

CARACTERIZAÇÃO DE PASTILHAS DOSIMÉTRICAS DE QUARTZO VERDE PARA APLICAÇÃO EM DOSIMETRIA CLÍNICA

Felícia D. G. Rocha⁽¹⁾, Samantha F. Nascimento⁽¹⁾, Lúcia Helena S. Santos⁽¹⁾, Maíra G. Nunes⁽¹⁾, Vicente de P. de Campos⁽¹⁾, Thiago M. B. Farias⁽²⁾, José F. D. Chubaci⁽²⁾ e Letícia L. Campos⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP), São Paulo, Brasil.
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária, São Paulo, 05508-000.

⁽²⁾ Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), São Paulo, Brasil,
Rua do Matão, Travessa R 187, Cidade Universitária, São Paulo, 05508-090.
fgrocha@ipen.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a caracterização da resposta termoluminescente (TL) de amostras de quartzo verde para aplicação na dosimetria das radiações. O material dosimétrico utilizado foi prensado a frio na forma de pastilhas de 1mm de espessura e 6mm de diâmetro, usando Teflon como agregante e sinterizadas em atmosfera ambiente. Foram avaliados a curva de emissão TL típica do material, o melhor tratamento térmico pré e pós irradiação, a reprodutibilidade, o decaimento térmico da resposta TL e o limite inferior de detecção.

ABSTRACT

These work aims to characterize the TL response of green quartz samples to be used in radiation dosimetry. The samples were first cold pressed in the form of discs with 1mm of diameter and 6mm of thickness, using Teflon powder as a binding material and then sintered in air for one hour. Results on glow curves, pre and post annealing irradiation, response reproducibility, fading and lower detection limit are presented.

Key words: green quartz, TL dosimetry, reproducibility.

INTRODUÇÃO

Alguns materiais quando aquecidos após serem expostos à radiação ionizante, emitem luz. Esses materiais são chamados termoluminescentes (TL) [1],[2],[3],[4]. A quantidade de luz emitida é mensurável e é proporcional à dose recebida pelo material.

Devido à sua versatilidade, a técnica de dosimetria TL desenvolveu-se muito neste último meio século e é muito importante na dosimetria clínica para mensurar nível de dose de exposição da equipe médica bem como dos pacientes[5], [6]. Na radioterapia, a dosimetria tem por objetivo garantir a mensuração de dose exata no volume alvo, e nos demais tecidos, a menor dose possível.

A sensibilidade TL de um material varia de acordo com o tamanho dos grãos, os tratamentos térmicos pré e pós-irradiação e o tipo de radiação incidente. A duração e a temperatura do tratamento

térmico são parâmetros fundamentais para a obtenção de uma boa sensibilidade e reprodutibilidade da resposta TL. Os dosímetros TL podem ser manufaturados em variadas formas e dimensões, o que permite uma ampla variedade de uso [7],[8].

O quartzo, um cristal abundante na natureza, é um material termoluminescente que apresenta propriedades dosimétricas interessantes e, como consequência, é muito utilizado em dosimetria retrospectiva e para datação arqueológica.[9],[10]. Atualmente, tem sido cada vez mais estudado para o uso em dosimetria ambiental, pessoal e na área clínica.

O presente estudo tem por objetivo caracterizar a resposta TL do quartzo verde sob forma de pastilhas de 1mm de espessura e 6mm de diâmetro, usando Teflon como agregante e sinterizadas em atmosfera ambiente. Foram avaliados inicialmente a curva típica de emissão, os tratamentos térmicos pré e pós irradiação,

a reprodutibilidade da resposta TL e o decaimento térmico do pico de 130°C.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras. 75 pastilhas sinterizadas de quartzo verde com Teflon® como agregante: 6mm de diâmetro e 1mm de espessura.

Na figura 1 são mostradas as diferentes amostras de quartzo verde utilizadas para a caracterização dosimétrica do material: a amostra como extraída da rocha, lâmina de faces paralelas para ser utilizada em medidas de absorção óptica, pó com granulação entre 85 – 185 µm a ser utilizado para medidas da resposta TL, ressonância eletrônica de spin - RES e para a confecção das pastilhas.

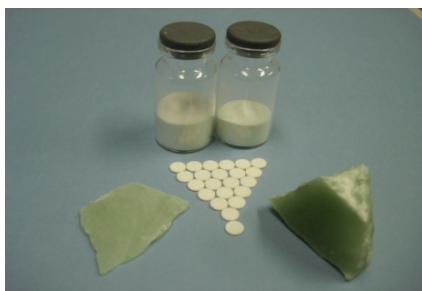


Figura 1 – Amostras de quartzo verde em diferentes formas: cristal, lâmina de faces paralelas, pó e pastilhas sinterizadas.

Equipamentos.

- Forno tipo mufla *Vulcan* modelo 3-550 PD;
- Estufa cirúrgica marca FANEN, modelo 315;
- Leitora TL Harshaw Nuclear Systems, modelo 3500.

Sistemas de Irradiação.

- Fonte de radiação gama de ^{60}Co , número de série Cos 162 X540 (0,656 GBq em 12/2008) pertencente ao Laboratório de Materiais Dosimétricos - LMD;
- Fonte de radiação gama de ^{60}Co , tipo Panorâmica, Sunao Electric Co. (185TBq em 12/2009) pertencente ao Centro de Tecnologia das Radiações - CTR;

Metodologia. Inicialmente foi avaliada a curva de emissão típica do quartzo, efetuando-se medidas utilizando amostras tratadas termicamente a 300°C/3h e irradiadas com dose de 5 Gy de radiação gama do ^{60}Co .

Com o objetivo de reduzir a amplitude do pico de 130°C foram avaliados inicialmente os tratamentos térmicos pós irradiação: 100°C/15min, 100°C/30min e 100°C/1h. Os parâmetros avaliados foram a resposta de amostras não irradiadas (0Gy) e irradiadas com dose de 5 Gy.

Para a determinação do tratamento térmico pré irradiação mais eficiente foram avaliadas as amplitudes das respostas TL e a reprodutibilidade para os tratamentos: 300°C/1h; 300°C/3h; 380°C/1h e 380°C/2h, tratamentos térmicos com temperaturas superiores danificam as pastilhas, uma vez que a temperatura de sublimação do Teflon é de 400°C. Os parâmetros avaliados foram, do mesmo modo anterior, a resposta de amostras não irradiadas (0Gy) e irradiadas com dose de 5 Gy.

Os resultados apresentados correspondem à média da leitura de 5 dosímetros e os desvios-padrões da média (1σ) com nível de confiança de 95%. Todas as medidas foram sempre efetuadas 24h após a irradiação.

RESULTADOS

A curva de emissão típica das pastilhas de quartzo verde, obtida com tratamento térmico de 300°C/3h, dose de 5 Gy e taxa de aquecimento de 10°C/s é apresentada na Figura 2. Podem ser observados quatro picos principais nas temperaturas: 130°C, 175°C, 245°C e 300°C, que concordam com os picos principais citados na literatura para o quartzo verde na forma de pó [11] encontrados nas temperaturas de 175°C, 250°C e 325°C.

O decaimento térmico do pico de 130°C foi avaliado por um período de 6 dias, mantendo o lote de amostras irradiadas com dose de 5 Gy em temperatura ambiente durante todo o período de avaliação. A Figura 3 apresenta a curva de decaimento térmico do pico de 130°C. Pode ser observado o rápido decaimento desse pico em um período de 24 h após a irradiação.

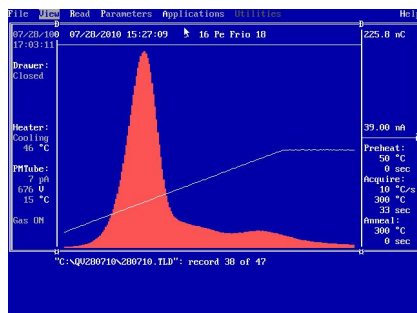


Figura 2 – Curva de emissão TL típica do quartzo verde na forma de pastilha: tratamanto térmico 300°C/3h,dose 5Gy.

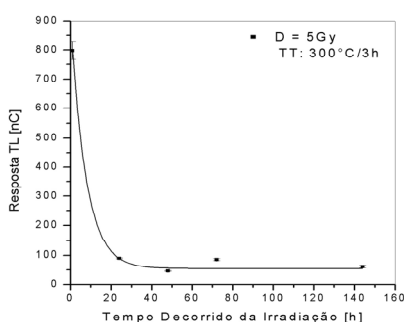


Figura 3 – Curva de decaimento térmico do pico de 130°C das pastilhas de quartzo verde.

Entre os diferentes tratamentos estudados, o tratamento térmico pós irradiação que apresentou maior eficiência na redução do pico de 130°C foi o de 100°C/1h com resfriamento rápido.

Na Figura 4 é apresentada a curva de emissão de pastilhas irradiadas com dose de 5Gy e tratamento térmico pós irradiação de 100°C/1h.

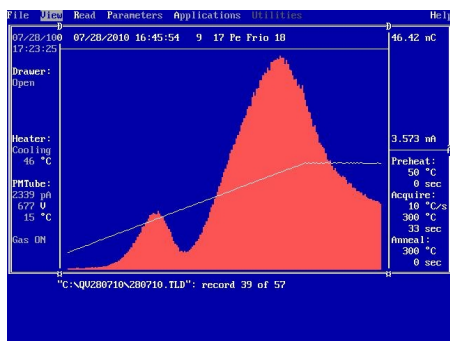


Figura 4 – Curva de emissão de pastilhas irradiadas com dose de 5Gy e tratamento térmico pós irradiação de 100°C/1h.

Pode ser observada a redução acentuada do pico de 130°C e a proeminência do pico de 245°C.

O tratamento térmico pré irradiação que apresentou resposta TL com maior sensibilidade e melhor reprodutibilidade foi o de 380°C/1h. Para amostras que sofreram tratamento de 380°C/1h, seguido de irradiação com 5 Gy e tratamento pós irradiação de 100°C/1h a sensibilidade média é de 8,90 nC/Gy com uma reprodutibilidade melhor que $\pm 3,9\%$.

O limite inferior de detecção foi avaliado empregando a seguinte equação:

$$LID = [\overline{TL}(0 \text{ Gy}) + 3\sigma] \times f_{cal}$$

onde:

LID = limite inferior de detecção

$\overline{TL}(0\text{Gy})$ = resposta TL média de amostras não irradiadas

σ = desvio padrão da média

A reposta TL média de amostras não irradiadas obtida foi de $0,122 \pm 0,023$ nC e o LID calculado de 10 mGy.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam a viabilidade da aplicação do quartzo verde na forma de pastilhas sinterizadas como material dosimétrico, justificando a continuidade do estudo desse material.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil com bolsas de iniciação científica, doutorado, pós- doutorado e produtividade em pesquisa e da FAPESP com o auxílio financeiro para participação no Simpósio.

Os autores agradecem à Sra. Elizabeth S. Ribeiro Somessari e aos Sr. Carlos Gaia da Silveira e Sr. Hélio Antonio Paes, do Centro de Tecnologia das Radiações – CTR pela irradiação das amostras.

REFERÊNCIAS

- [1] KORTOV, V. Materials for thermoluminescent dosimetry: current status and future trends. *Rad. Meas.*, v.42, n.4-5, p. 576-581, 2007.

- [2] BECKER, K. Solid state dosimetry, Cleveland, Ohio: CRC, 1973.
- [3] McKEEVER, S. W. S; MOSCOVITCH, M.; TOWNSEND, P.D. Thermoluminescence dosimetry materials: properties and uses. Ashford, Kent: Nuclear Technology Publishing, 1995.
- [4] CAMPOS, L.L. Termoluminescência de materiais e sua aplicação em dosimetria da radiação. *Cerâmica*, v.44, n.290, p. 1-17, 1998.
- [5] NELSON, V.; McLEAN, D.; HOLLOWAY, L. Thermoluminescent dosimetry (TLD) for megavoltage electron beam energy determination. *Rad. Meas.*, v.45, n.3-6, p. 698-700, 2010.
- [6] KLOSOWSKI, M.; CZOPYK, L.; KISIELEWICZ, K. Novel thermoluminescence foils for 2-D clinical dosimetry based on $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. *Rad. Meas.*, v. 45, n. 3-6, p. 719-721, 2010.
- [7] RANOGAJEC-KOMOR, M. Thermoluminescence dosimetry: application in environmental monitoring. *Radiat. Safety Management*; v.2, n.1, p.2-16, 2003.
- [8] MANSFIELD, C. M.; SUNTHARALINGAM, N. Thermoluminescence dosimetry in radiation oncology. *Appl. Radiol.*, v.2, p.43-48, 1976.
- [9] KUHN R, TRAUTMANN T, SINGHVI AK, ET AL. A study of thermoluminescence emission spectra and optical stimulation spectra of quartz from different provenances. *Rad. Meas.*, v.32, n.4-5, p.653-657, 2000.
- [10] FARIAS, T.M.B.; GENNARI, R.F.; ETCHEVARNE, C. et al. Thermoluminescence dating of Brazilian indigenous ceramics. *Rad. Prot. Dosim.*, v.136, n. 1, p.45-49, 2009.
- [11] FARIAS, T.M.B.; Estudo das propriedades termoluminescentes e de absorção óptica de oito variedades de quartzo. Tese de Doutorado. Instituto de Física USP 2009.