

Avaliação das curvas de emissão termoluminescente de uma nova matriz vítrea

Evaluation of the glow curves of a new glass matrix

Nathália S. Oliveira¹, Samara P. Souza¹, Pâmela Z. Ferreira¹, Noelio O. Dantas¹, Anielle C. A. Silva¹, Lucio P. Neves¹, Linda V. E. Caldas², Betzabel N. S. Carrera³, Shiguo Watanabe³, Ana P. Perini¹

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

E-mail: anapaula.perini@ufu.br

Resumo: Termoluminescência é uma técnica dosimétrica que pode ser aplicada para uso pessoal, clínico, ambiental e em doses altas. Neste trabalho foi estudada uma nova matriz vítrea, com composição nominal de $20\text{Li}_2\text{CO}_3.10\text{Al}_2\text{O}_3.25\text{BaO}.45\text{B}_2\text{O}_3$ (mol%), pela técnica de termoluminescência. Para isto, foram analisadas as curvas de emissão termoluminescente, após a irradiação desta matriz vítrea com doses altas. Os resultados obtidos mostraram que esta nova matriz vítrea apresenta um pico na temperatura de 260°C , que é ideal para aplicações em dosimetria.

Palavras-chave: Termoluminescência, dosimetria, nova matriz vítrea.

Abstract: Thermoluminescence is a dosimetric technique with may be used to personal, clinical, environmental and high doses. In this work a new glass matrix, with nominal composition of $20\text{Li}_2\text{CO}_3.10\text{Al}_2\text{O}_3.25\text{BaO}.45\text{B}_2\text{O}_3$ (mol%), was studied by the thermoluminescence technique. The glow curves was be analyzed, after the irradiation of this glass matrix with high doses. The results showed that this new glass matrix has a temperature peak in 260°C , which is ideal for dosimetry applications.

Keywords: Thermoluminescence, dosimetry, new glass matrix.

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da termoluminescência (TL) é conhecido há bastante tempo. Em 1663 Robert Boyle, observou a emissão de luz por um

diamante aquecido pela sua temperatura corporal no escuro [1]. A partir dessa observação, um grande número de cientistas famosos, como Henry Becquerel e Marie Curie, passaram a trabalhar com as propriedades de TL. Eles

utilizaram a técnica TL para restauração de cristais após a exposição à radiação ionizante [2]. A aplicação da TL em dosimetria das radiações ionizantes se dá em vários campos do conhecimento, como em: dosimetria pessoal, ambiental, clínica e em doses altas [1].

Na dosimetria pessoal, a técnica TL tem como objetivo a sua monitoração da dose de radiação recebida pelo trabalhador durante a exposição ocupacional de rotina. Os materiais mais utilizados na monitoração individual são o LiF: Mg,Ti,Cu,P e Al_2O_3 por possuírem número atômico efetivo próximo ao do tecido humano [1]. Na dosimetria ambiental, a técnica TL se aplica em torno de instalações radioativas e nucleares, de modo a monitorar a liberação de gases efluentes radioativos dessas instalações [3]. Na dosimetria clínica, a técnica de TL é utilizada para monitorar as doses em práticas médicas. Neste caso, o dosímetro TL deve ter número atômico próximo ao tecido humano, além de possuir tamanho reduzido para ser posicionado em objetos simuladores [4].

O uso da técnica TL em dosimetria de doses altas vem crescendo muito rapidamente nos últimos anos. Este intervalo de dose é utilizado em processos industriais, que fazem uso de radiações ionizantes, tais como esterilização de material cirúrgico e fraldas, irradiação de alimentos, de pedras semipreciosas e polimerização de cabos [5]. A aplicação da técnica TL, em dosimetria de doses altas, permite a garantia de que uma dose correta está sendo aplicada para esterilizar diferentes tipos de materiais cirúrgicos ou, por exemplo, para evitar o brotamento precoce de legumes ou frutas [6].

Verificando a demanda no desenvolvimento de dosímetros para monitoração de doses altas, este trabalho tem como objetivo caracterizar uma nova matriz vítrea, com composição nominal de $20Li_2CO_3.10Al_2O_3.25BaO.45B_2O_3$ (mol%),

utilizando a técnica TL. Esta matriz vítrea será caracterizada para ser aplicada como um dosímetro para doses altas (10Gy a 100 kGy). Optou-se pelo uso de materiais vítreos devido as suas características: pequenas dimensões, fácil manuseio e baixo custo de produção [6].

2. MATERIAL E MÉTODOS

O esquema mostrado na figura 1 mostra as várias etapas para o desenvolvimento deste trabalho.

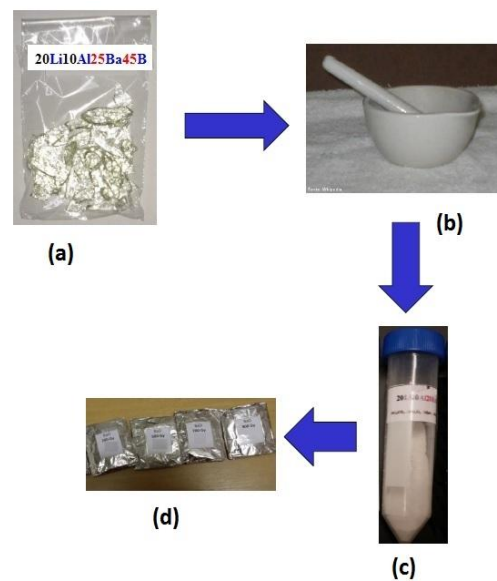


Figura 1. Esquema mostrando as várias etapas do trabalho: (a) síntese do material vítreo, (b) processo de moagem, (c) acomodação do pó em um recipiente e (d) preparação das amostras para irradiação.

2.1. Síntese do sistema vítreo

O material vítreo foi sintetizado pelo método de fusão tradicional, em forno de carvão de silício, a uma temperatura de $1340^{\circ}C$ por 15 minutos sob atmosfera de carbono. Logo após, a amostra foi resfriada usando duas chapas de bronze-latão a $0^{\circ}C$ e tratada termicamente a $350^{\circ}C$ por 12 horas. Posteriormente, a matriz vítrea passou por um processo de moagem e foi selecionada por meio

de uma peneira com grãos de 0,180 mm de diâmetro, como mostra a figura 1 (b). Após isso, ela foi acondicionada em papel alumínio e separada para irradiação com diferentes doses, conforme é possível observar na figura 1 (d).

2.2. Irradiação

A matriz vítrea foi irradiada em um fonte do ^{60}Co (sistema Gamma-Cell 220 fabricado pela *Atomic Energy of Canada*). A fonte de ^{60}Co está localizada no Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) em São Paulo. As irradiações foram feitas à temperatura ambiente, com uma taxa de dose de 1,38 kGy/h. As amostras foram posicionadas a 10 cm da fonte e foram irradiadas com doses de 50, 500, 700 e 900 Gy.

Para manter as condições de equilíbrio eletrônico das amostras durante as irradiações, foram utilizadas placas de PMMA com espessura de 3,0 mm.

2.3. Medições de TL

O equipamento utilizado para avaliar a dose em função da intensidade de luz emitida pela amostra é denominado de leitor termoluminescente (TLD). O sistema leitor TLD consiste de um sistema de aquecimento controlado, que aquece a amostra, e de uma fotomultiplicadora que capta o sinal luminoso e o converte em sinal elétrico amplificado, que é enviado para um computador junto com a informação da temperatura em um dado instantâneo.

Para realização das medições, foi empregado um sistema leitor Harshaw TLD modelo 4500 e um computador pessoal para a aquisição dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz vítrea foi irradiada com as doses de 50, 500, 700, e 900 Gy. Para cada dose foi obtida

uma curva de TL, que é mostrada na figura 2. Para a dose de 50 Gy a intensidade do sinal TL 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.

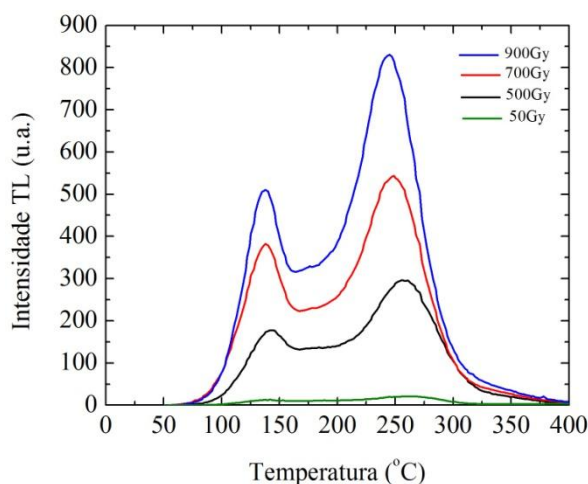


Figura 2. Curvas de emissão TL para a matriz vítrea com composição nominal de $20\text{Li}_2\text{CO}_3.10\text{Al}_2\text{O}_3.25\text{BaO}.45\text{B}_2\text{O}_3$ (mol%) para doses altas.

Pelo gráfico apresentado na Figura 2 é possível observar que a intensidade termoluminescente cresce com o aumento da dose absorvida. Além disso, também é possível notar que para uma dose de 50 Gy a intensidade do sinal termoluminescente é muito baixa e, não existe formação de picos definidos. Para as doses de 500, 700 e 900 Gy já é possível observar dois picos bem definidos. O primeiro pico em aproximadamente em 140°C e o segundo pico em aproximadamente em 260°C . Para fins de dosimetria é importante que os picos estejam acima de 180°C [4]. Assim é possível observar que esta nova matriz vítrea pode ser utilizada como detector para doses altas utilizando-se o segundo pico (temperatura de aproximadamente 260°C), considerando as doses de 500, 700 e 900 Gy.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi avaliada e estudada uma nova matriz vítrea para uso em dosimetria de doses altas. Esta matriz vítrea foi irradiada com diferentes doses: 50, 500, 700 e 900 Gy. Pela análise do comportamento das curvas de emissão TL, observou-se a formação de dois picos de emissão nas temperaturas de aproximadamente 140°C e 260°C. Para aplicações em dosimetria é importante que o material estudado tenha um pico acima de 180°C. Portanto, a matriz vítrea analisada neste trabalho pode ser aplicada para dosimetria de doses altas no intervalo de dose de 500 a 900 Gy, quando consideramos o segundo pico de emissão. Porém, mais testes de caracterização serão feitos posteriormente para completar o estudo desta matriz vítrea.

Agradecimentos

Este trabalho recebeu apoio financeiro das seguintes agências: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Projeto n^o. APQ-02934-15), CAPES (Projeto Pro-Estratégia no. 1999/2012), CNPq (Projetos no. 501857/2014-1, 157593/2015-0, 420699/2016-3 e 421603/2016-0) e INCT (Projeto INCT Metrologia das Radiações em Medicina).

REFERÊNCIAS

- [1] Campos L L 1998 *Cerâmica* **44** 1
- [2] Vila B G *Caracterização de silicatos e carbonatos de cálcio aplicados á dosimetria e doses altas* 2012 Tese (Doutorado em Ciências na Área de tecnologia nuclear) -Universidade de São Paulo.
- [3] Fukumori D T *Desenvolvimento e estudos de materiais termoluminescentes baseados em óxido de alumínio para aplicação em dosimetria* 2012 Tese (Doutorado em Ciências na Área de tecnologia nuclear) - Universidade de São Paulo.

[4] Mckeever S W S, Moscovitch M, Townsend, P D *Thermoluminescence Dosimetry Materials: Properties and Uses*. Nuclear Technology Publishing, England, 1995. 204p.

[5] Myomoto M *Estudo e Aplicação da dosimetria Termoluminescente na Datação* 1973 Tese (Mestrado em Ciências no Instituto de Energia Atômica) - Universidade de São Paulo.

[6] Watanabe S *Propriedades de Termoluminescência do LiF: Mg* 1969 Tese (Título de livre-docente em Ciências no Instituto de Física) - Universidade de São Paulo.