

Efeito do tratamento térmico pré-irradiação na reprodutibilidade de pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$

R. B. F. da Silva¹, M. L. Oliveira¹, C. A. Hazin¹

¹ Divisão de Técnicas Analíticas e Nucleares, Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste Av. Prof. Luiz Freire, 200, CDU, 50740-540, Recife, PE, Brasil.
ricardobrazfs@yahoo.com.br

(Recebido em 30 de julho de 2008; aceito em 21 de agosto de 2008)

O sulfato de cálcio dopado com disprósio ($\text{CaSO}_4:\text{Dy}$) é bastante utilizado em dosimetria devido às suas excelentes propriedades, como por exemplo alta sensibilidade, fácil manuseio e estabilidade da resposta mesmo sob condições climáticas adversas. Este material é utilizado tanto em monitoração individual quanto em monitoração ambiental. Uma vez que o tratamento térmico de materiais TL pode afetar suas principais características dosimétricas (curva de emissão e sensibilidade), o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de tratamento térmico e do processo de resfriamento na reprodutibilidade de pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. Os resultados preliminares são apresentados e a influência do tempo de tratamento térmico e do tipo de resfriamento das pastilhas são discutidos.

Palavras-chave: Sulfato de cálcio, reprodutibilidade, fenômeno termoluminescente.

The calcium sulfate doped with dysprosium ($\text{CaSO}_4:\text{Dy}$) is widely used in dosimetry due to its excellent properties such as high sensitivity, easy handling and stability of the response even under adverse environmental conditions. This material is used both in individual and in environmental monitoring. As the thermal treatment of the TL materials can affect their main dosimetric characteristics (glow curve and sensitivity), the objective of this study was to evaluate the influence of the thermal treatment duration and the cooling process on the reproducibility of the $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ pellets. Preliminary results are presented and the influence of the thermal treatment duration and the cooling process for this material are discussed.

Keywords: Calcium sulfate, reproducibility, thermoluminescence phenomena.

1. INTRODUÇÃO

O crescente uso das radiações ionizantes nas áreas médica e industrial ressalta a necessidade de monitorar os indivíduos expostos a fim de minimizar os riscos inerentes à exposição à radiação. Uma das técnicas mais utilizadas na dosimetria in vivo é a dosimetria termoluminescente [1]. Essa técnica consiste na propriedade que alguns materiais cerâmicos, previamente expostos à radiação, apresentam em emitir luz ao serem aquecidos. A quantidade de luz emitida é proporcional à exposição [2]. Os dosímetros termoluminescentes (TLD) são bastante utilizados em procedimentos médicos para indicar a exposição ou dose a que os pacientes foram submetidos em tratamentos radioterapêuticos [1] ou procedimentos diagnósticos.

Algumas vantagens que os TLDs apresentam são: pequenas dimensões, são leves e de fácil manipulação, medem exposições entre 25 e 250 C/kg, são sensíveis a radiação gama, alfa, beta, raios X, ultravioleta, e alguns nêutrons, têm custo relativamente baixo e pode ser reutilizados após tratamento térmico adequado. As maiores desvantagens são a demora no processo de leitura e a perda do sinal após o mesmo.

O $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ (sulfato de cálcio dopado com disprósio), produzido no Instituto de Pesquisas Nucleares e Energéticas - IPEN, é um dos materiais termoluminescentes mais utilizados no Brasil. Este material possui excelentes propriedades dosimétricas e é um dos materiais TL mais sensíveis já avaliados. Devido a essa sensibilidade, esse detector é utilizado em diversas práticas envolvendo radiação ionizante, como por exemplo, a dosimetria pessoal, sobretudo para a dosimetria da radiação gama [3], apresentando diversas características, como: sensibilidade gama relativa igual a 38; número atômico efetivo igual a 15,3; dependência energética de igual a 11,5 (em relação à resposta TL para a energia de 30 keV); decaimento térmico do sinal TL igual a 3%, e não possui decaimento óptico [4].

Na Seção de Monitoração Individual do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste, Comissão Nacional de Energia Nuclear, são rotineiramente utilizadas pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$,

produzidas no IPEN. Antes da leitura, as pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ são submetidas a um pré-tratamento térmico na leitora a 150°C por 20 segundos. Durante a leitura, as pastilhas são aquecidas de 150°C a 300°C , a uma taxa de $10^\circ\text{C}/\text{seg}$. Após a leitura, faz-se um tratamento térmico, no forno, a 300°C por 15 minutos.

Segundo Bakshi et al. [5], a sensibilidade e a curva de emissão TL podem ser influenciadas pelo procedimento de tratamento térmico durante a produção das pastilhas e também durante seu uso. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do tempo de tratamento térmico e do processo de resfriamento na reprodutibilidade de pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ expostas à radiação gama de uma fonte de ^{137}Cs .

2.MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE/CNEN), na Divisão de Técnicas Analíticas e Nucleares. Foram utilizadas 15 pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ fabricadas no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN, SP), com 6,0 mm de diâmetro e 0,8 mm de espessura. As pastilhas foram expostas a uma fonte de radiação gama, com um valor de kerma no ar igual a 5 mGy.

Para a irradiação dos dosímetros foi utilizada a fonte padrão de césio 137 (^{137}Cs), marca JLShepherd & Associates, modelo 28-8A, série 10354, com atividade de 12 Ci (444 GBq) em 13.05.03 e energia de 662 keV.

O sistema leitor TL utilizado foi da Harshaw Nuclear Systems, modelo 5500 e número de série 9705139. Após a leitura, foram feitos tratamentos térmicos, no forno, a 300°C por 15, 30 e 60 minutos para cada grupo de cinco pastilhas. Após o tratamento térmico, as pastilhas sofreram resfriamento lento até a temperatura ambiente.

Foi realizado o teste de reprodutibilidade da resposta TL, sendo obtidos resultados após sete ciclos de tratamentos térmicos seguidos de irradiação e leitura.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após sete ciclos completos de tratamento térmico, irradiação e leitura, os valores médios obtidos para cada pastilha de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ testada são apresentados na Tabela 1. Nesta tabela, são apresentados ainda os valores dos desvios padrões obtidos e os desvios padrões percentuais para cada processo de tratamento térmico testado. Observa-se que os resultados obtidos para os tratamentos térmicos a 300° por 30 ou 60 minutos são bastante semelhantes em termos de variação da resposta TL. Já para o tratamento térmico mais curto (300° por 15 minutos), a reprodutibilidade das pastilhas é pior, o que é indicado pelos desvios padrões percentuais obtidos. As exceções são as pastilhas de números 6, 8 e 13, que apresentaram comportamentos diferentes em relação às demais pastilhas do grupo.

Com relação à variação de sensibilidade das pastilhas, percebe-se que o grupo de pastilhas tratadas termicamente a 300° por 60 minutos apresentou resposta TL ligeiramente superior às demais, indicando que o tempo de tratamento pode estar influenciando a sensibilidade das mesmas. Este fato pode ser observado na Figura 1.

Vale salientar que o resfriamento das pastilhas após tratamento térmico foi feito lentamente até que a temperatura no forno atingisse o valor da temperatura ambiente. Após esta etapa, deverão ser iniciados testes resfriando abruptamente as pastilhas à temperatura ambiente.

Tabela 1: Valores médios obtidos para as pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$, desvios padrões e desvios padrões percentuais após sete ciclos completos de tratamento térmico, irradiação e leitura..

Tratamento Térmico	Número Pastilha	Média (nC)	Desvio Padrão (nC)	Desvio Padrão Percentual (%)
300°/15min	1	269	20	7,6
	3	265	18	6,8
	4	260	15	5,7
	5	273	12	4,4
	6	291	8	2,7
300°/30min	7	303	7	2,5
	8	291	16	5,7
	10	297	15	5,1
	11	297	9	3,1
	13	300	18	6,1
300°/60min	14	297	10	3,4
	17	326	9	2,7
	20	314	17	5,4
	22	313	13	4,0
	23	299	14	4,6

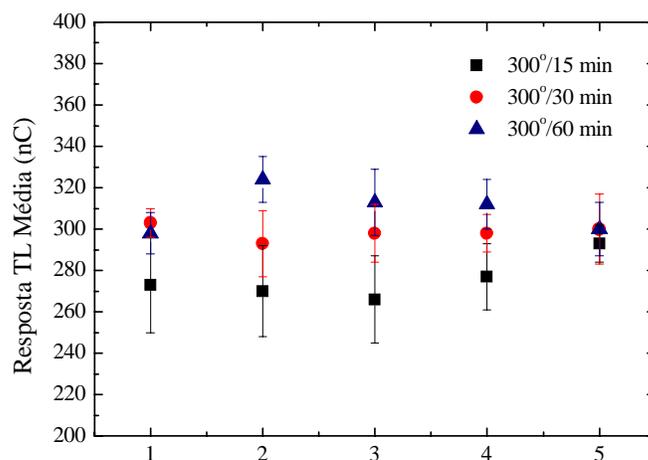


Figura 1: Resposta TL média e desvio padrão para as pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ testadas.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que há uma forte influência do processo de tratamento térmico na resposta de amostras TL de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. Com relação à reprodutibilidade, o grupo de pastilhas tratadas termicamente a 300° por 30 ou 60 minutos apresentaram resultados melhores que o grupo tratado a 300° por 15 minutos. Outro fato relevante observado foi o aparente aumento da sensibilidade das amostras tratadas em intervalos maiores (60 minutos).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. L.L. Campos e ao Dr. E.C. Vilela pelo fornecimento dos materiais TL utilizados neste trabalho, a Sra. R.S. Galindo pela leitura das amostras TL e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro parcial.

-
1. BARSANELLI, C. Metodologia de calibração de dosímetros termoluminescentes. *Instrumento para o ensino*. Campinas, (2003).
 2. CAMPOS, L.L. Termoluminescência de materiais e sua aplicação em dosimetria de radiação. *Revista Cerâmica*, 44: 26-28 (1998).
 3. YANG, J.S.; KIM, D.Y.; KIM, J.L.; CHANG, S.Y.; NAM, Y.M.; PARK, J.W. Thermoluminescence characteristics of teflon embedded CaSO₄:Dy TLD. *Radiation Protection Dosimetry*, 100:337-340 (2002).
 4. CAMERON, J. R.; SUNTHARALINGAM, N.; KENNEY, G.N. *Thermoluminescent Dosimetry*. The University of Wisconsin Press (1968).
 5. BAKSHI, A.K.; PRADHAN, A.S.; KOLAMBE, D.H. New parameters of annealing and re-use of TLDs based on CaSO₄:Dy phosphor. *Radiation Protection Dosimetry*, 100:293-296 (2002).