

PROPRIEDADES TERMOLUMINESCENTES DO CITRINO PARA DOSIMETRIA DE DOSES ALTAS

Maria Inês Teixeira^{1,2} e Linda V.E. Caldas¹

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/ SP)
Av. Professor Lineu Prestes, 2242 05508-000 São Paulo, SP, Brasil
miteixei@ipen.br lcaldas@ipen.br

² Associação Educacional Nove de Julho (UNINOVE – SP)
R. Diamantina, 302 02117-010 São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

A possibilidade de se utilizar amostras de pedras brasileiras como quartzo, ametista, etc., para dosimetria de doses altas tem sido estudada nos últimos anos no IPEN, utilizando-se a técnica de termoluminescência (TL). Neste trabalho foram estudadas as propriedades TL de amostras de citrino, expostas a diferentes doses de radiação, utilizando-se uma fonte de radiação gama (⁶⁰Co) do IPEN. A curva de emissão TL apresentou dois picos a 160°C e 220°C. Foi obtida a curva de dose-resposta entre 50Gy e 100kGy, a reprodutibilidade da resposta TL e a dose mínima detectável. Os resultados preliminares mostram que o citrino é um material que poderá ser útil para dosimetria de doses altas.

ABSTRACT

The possibility of using samples of Brazilian stones as quartz, amethyst, etc. for high-dose dosimetry has been studied in recent years at IPEN, using the thermoluminescence technique (TL). In this work, the TL properties of samples of citrus were exposed to different doses of gamma radiation (⁶⁰Co). The TL emission curve showed two peaks at 160 °C and 220 °C. The TL dose-response curve between 50 Gy and 100kGy, the reproducibility of TL response and the minimum detectable dose were obtained. Preliminary results show that citrus maybe useful for high-dose dosimetry.

1. Introdução

A utilização de doses altas de radiação tem sido utilizada nos processos industriais como: esterilização de materiais, germinação de alimentos, tratamentos de grãos e brotamentos de sementes, purificação de água, entre outros (McLaughlin et al, 1989; Morrissey and Herring, 2002).

No Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN já foram testadas amostras de vidros comerciais, nacional e importado (Caldas and Quezada, 2002; Rodrigues Jr. and Caldas, 2002; Caldas and Teixeira, 2002) pelas técnicas de absorção óptica (AO), termoluminescência (TL) e ressonância paramagnética eletrônica (RPE), para dosimetria de doses altas. Mais recentemente amostras de areia proveniente de praias brasileiras (Teixeira and Caldas, 2004) e de Descalvado (Teixeira et al, 2007) foram estudadas no IPEN e apresentaram características favoráveis a sua utilização em dosimetria de doses altas.

A possibilidade de utilizar amostras de pedras brasileiras extraídas de minas naturais do estado de Minas Gerais, Brasil, como topázio (Souza et al, 2002); ametista (Rocha et al, 2003) e jasper (Teixeira and Caldas, 2007) e amostras de jade provenientes de diferentes locais do mundo (Melo et al, 2008), foram estudadas e testadas no IPEN, utilizando a técnica da termoluminescência.

Neste trabalho resultados preliminares sobre as propriedades dosimétricas de amostras de citrino foram obtidos pela técnica de termoluminescência.

2. Materiais e Métodos

A pedra de citrino natural foi extraída no estado de Minas Gerais, Brasil, e é um tectossilicato com estrutura tridimensional, apresentando uma cor desde amarelo-ouro até marrom claro. Ela é classificada como quartzo (SiO₂), o qual apresenta menor simetria e um retículo mais compacto.

As pedras foram inicialmente lavadas, quebradas e pulverizadas com grãos de diâmetro entre 0,075 e 0,180 mm. As amostras de citrino em pó foram submetidas a um tratamento térmico inicial de 300°C durante uma hora.

Para facilitar o manuseio foram preparadas, no Laboratório de Produção de Materiais Dosimétricos do IPEN, pastilhas (50 mg) com pó de citrino e Teflon numa proporção de 2 (Teflon): 1 (Citrino). O tratamento térmico para reutilização desse material foi de 300°C por uma hora. As amostras foram irradiadas utilizando-se um irradiador

Gamma-Cell-220 de ^{60}Co (taxa de dose de 2,18 kGy/h), do Centro de Tecnologia das Radiações/IPEN, entre doses de 50 Gy a 100 kGy. As irradiações foram efetuadas à temperatura ambiente, e as amostras foram fixadas entre placas de Lucite de 3,5 mm de espessura, para garantir o equilíbrio eletrônico durante a irradiações.

As medidas de TL foram obtidas utilizando-se um sistema leitor TL Harshaw Chemical Co., modelo 2000A/B. Para a aquisição de dados foi utilizado um instrumento virtual Pico Technology Lts., modelo ADC-212, coligado a um computador.

3. Resultados

Nesse trabalho algumas propriedades dosimétricas das amostras de citrino foram estudadas. Foram determinadas: curva de emissão TL, o tratamento térmico para eliminar o 1º pico TL, reprodutibilidade da resposta TL, a curva de dose-resposta para radiação gama e a dose mínima detectável.

A Figura 1 mostra uma curva de emissão TL de uma amostra de citrino irradiada com 10 kGy, após uma hora da irradiação. Pode-se observar dois picos TL, em 160°C e 220 °C.

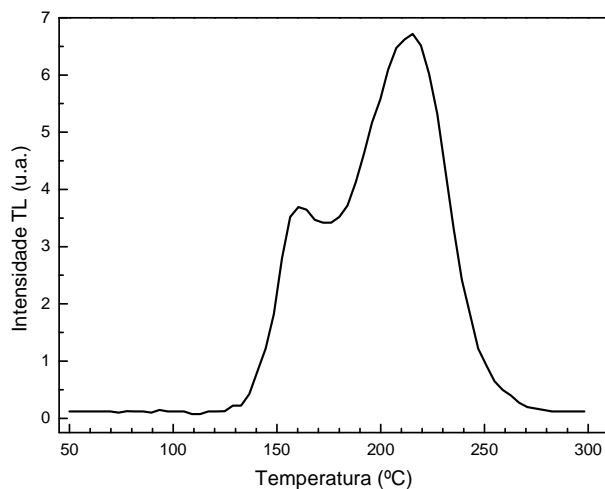


Figura 1: Curva de emissão TL de uma amostra de citrino (em pastilhas) irradiada com 10 kGy (^{60}Co)

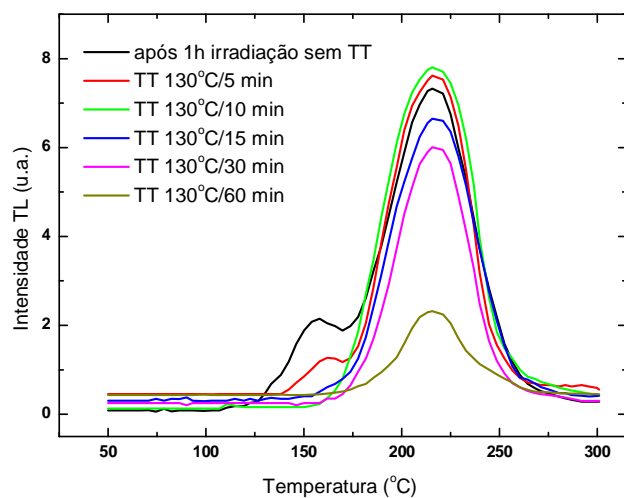


Figura 2: Curvas de emissão TL de pastilhas de citrino irradiadas com 5 kGy (^{60}Co) e tratadas termicamente com diferentes intervalos de tempo após a irradiação

Para remover o pico TL de 160 °C das pastilhas de citrino foram efetuados tratamentos térmicos a 130 °C durante vários intervalos de tempo (5 – 60 minutos), como mostrado na Figura 2. O tratamento térmico mais adequado para remover o 1º pico TL foi de 130 °C/10 min.

Para a determinação de reprodutibilidade de resposta TL foram utilizadas cinco amostras de pastilhas de citrino, submetidas cinco vezes ao mesmo procedimento: tratamento térmico de 300 °C/1h (definido para a reutilização), irradiação com ⁶⁰Co (5 kGy), tratamento térmico de 130 °C/10 min (para eliminar o primeiro pico TL) e leitura TL. A reprodutibilidade de resposta TL obtida foi de 3,25%.

A curva de dose-resposta foi obtida com amostras de citrino irradiadas (⁶⁰Co) com doses de 50 Gy a 100 kGy. A Figura 3 apresenta a curva de dose-resposta das pastilhas de citrino após o tratamento térmico de 130°C/10min. Essas medidas apresentaram um desvio padrão relativo máximo de 2%.

A dose mínima detectável das amostras de citrino foi determinada pelo estudo da variabilidade do sinal TL obtido das amostras tratadas a 300°C/1h e não irradiadas. O valor apresentado foi de 150 mGy, pelo cálculo do triplo do desvio padrão apresentado em cinco amostras de citrino tratadas e não irradiadas.

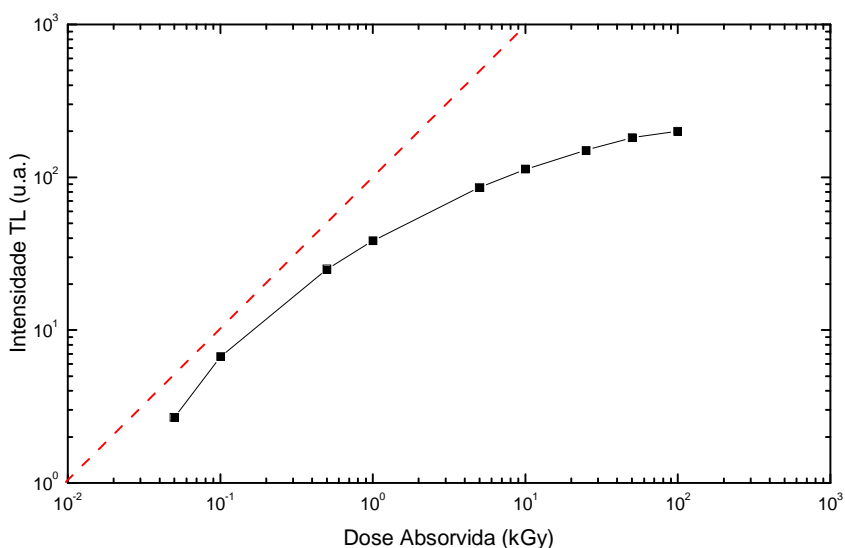


Figura 3: Curva de dose-resposta das amostras de citrino irradiadas com ⁶⁰Co. Medidas efetuadas após tratamento térmico de 130 °C/10 min.

4. Conclusão

Os resultados obtidos nesse trabalho mostraram que as amostras de citrino podem ser utilizadas em dosimetria de doses altas. A curva de emissão TL das amostras de citrino expostas à irradiação apresenta dois picos TL a 160 °C e 220 °C. Para eliminar o primeiro pico, que não apresenta propriedades dosimétricas, foi definido um tratamento térmico de 130°/10 min. O material citrino apresenta a vantagem de ser encontrado em quantidade na natureza apresentando por isso um custo razoavelmente baixo. Entretanto, os resultados preliminares mostram que o citrino apresenta a possibilidade de utilização como material dosimétrico em dosimetria de doses altas nos processos industriais e na esterilização de materiais de uso hospitalar.

5. Agradecimentos

As autoras agradecem à Dra. Letícia L. C. Rogrigues, pela preparação das pastilhas de citrino, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil, pelo suporte financeiro parcial.

6. Referências bibliográficas

- McLAUGHLIN, W.L.; BOYD, A.W.; CHADWICK, K.H.; MCDONALD, J.C.; MILLER, A. **Dosimetry for Radiation Processing**. Taylor & Francis, London ISBN 0-85066-740-742. 1989.
- MORRISSEY, R.F.; HERRING, C.M. Radiation sterilization: past, present and future. **Radiat.Phys.Chem.**, v.63, p. 217-221, 2002.
- CALDAS, L. V. E.; QUEZADA, V.A.C. Influence of thermal treatments on the response decay of glass radiation detectors. **Radiat. Prot. Dosim.**, v.100, n.1-4, p. 4333-4336, 2002.
- RODRIGUES Jr., A.A.; CALDAS, L.V.E. Commercial plate window glass tested as routine dosimeter at a gamma irradiation facility. **Radiat.Phys.Chem.**, v. 63, p. 765-767, 2002.
- CALDAS, L. V. E.; TEIXEIRA, M.I. Commercial glass for high doses using different dosimetric techniques. **Radiat. Prot. Dosim.**, v. 101, n.1-4, p. 149-152, 2002.
- TEIXEIRA, M.I.; CALDAS, L.V.E. Sintered sand pellets for high-dose dosimetry. **Nucl.Inst. Meth. Phys.Res. B** v.218, p.194-197, 2004.
- TEIXEIRA, M.I.; FERRAZ, G.M.; CALDAS L.V.E. Descalvado sand for high-doses dosimetry. **Radiat. Meas.** v.43, p.1163-1165, 2008.
- SOUZA, D.N.; LIMA, J.F.; VALÉRIO, M.E.G. AND CALDAS, L.V.E. Performance of pellets and composites of natural colourless topaz as radiation doseimeters. **Radiat. Prot. Dosim.** v.100 (1-4), p.413-416, 2002.
- ROCHA, F.D.G., OLIVEIRA, M.L., CECATTI, S.G.P., CALDAS, L.V.E. Properties of sintered amethyst pellets as thermoluminescent dosimeters. **Appl. Radiat. Isot.**, v.58, p. 85-88, 2003.
- TEIXEIRA, M.I. E CALDAS, L.V.E. Thermoluminescent characteristics of jasper sample. In: International Nuclear Atlantic Conference – ENAN, **Resumos...** Santos, Brasil, September 30 to October 5, 2007.
- MELO, A.P.; TEIXEIRA, M.I.; CALDAS, L.V.E. TSEE response of silicates of the jade family in gamma radiation beams. **Radiat. Measur.** , v. 43, p. 397-400, 2008.