

I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

ANAIS - PROCEEDINGS

DOSÍMETROS TERMOLUMINESCENTES DE CaSO_4 : Dy + Teflon

Letícia Lucente Campos

Departamento de Proteção Radiológica

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN

São Paulo - SP

Sumário

Com o desenvolvimento do programa nuclear brasileiro, tornou-se necessário a ampliação das monitorações ambiental e pessoal já existentes. Os sistemas de dosimetria mais frequentemente empregados são os filmes fotográficos e dosímetros termoluminescentes, principalmente o LiF, sendo ambos importados. Com o objetivo de economizar divisas e tornar-se auto-suficiente nesse campo, foram desenvolvidas no IPEN pastilhas dosimétricas de CaSO_4 : Dy + Teflon. O fósforo termoluminescente escolhido foi o CaSO_4 : Dy, crescido no Laboratório de Produção de Materiais Dosimétricos, devido à alta sensibilidade à facilidade de obtenção e ao comparativamente baixo custo. As pastilhas foram obtidas pela prensagem a frio e a sinterização de uma mistura de CaSO_4 : Dy + Teflon, ambos sob a forma de pó. Um estudo detalhado das propriedades dosimétricas foi realizado, com o objetivo de introduzir as pastilhas em uso rotineiro de monitoração. Uma combinação especial de filtros foi desenvolvida, para a obtenção de uma resposta independente da energia entre 20 keV e 1,25 MeV. O dosímetro consiste de três pastilhas seladas em filme fino de plástico, sob filtros de plástico e chumbo. A combinação desses três filtros permite a determinação da exposição bem como da energia da radiação incidente. Os testes de campo efetuados com esses dosímetros tem mostrado excelentes resultados.

Abstract

With the development of the nuclear programme in Brazil, the need of environmental and personnel monitoring becomes imperative. The present dosimetry system in use employs the photographic film and thermoluminescent (TL) dosimeters (LiF extruded ribbons) both of which are commercially available but imported. In view of saving foreign currency and becoming self sufficient in this field, a pellet dosimeter of CaSO_4 : Dy + Teflon was developed at IPEN. CaSO_4 : Dy thermoluminescent phosphor, grown in the Dosimetric Materials Production Laboratory was chosen, due to its high sensitivity, ease of preparation and comparatively low cost. Pellets were produced by cold pressing and sintering a mixture of CaSO_4 : Dy and Teflon powders. Extensive work was done to study in detail all CaSO_4 : Dy pellets characteristics from the point of view of dosimetry with the purpose of introducing it in the routine use. A filter combination providing an energy independent response from 20 keV to 1,25 MeV was obtained. The dosimeter consists of three pellets sealed between two thin plastic sheets and placed under plastic and lead filters. The combination of these three filters allows the exposure as well as the energy determination of an unknown source. Field trials of this dosimeter have shown very good results.

Introdução

Nos últimos cinco anos o Departamento de Proteção Radiológica do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) vem produzindo e vendendo ' aos Serviços de Monitoração Pessoal pastilhas dosimétricas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ utilizando o NaCl como agregante ⁽¹⁾. Todas as etapas, desde o crescimento do cristal até a distribuição dos dosímetros, foram realizadas no IPEN, com tecnologia própria.

As pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ apresentam duas grandes vantagens em relação ' aos materiais importados existentes no mercado: alta sensibilidade e baixo custo. O único inconveniente, a higroscopicidade do agregante, é evitado selando-se as pastilhas em filme fino de plástico.

Com o objetivo de eliminar esse inconveniente e visando facilitar a utilização das pastilhas na dosimetria ambiental, desenvolveu-se um método de produção de pastilhas dosimétricas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ utilizando-se o Teflon na forma de pó como agregante. As características desse novo material foram estudadas e são apresentados neste trabalho alguns resultados.

Experimental

Os cristais de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ são obtidos pelo método de evaporação lenta em um sistema selado ⁽²⁾, desenvolvido nos laboratórios do IPEN*. Esse método permite o controle da cristalização, podendo-se obter cristais de dimensões e sensibilidade favoráveis também a outras utilizações.

Os cristais passam por um rigoroso controle de qualidade antes de serem selecionados na granulação adequada para a compactação na forma de pastilhas.

As pastilhas são obtidas pela prensagem a frio e pela sinterização de uma mistura de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + Teflon ⁽³⁾, ambos sob a forma de pó.

As propriedades dosimétricas das pastilhas foram estudadas utilizando-se um Leitor Termoluminescente Harshaw Modelo 2000 A-B. A velocidade de aquecimento constante foi de 99°C/s. O intervalo de integração da luz emitida foi de 220 a 350°C. O tratamento térmico padrão para reutilização é de 300°C durante 3 horas. Todas as medidas foram efetuadas 24 horas após a irradiação. Cada valor determinado corresponde à média de cinco medidas.

Resultados

Curva de Emissão Termoluminescente (TL) - A Fig.1 mostra a curva de emissão

* Patente junto ao INPI nº 8.106.943

das pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + Teflon obtida sob as condições descritas acima. O pico principal aparece a uma temperatura de 250°C. Um outro pico pode ser observado em 140°C. A sensibilidade média, expressa como a razão da intensidade de luz produzida por $2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ (1R) de exposição em 1 mg de material, é de $1,30 \text{ nC R}^{-1} \text{ mg}$ e a razão entre a altura do pico dosimétrico e a da mais baixa temperatura é 4,5.

Decaimento Térmico - Após um período de armazenamento de 30 dias na temperatura ambiente foi observada uma diminuição no sinal de aproximadamente 5%.

Exposição Mínima Detectável - Foi determinada considerando-se $X = \bar{X}_0 + 3\sigma$ onde \bar{X}_0 é a média do sinal TL de amostras não expostas à radiação e σ , o desvio padrão da média. A exposição mínima detectável é de $2,58 \times 10^{-7} \text{ Ckg}^{-1}$ (1 mR).

Dependência com a Taxa de Exposição - Não foi observada qualquer dependência da resposta TL das pastilhas com a taxa de exposição entre $2,58 \times 10^{-6} \text{ C.kg}^{-1} \text{ min.}^{-1}$ (10 mR min^{-1}) e $5,28 \times 10^{-3} \text{ C.kg}^{-1} \text{ min.}^{-1}$ ($20,5 \text{ R.min}^{-1}$).

Resposta em função da Exposição - A resposta TL em função da exposição à radiação gama do ^{60}Co foi medida entre $2,58 \times 10^{-7} \text{ C.kg}^{-1}$ (1 mR) e $1,032 \text{ C.kg}^{-1}$ ($4 \times 10^3 \text{ R}$) e é mostrada na Fig. 2. Verifica-se que acima de $2,58 \times 10^{-1}$ C.kg^{-1} (10^3 R) a resposta torna-se supralinear.

Reutilização - Os estudos efetuados mostraram que após 20 ciclos de irradiação, leitura TL e tratamento térmico, o desvio padrão máximo é de 3,9%. Isso indica que as pastilhas podem ser utilizadas 20 vezes sem nova calibração.

Porta-dosímetro - Um porta-dosímetro com três filtros (3 mm de plástico, 1 mm de chumbo e 0,8 mm de chumbo com furo central de 2 mm de diâmetro) foi desenvolvido especialmente para as pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. A combinação da resposta TL das pastilhas sob esses filtros permite a determinação da exposição bem como da energia da radiação incidente no intervalo de energias entre 25 keV e 1,25 MeV.

Conclusão - Os resultados obtidos mostram que as pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + Teflon apresentam todos os requisitos necessários para serem utilizados tanto na monitoração pessoal como ambiental.

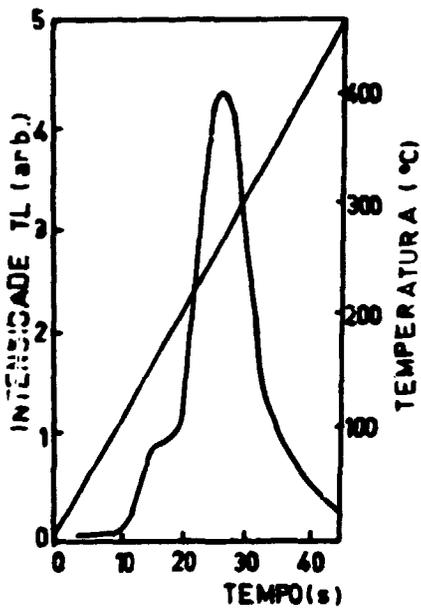
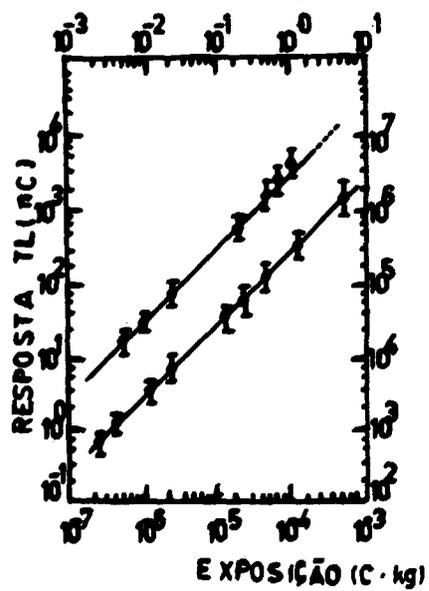


Fig. 1 Curva de Emissão TL das pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$

Fig. 2 Resposta TL das pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ em função da exposição (^{60}Co).



Referências

- 1-Campos L.L. Development of a $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ Dosimeter. In: Proc. Meeting on Rad. Prot. Dosimetry-Centrecon, Itaipava, Rio de Janeiro, Brasil, pg. B.02, Março 1983.
- 2-Campos L.L. Preparation of $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ TL Single Crystals. In: J. of Lum. 28 (1983) 481.
- 3-Campos L.L., Lima M.F. Dosimetric Properties of $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ Teflon Pellets Produced at IPEN. Rad. Prot. Dos. submetido para publicação.