

Estudo de uma nova matriz vítrea pela técnica de termoluminescência

Study of a new glass matrix by the termoluminescence technique

Pâmela Z. Ferreira¹, Uly P. Vedovato¹, Diego M. da Cunha¹, Noelio O. Dantas¹, Anielle C. A. Silva¹, Lucio P. Neves¹, Linda V. E. Caldas², Betzabel N. S. Carrera³, Shiguo Watanabe³, Ana P. Perini^{1,2}

¹ Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia (INFIS/UFU), Caixa Postal 593, 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil; ² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Comissão Nacional de Energia Nuclear (IPEN/CNEN-SP), 05508-000, São Paulo, SP, Brasil; ³ Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), 05508-090, São Paulo, SP, Brasil

E-mail: anapaula.perini@ufu.br

Resumo: A técnica de termoluminescência é muito utilizada tanto para dosimetria pessoal quanto para dosimetria de doses altas. Neste trabalho, a técnica de termoluminescência foi utilizada para estudar uma nova matriz vítrea, com composição nominal de $20\text{Li}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{BaO} \cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ (mol%), irradiada com diferentes doses em uma fonte de ^{60}Co . As curvas de emissão termoluminescente e a curva de dose-resposta foram obtidas para doses de radiação entre 50 Gy e 900 Gy. Os resultados obtidos mostraram que esta nova matriz vítrea apresenta uso potencial em dosimetria de altas doses.

Palavras-chave: dosimetria, termoluminescência, novos materiais.

Abstract: The thermoluminescence technique is widely used for both personal and for high-dose dosimetry. In this work, the thermoluminescence technique was utilized to study a new glass matrix, with nominal composition of $20\text{Li}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{BaO} \cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ (mol%), irradiated with different doses in a ^{60}Co source. The glow curves and the dose-response curve were obtained for radiation doses between 50 Gy and 900 Gy. The results showed that this new glass matrix presents potential use in high-dose dosimetry.

Keywords: dosimetry, thermoluminescence, new materials

1. INTRODUÇÃO

A técnica de termoluminescência (TL) já é conhecida há muito tempo. O fenômeno da TL é um processo físico que se caracteriza pela emissão de luz por um material previamente irradiado, induzida pelo aquecimento. A

quantidade de luz emitida é proporcional à dose de radiação absorvida [1].

A TL é uma das técnicas dosimétricas mais utilizadas em monitoração individual de trabalhadores expostos às radiações ionizantes. Na natureza muitos materiais apresentam

propriedades TL. Dentre os materiais utilizados para dosimetria TL, o mais popular é o fluoreto de lítio ativado com magnésio e titânio (LiF;Mg, Ti). Outro material bastante utilizado, principalmente para dosimetria de radiação gama, é o sulfato de cálcio ativado com disprósio (CaSO₄:Dy). Esse material apresenta resposta linear para um grande intervalo de dose [2].

A técnica TL pode ser aplicada para dosimetria ambiental, pessoal e de doses altas. Em atividades como gamagrafia, cura de tintas e vernizes, polimerização de fios e cabos, irradiação de pedras semipreciosas, esterilização de materiais cirúrgicos, irradiação de alimentos, etc., as doses avaliadas são tipicamente da ordem de kilograys (kGy). Os processos que envolvem doses num intervalo de 10 Gy a 100 kGy, que são caracterizadas como doses altas, estão cada vez se tornando mais comuns e o controle da radiação deve ser realizado a fim de assegurar que as atividades estejam dentro dos parâmetros exigidos de doses absorvidas [3].

Observando-se o fato de que a utilização de doses altas está se tornando bastante comum, neste trabalho, uma nova matriz vítrea, com composição nominal de 20Li₂CO₃.10Al₂O₃.20BaO.50B₂O₃ (mol%), foi avaliada para diferentes doses: 50, 100, 200, 500, 700 e 900 Gy com a técnica TL.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Síntese do sistema vítreo

A amostra foi sintetizada pelo método de fusão tradicional em forno de carvão de silício a 1350 °C por 15 minutos sob atmosfera de carbono. O resfriamento foi feito empregando-se duas chapas de bronze-latão a 0 °C e tratadas termicamente a 350 °C por 12 horas.

2.2. Irradiação

As irradiações foram realizadas à temperatura ambiente no sistema Gamma-Cell 220 (⁶⁰Co), Atomic Energy of Canada, modelo 220, com uma taxa de 1,38 kGy/h (figura 1), do Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do IPEN. A fim de manter as condições de equilíbrio eletrônico das amostras durante as irradiações, foram utilizadas placas de Lucite com espessura de 3 mm.



Figura 1: Fonte de ⁶⁰Co do CTR/IPEN utilizada para as irradiações das amostras.

2.3. Medições de termoluminescência

As medições termicamente estimuladas foram realizadas num sistema leitor Harshaw TLD modelo 4500 (figura 2) com um computador pessoal para a aquisição dos dados. As medições foram realizadas da temperatura ambiente até 400 °C, utilizando um fluxo constante de N₂ de 2,5 L/min e uma taxa de aquecimento de 10 °C/min.



Figura 2: Sistema leitor Harshaw TLD modelo 4500 empregado nas medições TL.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para caracterizar a nova matriz vítrea foram obtidas as curvas de emissão TL e a curva de dose-resposta. Os resultados obtidos são apresentados nas próximas seções.

3.1. Curvas de emissão TL

As curvas de emissão TL, mostradas na figura 3, foram obtidas para diferentes doses: 50, 100, 200, 500, 700 e 900 Gy. Durante as medições TL foi utilizada a área integrada entre 50 °C e 400 °C. Pode-se observar que a intensidade termoluminescente cresce com a dose absorvida. Para doses de 50, 100 e 200 Gy a intensidade do sinal termoluminescente apresenta-se muito baixa e os picos não são bem definidos. Considerando as doses de 500, 700 e 900 Gy é possível observar um pico bem definido em 210 °C. Para fins de dosimetria, o detector deve ser caracterizado pela curva de emissão TL com um pico, preferencialmente, entre 200 °C e 250 °C [4].

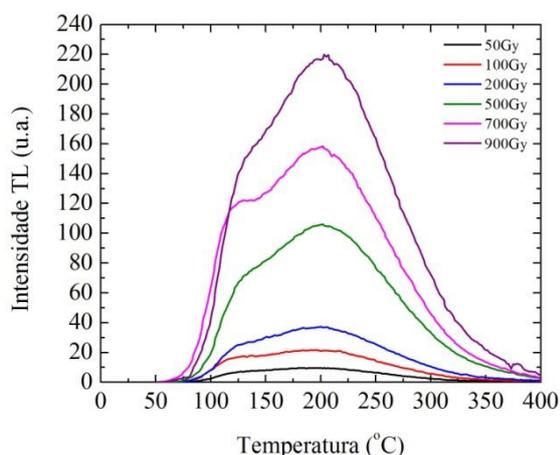


Figura 3: Curvas de emissão TL da matriz vítrea com composição nominal $20\text{Li}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{BaO} \cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ (% mol) para doses altas

3.2. Curva de dose-resposta

A curva de dose-resposta é representada pela resposta TL do material em função da dose absorvida com que este foi irradiado. Para o levantamento da curva de dose-resposta a matriz vítrea foi irradiada com as doses de 50 Gy a 900 Gy. Para cada valor de dose, foram realizadas cinco medições, sendo computado o respectivo desvio padrão para cada dose.

A curva de dose-resposta, mostrada na figura 4, mostra um comportamento sublinear para as doses avaliadas. Sendo assim, a matriz vítrea avaliada neste trabalho pode ser aplicada para dosimetria de doses altas de intervalo avaliado neste trabalho.

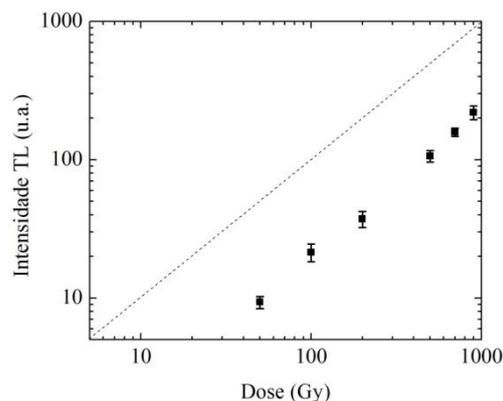


Figura 4: Curva de dose-resposta da matriz vítrea com composição nominal $20\text{Li}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{BaO} \cdot 50\text{B}_2\text{O}_3$ (% mol), com seus respectivos desvios padrões

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho uma nova matriz vítrea foi avaliada para dosimetria de altas doses. Esta matriz vítrea foi irradiada com diferentes doses: 50, 100, 200, 500, 700 e 900 Gy. A partir dos resultados obtidos é possível observar que esta nova matriz vítrea tem uso potencial como um detector para doses altas, que estão relacionadas a atividades como gamagrafia, cura de tintas e vernizes, polimerização de fios e cabos,

irradiação de pedras semipreciosas, esterilização de materiais cirúrgicos, irradiação de alimentos, etc.

Agradecimentos:

Os autores deste trabalho receberam suporte financeiro parcial das seguintes agências: CAPES (Projeto Pró-Estratégia no. 1999/2012), CNPq (Projeto no. 304789/2011-9), INCT (Projeto INCT for Radiation Metrology in Medicine) e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG.

Referências:

- [1] McKeever S W S, Moscovitch M, Townsend P D 1995 *Thermoluminescence dosimetry materials: properties and uses*. Ashford Nuclear Technology Publishing
- [2] Bilski P 2002 Lithium fluoride: from LiF:Mg, Ti to LiF:Mg,Cu,P *Radiat. Prot. Dosim.* **100** 199-206
- [3] Teixeira M I, Souza D N, Caldas L V E 2011 Onyx as radiation detector for high doses. *Radiat. Meas.* **46** 1894-6
- [4] McKeever S W S 1985 *Thermoluminescence of solids*. London: Cambridge University Press