

# Dosimetria em Densitometria Óssea

(Dosimetry in Bone Densitometry)

M. G. de Oliveira, C. J. Cunha

*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00 – São Cristóvão, SE, Brasil*

D. N. Souza

*Departamento de Educação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00 – São Cristóvão, SE, Brasil*

*dnsouza@fisica.ufs.br*

(Recebido em 01 de março de 2005; aceito em 15 de março de 2005)

---

A medida da densidade mineral do osso, chamada densitometria óssea pode ser realizada por um aparelho que utilize raios X de baixa energia. O objetivo do exame densitométrico é a comparação dos valores das densidades minerais de determinados ossos com valores padrões para diferentes idades e sexo. Buscou-se neste trabalho estudar os valores das doses liberadas em exames de densitometria óssea da coluna espinhal. Para isso, foi construído um módulo simulador de coluna lombar que utiliza pastilhas de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  como dosímetro. Este módulo mostrou-se eficiente para dosimetria de feixes de raios-X utilizados em densitometria óssea. Como esperado, a resposta TL dos dosímetros foi proporcional à dose. Os dosímetros posicionados na entrada do feixe apresentaram resposta TL mais intensa que os demais. Os posicionados de maneira diferente do módulo de saída apresentaram sinais TL menos intensos. Assim, este arranjo dosimétrico pode ser utilizado para aferição de doses neste tipo de exame. Palavras-chave: Dosimetria, termoluminescência, densitometria óssea.

The bone mineral density measurement, called bone densitometry can be realized on X rays machine with low-energy photons. Bone densitometry is used to compare an individual's bone to an absolute reference value. The aim of this work is thus to test a possibility of measuring the absorbed doses in bone densitometry exams. For this propose one manufactured phantom using  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  TLDs was developed and tested to simulate adults spine lumbar. The results indicated that simulators prepared with low cost materials can be used as phantoms in quality control and in the dosimetric procedures in bone densitometry

Keywords: dosimetry, thermoluminescence, bone densitometry.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A medida da densidade mineral do osso, chamada densitometria óssea pode ser realizada por um aparelho especial que utilize raios X de baixa energia. Este método é baseado no princípio da absorção de radiação pelos ossos [1]. Seu objetivo é a comparação dos valores das densidades minerais de determinados ossos, obtida por meio do exame densitométrico [2], com valores padrões para idade e sexo. Esta comparação possibilita a obtenção da curva de perda óssea ao longo do tempo de vida para cada indivíduo.

Este trabalho tem como objetivo a obtenção das doses de radiação absorvidas em exames radiológicos de densitometria óssea da coluna espinhal por indivíduos a eles submetidos. Como dosímetros, foram utilizadas pastilhas de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  (sulfato de cálcio dopado com disprósio).

Há alguns anos o  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  vem sendo usado no Brasil em serviços de proteção radiológica para dosimetria pessoal. Este material possui um pico termoluminescente estável em  $190^\circ\text{C}$  [3,4]. Apresenta boas propriedades dosimétricas sendo indicado para dosimetria de diferentes fontes de radiação, incluindo raios X de baixa energia [5].

A maior dificuldade para a realização deste estudo foi a falta de bibliografia sobre dosimetria na área da densitometria óssea. Não é encontrada literatura disponível sobre o assunto. Por isso, neste trabalho não serão feitas comparações com resultados de outros autores.

O objetivo deste trabalho é verificar a possibilidade de se medir as doses liberadas em exames de densitometria óssea utilizando módulos simuladores de coluna lombar contendo dosímetros de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ .

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As análises dosimétricas foram realizadas utilizando-se um módulo de acrílico desenvolvido com o objetivo de simular a coluna espinhal de indivíduos adultos, como ilustrado na figura 1. Este módulo foi construído com placas de acrílico com 9,0 mm de espessura. Após a montagem e colagem das placas o módulo adquiriu o formato de paralelepípedo, com 3,0 cm de espessura, 3,0 cm de largura e 30,0 cm de comprimento. Uma placa adicional de acrílico, também de 9 mm, foi colocada sobre o módulo. As pastilhas dosimétricas foram colocadas sobre a placa adicional (na entrada do feixe), sob a placa adicional e sob o módulo simulador.



*Figura 1: Módulo simulador dosimétrico.*

A escolha do dosímetro  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  deveu-se, principalmente, ao fato deste ter alta sensibilidade e baixo custo [6].

As pastilhas de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  foram produzidas no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN/SP), com dimensões de 6 cm de diâmetro e 1cm de espessura. Antes das irradiações as pastilhas foram tratadas termicamente a 300 °C por 1 h.

As irradiações foram feitas em um aparelho denominado PRODIGY fabricado pela LUNAR, de propriedade da Clínica de Medicina Nuclear, Endocrinologia e Diabete LTDA, CLIMEDI, na cidade de Aracaju-SE.

As medidas do sinal termoluminescente (TL) foram realizadas em uma leitora TL de propriedade do Laboratório de Preparação e Caracterização de Materiais, LPCM, no Departamento de Física, DFI, da Universidade Federal de Sergipe. As medidas de TL foram realizadas com uma taxa de aquecimento linear de 5°C/s entre a temperatura ambiente e 350°C.

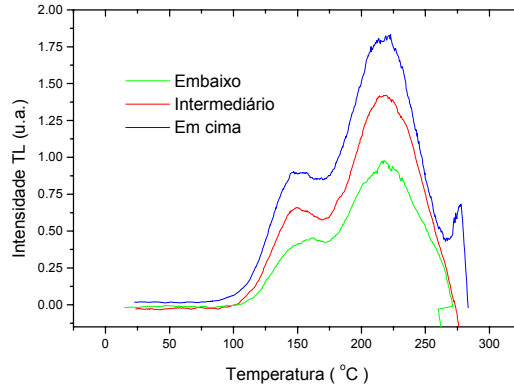


Figura 2: Curvas de emissão TL com amostras de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  posicionadas em diferentes Profundidades no módulo simulador.

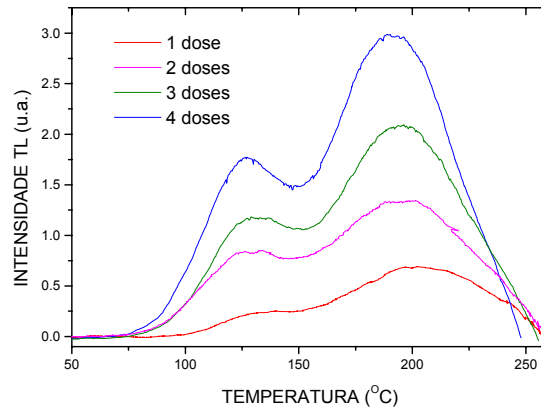


Figura 3 - Resposta TL do material para diferentes doses na face de saída do feixe no simulador.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 são mostradas as curvas de emissão TL das pastilhas de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  após ter sido irradiadas em um feixe de raios X de um densitômetro, nas condições habituais de exame. As curvas apresentaram os picos TL característicos, como era esperado. A emissão TL de maior intensidade foi observada para os dosímetros colocados na face de entrada do feixe do módulo simulador. Os que apresentaram menor intensidade TL foram aqueles colocados na face de saída do feixe no módulo.

Na figura 3 pode-se observar o sinal TL para amostras irradiadas quando colocadas na face de saída do feixe em um único exame (1 dose) e para exames repetidos (de 2 a 4 doses). O sinal TL cresce com o número de irradiações ou com a dose absorvida pelo dosímetro percebendo-se que há um aumento proporcional a dose, como era esperado [7].

As figuras 4 e 5 representam a intensidade TL em 190 °C dos dosímetros irradiados na face anterior do módulo e na face intermediária (sob a placa de acrílico de 9 mm), respectivamente, em função da dose (quantidade de vezes em que os dosímetros foram irradiados).

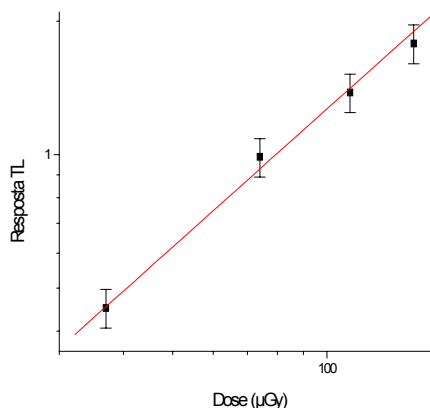


Figura 4 – Resposta TL do material para diferentes doses na face anterior do módulo.

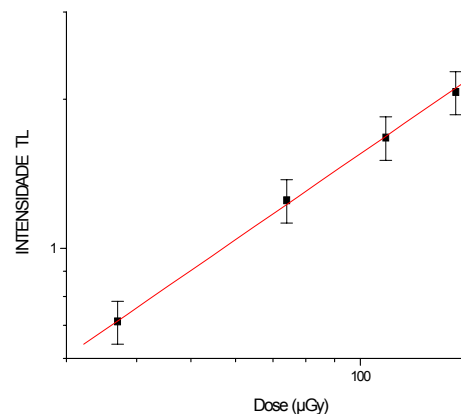


Figura 5 – Resposta TL do material para diferentes doses na região intermediária do simulador.

#### 4. CONCLUSÃO

O módulo simulador da coluna espinhal portando dosímetros de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  mostrou-se eficiente para dosimetria de feixes de raios-X utilizados em densitometria óssea. Como esperado, a resposta TL dos dosímetros foi proporcional à dose. Os dosímetros posicionados na saída do feixe apresentaram resposta TL mais intensa que os demais. Os posicionados de maneira diferente do módulo de saída apresentaram sinais TL menos intensos. Dessa forma, este arranjo dosimétrico pode ser utilizado para aferição de doses neste tipo de exame.

1. FELSEMBERG, D. e GOWIN, W. Bone Densitometry: Applications in Sports-medicine. *European Journal of Radiology*. 28.150-154(1998).
2. HAIDEKKER, M. A.; STEVENS, H. Y.; FRANGOS, J. A. Computerized Methods for X-ray-based Small Bone Desitometry. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 73. 35-42 (2004).
3. PRADHAN, A. S., SASANE, J. B., GOPALAKRISHNAN, A. K., SHIRVA, V. K. e IYER, P. S. A TDL Method for Evaluation of Radiantion Quality and Measurement of Entrance Skin Dose from Diagnostic X Ray Practices. *Radiation Protection Dosimetry*, 40(1). 49-52 (1992).
4. LEWANDOWSKI, A. C., BARKYOUUMB, J. H.; MATHUR, V. K. Thermoluminescence Emission, Excitation and Stimulation Spectra of  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  and  $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ . *Radiation Protection Dosimetry*,. 65(1-4).281-286(1996).
5. LAKSHMANAN, A. R.  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  TLD Badge for Simultaneous Measurement of PeaK Voltage, Half-value Layer Thickness and Exposure of Diagnostic X Rays. *Radiation Protection Dosimetry*,. 42(1).41-43 (1992).
6. CAMPOS, L. L.; LIMA, M. F. Dosimetric Properties of  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  Teflon Pellets Produced at IPEN. *Radiation Protection Dosimetry*. 14(4).333-335(1986).
7. SOUZA, J. H.; ROSA, L. A. R. da; MAURÍCIO, C. L. P. On the Thermoluminescence Glow Curve of  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ . *Radiation Protection Dosimetry*. 47(1-4).103-106 (1993).