempo, dos lotes de vidro nacional e importado respectivamente. Observa-se inicialmente, para os dois casos, decaimentos pronunciados, cerca de 30% em 24 horas, e depois decaimentos lentos, tornando-se praticamente inalterados após 40 dias.

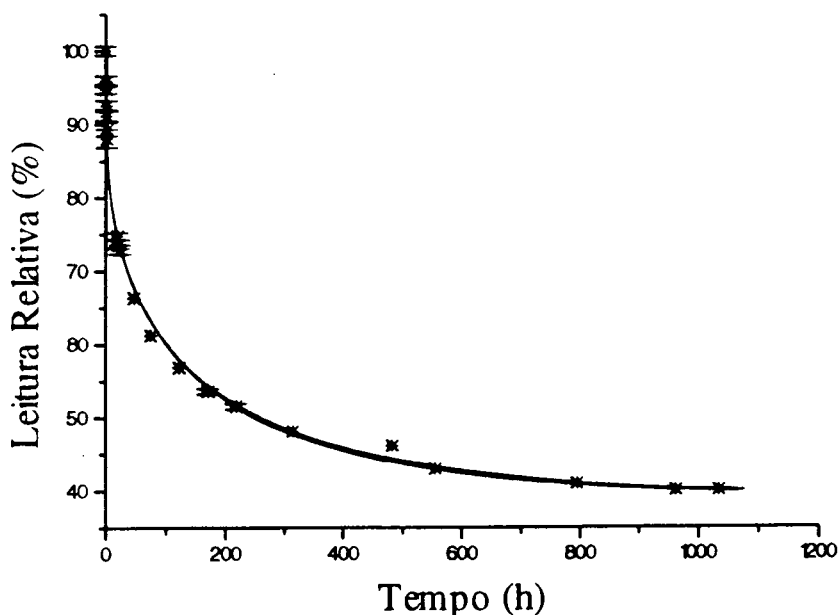


FIGURA 1 - Estabilidade dos Dosímetros à Temperatura Ambiente das Amostras de Vidro Nacional após uma Irradiação com 10 kGy (^{60}Co). Medidas de Densidade Óptica.

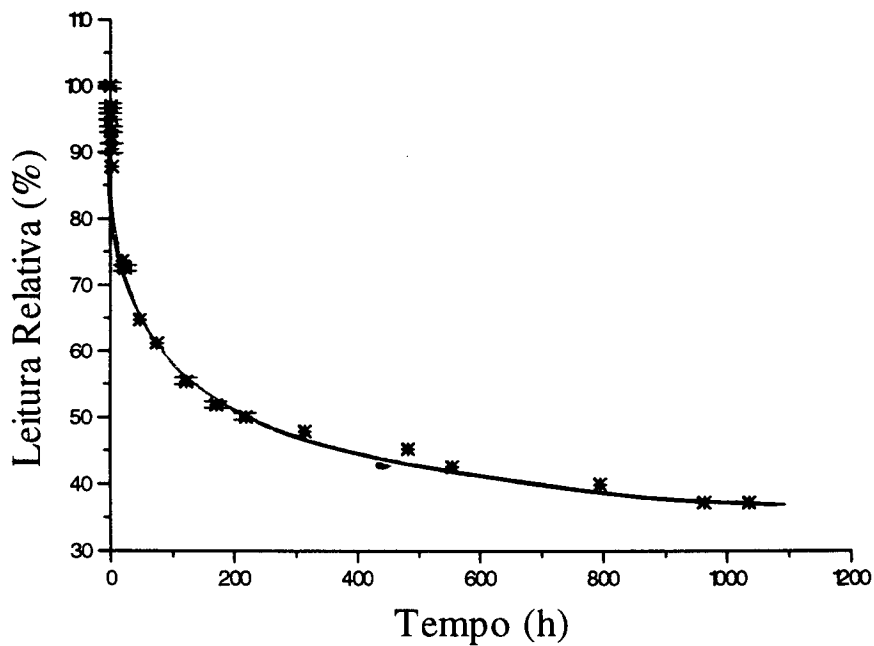


FIGURA 2 - Estabilidade dos Dosímetros à Temperatura Ambiente das Amostras de Vidro Importado após uma Irradiação com 10 kGy (^{60}Co). Medidas de Densidade Óptica.

Resposta à Dose Absorvida

Os lotes que responderam mais adequadamente aos testes de reprodutibilidade foram submetidos à radiação de ^{60}Co entre 0,1 e 8 kGy de dose absorvida. Nas Figuras 3, 4 e 5 têm-se as curvas de calibração obtidas, relativas às medidas do coeficiente α^* .

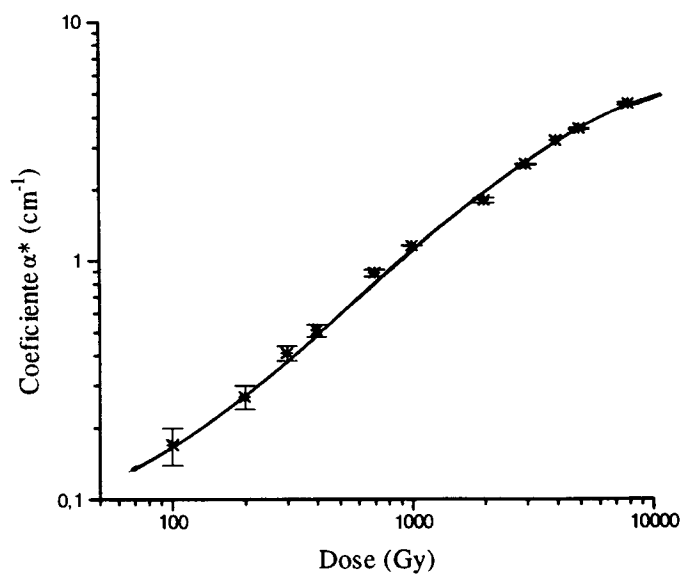


FIGURA 3 - Curva de Calibração obtida com Amostras de Vidro Nacional com dimensões de 9,60 x 11,50 x 2,07 mm, Irradiadas com ^{60}Co .

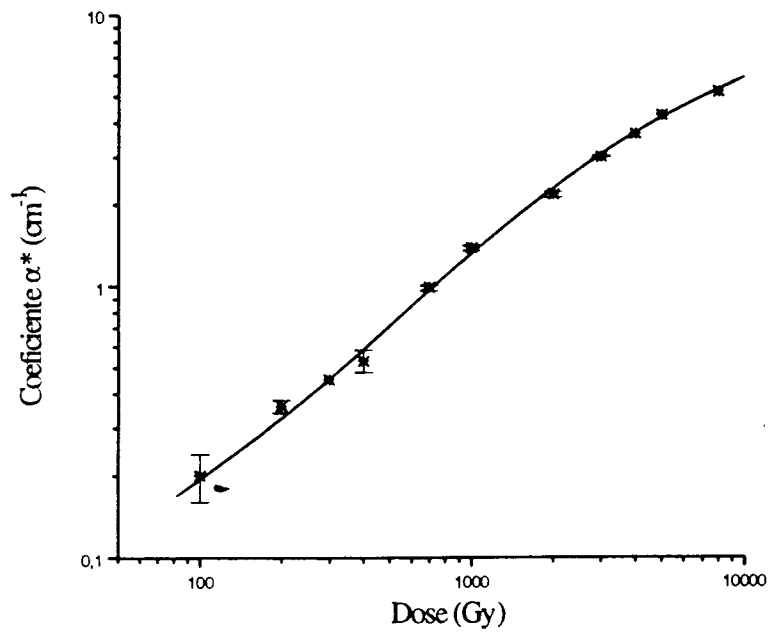


FIGURA 4 - Curva de Calibração obtida com Amostras de Vidro Nacional com dimensões de 9,60 x 11,50 x 2,00 mm, Irradiadas com ^{60}Co .

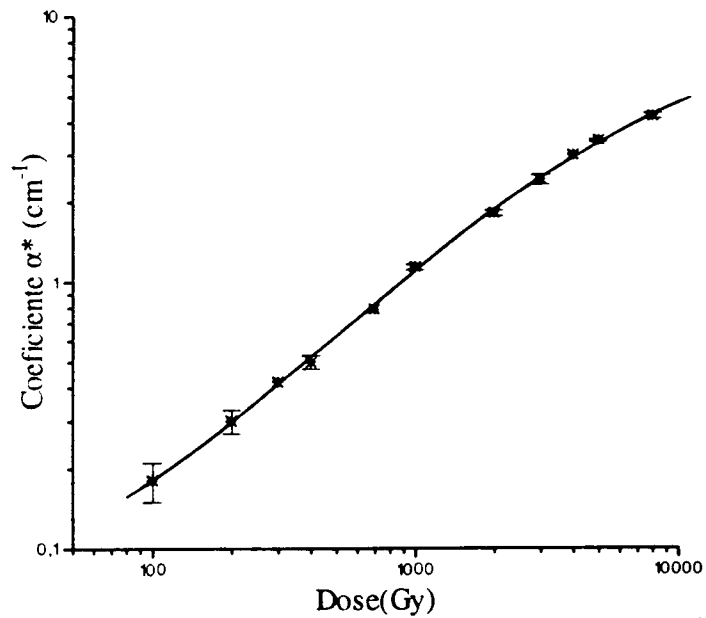


FIGURA 5 - Curva de Calibração obtida com Amostras de Vidro Importado com dimensões de 9,60 x 11,50 x 1,80 mm, Irradiadas com ^{60}Co .

CONCLUSÃO

As amostras de vidro comum nacionais e importadas estudadas neste trabalho são transparentes na região visível do espectro, antes de serem submetidas à irradiação gama. Após a irradiação na faixa de doses altas apresentaram tonalidade marrom que se tornou mais intensa com o aumento da dose, apresentando utilidade como dosímetros Sim / Não.

Verificou-se que estes materiais podem ser utilizados em dosimetria de altas doses pela técnica densitométrica, já que a possibilidade de reutilização, a reprodutibilidade de resposta, a uniformidade do lote e a resposta à dose absorvida, que são características importantes em dosimetria, foram obtidas com resultados satisfatórios. Entretanto, para sua utilização deve ser levado em conta o decaimento térmico.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico(CNPq).

REFERÊNCIAS

- [1] VAN VLACK, L.H. Propriedades dos Materiais Cerâmicos. Ed. da Universidade de São Paulo , 1973.
- [2] SUN, K.H., KREIDL, N.J. Coloration of Glass by Radiation. The Glass Industry. part II, p.589 - 594, Novembro 1952.
- [3] SIBLEY W.A. Radiation Processes in Halide Crystals and Glasses . Nucl.Instr.Meth.Phys.Res., B 32: 194 - 200, 1988.