

PROPRIEDADES TERMOLUMINESCENTES DE VIDROS COMUNS COLORIDOS PARA DOSIMETRIA DE DOSES ALTAS

Maria Inês Teixeira 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

RESUMO

Vidros coloridos, produzidos pela Cebracê, São Paulo, foram analisados pelo método da termoluminescência (TL), com o objetivo de verificar a possibilidade de utilizá-los como dosímetros de doses altas ou indicadores de irradiação em áreas industriais, devido a seu fácil manuseio e ao seu baixo custo. As amostras foram expostas a diferentes doses de radiação gama, utilizando-se um sistema Gamma-Cell 220 (^{60}Co), do IPEN. As curvas de emissão TL apresentaram picos em 135 °C, 150°C e 145 °C, nas amostras de vidros bronze, fumê e verde respectivamente. Foram obtidas curvas de calibração para as doses entre 50 Gy e 360 kGy. Além disso, foram determinados os parâmetros de reprodutibilidade de resposta e dose mínima detectável para cada tipo de vidro colorido. Todas as amostras mostraram sua utilidade como indicadores de irradiação e também como dosímetros de doses altas.

Keywords: glass, high doses, dosimeter

I. INTRODUÇÃO

As características dosimétricas de vidros comerciais comuns (transparentes), expostos a diferentes doses de radiação, bem como a sua utilização como um dosímetro ou um indicador de irradiação nos procedimentos de rotina, vem sendo estudadas para aplicação em dosimetria nas áreas de esterilização de medicamentos e de produtos farmacêuticos, preservação de alimentos e tratamento de diversos materiais [1,2].

Desde a década de cinquenta, os vidros comuns, nacional e importado, estão sendo estudados detalhadamente, para verificar os efeitos causados pela irradiação e pelos tratamentos térmicos [3]. No Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN já foram testadas amostras de vidro importado (transparente), quanto à possibilidade de sua utilização em dosimetria gama [4], e de vidro nacional (transparente), para dosimetria de radiação de elétrons [5], pelas técnicas de absorção óptica e termoluminescência.

Mais recentemente, amostras de vidro comum nacional e importado (transparente), foram estudadas no IPEN [6,7], e apresentaram características favoráveis à utilização como dosímetros de doses altas (5 a 100 kGy), pela técnica de medidas de densidade óptica, utilizando densitômetro e espectrofotômetro, já que a possibilidade de reutilização, a repetibilidade de resposta, a uniformidade do

lote e a resposta à dose absorvida foram obtidas com resultados satisfatórios. Podem ser utilizados também como detectores Sim/Não, devido à coloração que apresentam após a irradiação [7,8].

O interesse em particular pelas amostras de vidros comuns transparentes e coloridos é devido ao fato de apresentarem pequenas dimensões, rigidez, fácil manuseio e baixo custo; entretanto, existe a desvantagem do rápido decaimento térmico nas primeiras vinte e quatro horas após a irradiação. Esse efeito pode ser amenizado tomando-se medidas sempre após o mesmo intervalo de tempo depois de cada irradiação, ou utilizando um tratamento térmico especial após a irradiação do material [9].

A absorção óptica tem sido a técnica mais utilizada para rotina de análise de dosímetros de doses altas, mas a termoluminescência (TL) por ser uma técnica mais sofisticada, é aplicada para a caracterização e comprovação das propriedades dosimétricas.

Neste trabalho o objetivo é determinar as propriedades termoluminescentes de amostras de vidros comuns coloridos (bronze, fumê e verde), para se verificar a possibilidade de utilizá-los como dosímetros de doses altas ou indicadores de irradiação, por seu custo ser muito baixo e de caracterização relativamente simples.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de vidros comuns coloridos (bronze, fumê e verde), estudados neste trabalho, foram fabricados pela Cebracê, Brasil, pelo processo “float” a 1600 °C. Estas amostras foram cortadas nas dimensões de 4 x 7 x 3 mm³, com massas de 0,209g, 0,206g e 0,229 g para amostras de vidro bronze, fumê e verde respectivamente. Uma análise dos seus elementos principais dos três tipos de vidros foi efetuada pela técnica de ativação com nêutrons, pelo Departamento de Radioquímica do IPEN, apresentado na Tabela 1.

TABELA 1. Resultado da análise por ativação com nêutrons de amostras de vidros coloridos: concentração dos elementos acima de 2 (µg.g⁻¹).

Vidros	Elementos				
	Ca (%)	Na (µg.g ⁻¹)	Rb (µg.g ⁻¹)	Fe (µg.g ⁻¹)	Co (µg.g ⁻¹)
Bronze	6,8	9,75	24	2409	29
Fume	6,5	9,86	28	2980	54
Verde	7,3	9,61	24	3368	0,43

A irradiação das amostras foi efetuada à temperatura ambiente, com uma taxa de dose absorvida de 5,49 kGy/h num sistema Gamma-Cell 220 (⁶⁰Co) do IPEN. A fim de manter o equilíbrio eletrônico das amostras durante a irradiação, foram utilizadas placas de Lucite com 6 mm de espessura.

As amostras foram submetidas a um tratamento térmico a 300 °C por 30 min, para reutilização do material.

As medidas da resposta dos vidros coloridos foram realizadas utilizando-se um sistema leitor de termoluminescência (TL) Harshaw Chemical Co., modelo 2000 A/B, EUA, com taxa de aquecimento de 10 °C/s. As curvas de emissão foram obtidas por meio de registrador gráfico ECB, modelo RB 101, Brasil.

III. RESULTADOS

As principais propriedades dosimétricas como: reprodutibilidade, reutilização, dose mínima detectável e resposta a diferentes doses de radiação foram estudadas neste trabalho para a verificação da possibilidade de utilização de vidros comuns coloridos como dosímetros de doses altas.

As Figuras 1,2 e 3 mostram as curvas de emissão termoluminescente das amostras de vidros coloridos efetuadas após 1 hora de irradiação com 5 kGy. As curvas apresentam picos em 135 °C, 150 °C e 145 °C, nas amostras de vidros bronze, fumê e verde respectivamente.

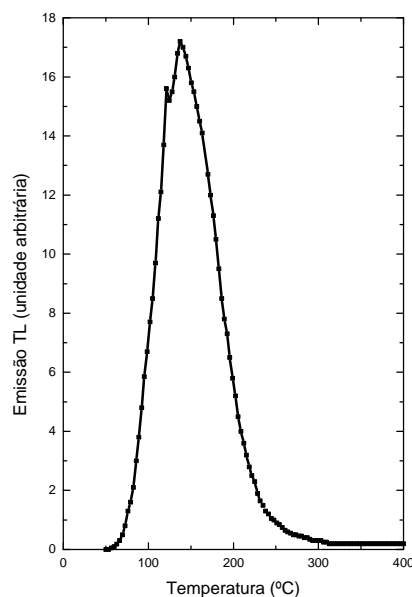


Figura 1. Curva de emissão termoluminescente de amostras de vidros bronze irradiadas com ⁶⁰Co.

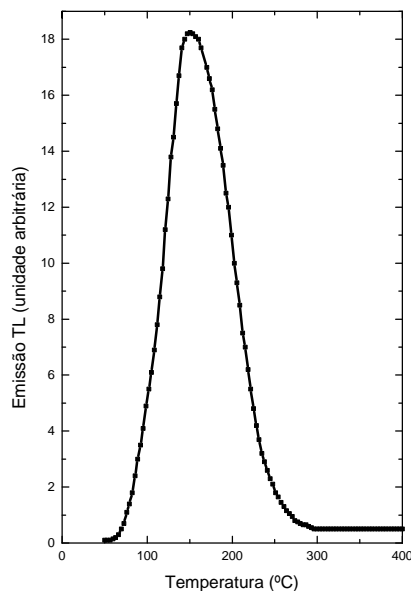


Figura 2. Curva de emissão termoluminescente de amostras de vidros fumê irradiadas com ⁶⁰Co.

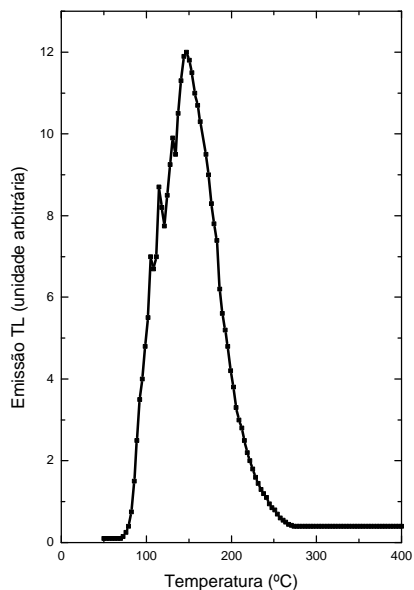
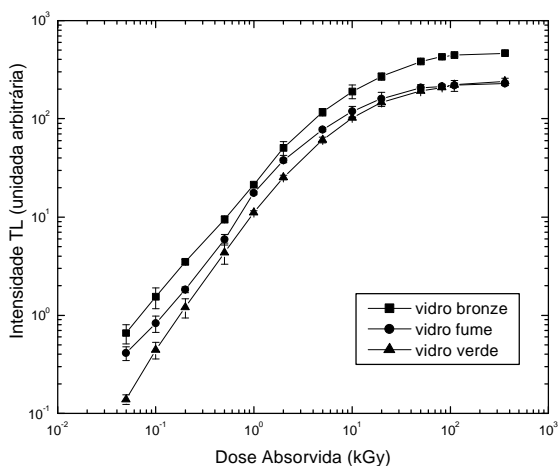


Figura 3. Curva de emissão termoluminescente de amostras de vidros verde irradiadas com ^{60}Co .

Reprodutibilidade: Foram utilizadas oito amostras de cada tipo de vidro colorido; elas foram submetidas ao mesmo procedimento de tratamento térmico de 300 °C por 30 min (definida para a reutilização) e à irradiação (5 kGy) dez vezes, a fim de testar a uniformidade de cada amostra e a reprodutibilidade. Os desvios relativos percentuais máximos obtidos foram de 6,5%, 6,3% e 6,6% para amostras de vidro bronze, fumê e verde respectivamente.

Dose Mínima Detectável: A dose mínima detectável foi obtida, tomando-se três vezes o valor do desvio padrão de 10 medidas de três amostras de cada tipo de vidro não irradiados, expresso em unidades de dose absorvida. Utilizando o leitor termoluminescente, foram obtidos os valores de 3,0 Gy, 2,5 Gy e 1,7 Gy para os vidros bronze, fumê e verde respectivamente.



Resposta à Dose Absorvida: As amostras de vidros coloridos foram irradiadas com feixes de ^{60}Co , num intervalo de 50 Gy a 360 kGy. Todas as amostras mostram um escurecimento progressivo com a dose absorvida, demonstrando sua utilização como indicadores de irradiação Sim/Não. A Figura 4 apresenta a curva de calibração dos três tipos de vidros coloridos. Pode-se observar que a resposta à dose absorvida aumenta convenientemente para dosimetria de doses altas para todos os tipos de amostras de vidros coloridos. Pode-se ainda observar na Figura 4 que as respostas acima de 100 kGy para vidro bronze, 50 kGy para fumê e 80 kGy para verde tendem a uma saturação.

Figura 4. Curva de calibração de amostras de vidros coloridos irradiados com ^{60}Co medidas efetuadas após 1 hora após as irradiações.

Deve-se levar em consideração que as amostras de vidros coloridos, bem como os vidros incolores, apresentam um decaimento térmico à temperatura ambiente [4,7]. O resultado obtido é exclusivamente para as amostras de vidros estudadas, sendo necessário obter uma curva de calibração para cada tipo de amostra de vidro a ser utilizada.

IV. CONCLUSÕES

Os três tipos de amostras de vidros coloridos poderão ser utilizados como indicadores de irradiação Sim/Não, pela mudança de sua cor, comprovando a ocorrência de irradiação no local.

As características dosimétricas (possibilidade de reutilização, reprodutibilidade de resposta, resposta à dose absorvida) estudadas neste trabalho, mostram que as amostras de vidros comuns coloridos podem ser utilizadas em dosimetria de doses altas, levando em consideração o decaimento térmico à temperatura ambiente, com aplicação de fatores de correção à resposta do material.

As vantagens da utilização dessas amostras em dosimetria de doses altas são: tamanho reduzido, baixo custo e fácil manuseio. As curvas de dose obtidas mostram que esses tipos de amostras poderão ser utilizadas em diferentes áreas de aplicação em dosimetria das radiações, num intervalo entre 60 Gy e 20 kGy (processos de purificação da água, pasteurização, esterilização, desinfestação de produtos, entre outras).

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Sr. Odair Medea, Cebracê, São Paulo, pelo fornecimento das amostras de vidros, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro parcial.

REFERÊNCIAS

[1] Farrar, H. **Dosimetry standards for radiation processing.**, Proceedings of Symposium Techniques for High Dose Dosimetry in Industry, Agriculture and Medicine, Vienna, November, 1998. IEA-TEC DOC – 1070, 307-11

[2] McLaughlin, W.L.; BOYD, A.W.; Chadwick, K.H.; McDonald, J.C. and Miller, A. **Dosimetry for radiation processing.** (London-Taylor & Francis Ltd.) ISBN 0-85066-740-2, 1998.

[3] Davison, S.; Goldblith, A.S.; Proctor, E.B. **Glass dosimetry.** Nucleonics, v.14, n. 1, p. 34-9, 1956.

[4] Caldas, L.V.E. **Utilização de vidros como detectores de radiação para altas doses.** São Paulo: 1989 (IPEN-Pub-261).

[5] Caldas, L.V.E.; Souza, C.N. **High dose dosimetry using glass detectors in electron beams.** In: International Atomic Energy Agency: High Dose Dosimetry for Radiation Processing: proceedings of the Symposium on...held in Vienna, 5-9 November 1990. Vienna, 1991. p.93-99.

[6] Quezada, V.A.C. and Caldas, L.V.E. **Glass detectors for dose determination in a flower irradiation process.** Radiation Protection Dosimetry, v. 85, n. 1-4, p. 473-75, 1999.

[7] Rodrigues Jr., A.A.; Caldas, L. V. E. **Commercial plate window glass tested as routine dosimeter at a gamma irradiation facility.** Radiation Protection Dosimetry, v. 63, p. 765-67, 2002.

[8] Sheng, J.; Kadono, K.; Utagawa, Y.; Yazawa, T. **X-ray irradiation on the soda-lime container glass.** Applied Radiation and Isotopes, v. 56, p. 621-26, 2002.

[9] Caldas, L. V. E.; Quezada, V.A.C. **Influence of thermal treatments on the response decay of glass radiation detectors.** Proceedings of International Conference on Solid State Dosimetry, Athens, 2001.

Gamma-Cell 220 system (^{60}Co) of IPEN. The TL emission curves presented peaks at 135, 150 and 145°C for respectively bronze, brown and green glass samples. Calibration curves were obtained for doses from 50 Gy up to 360 kGy. Reproducibility of TL response and the lower detection doses were determined for each kind of glass. All tested glasses showed their utility as irradiation indicators “Yes/No” and as high dose dosimeters.

ABSTRACT

Colored glasses produced by Cebracê, São Paulo, were analysed using the thermoluminescent (TL) technique, with the objective to verify the possibility to use them as high dose dosimeters or as irradiation indicators at industrial areas, due to their easy handling and low cost. The samples were exposed to different gamma radiation doses, at a