

SELECIONAMENTO DE DETECTORES DE RADIAÇÃO SEGUNDO SUA SENSIBILIDADE E VIABILIDADE PARA DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE

José Eduardo Manzoli¹ e Vicente de Paulo de Campos²

^{1,2} Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, São Paulo, Brasil

¹ Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil

Resumo: O dispositivo principal para a medição da radiação nos dosímetros termoluminescentes do Laboratório de Dosimetria Termoluminescente, LDT-IPEN/CNEN, é um detector composto por cristais de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ na forma de pó prensados em uma matriz de politetrafluoretileno (PTFE). Neste trabalho apresenta-se o processo de *selecionamento* destes detectores, com a determinação de sua distribuição de resposta termoluminescente e divisão em lotes de resposta semelhante, exemplificando também sua curva de calibração.

Palavras chave: selecionamento, monitoração individual externa, dosimetria.

1. INTRODUÇÃO

O Serviço de Monitoração Individual Externa do IPEN/CNEN, no Laboratório de Dosimetria Termoluminescente, LDT, utiliza a técnica da Termoluminescência^{1,2} e realiza mensalmente milhares de avaliações da grandeza física *Dose Individual*, H_K , para fótons de radiação X ou gama, mensurada na unidade *sievert*, Sv (ou submúltiplos). O dispositivo principal para tais medições é o dosímetro de radiação, vide figura 1, composto por detectores de cristais termoluminescentes³.

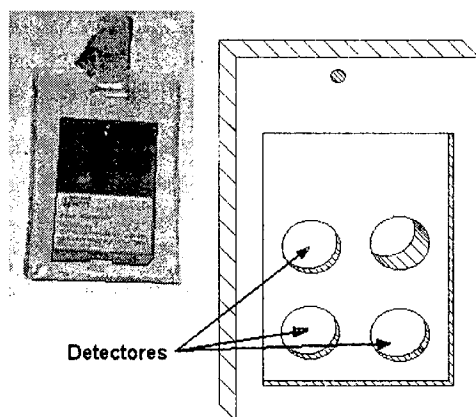


Fig. 1. Dosímetro de tórax (6x4cm) do LDT-IPEN/CNEN. Nas posições indicadas do esquema interno ilustrado inserem-se 3 detectores de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}/\text{PTFE}$, discos de 6.0mm de diâmetro por 1.0mm de espessura.

Os três detectores de um mesmo dosímetro alojam-se dentro do porta-detector sob diferentes tipos de filtração da radiação, chamadas de *chumbo*, *chumbo furado* e *plástico*. A diferença de resposta destes três detectores permite também a estimativa do valor do fóton da radiação incidente⁴, além da *dose individual* de radiação que um trabalhador tenha tomado.

Estes dosímetros também são utilizados para ensaios de Dosimetria Ambiental e de Área, porém, avaliando a grandeza *Exposição*.

Para se realizar as medições com precisão, exatidão e confiabilidade dentro das normas⁵, é indispensável que se realize o selecionamento dos milhares de detectores necessários, dentre os que são adquiridos do fornecedor. Neste trabalho apresenta-se este processo de selecionamento.

2. PROCEDIMENTO

O selecionamento inicia-se com uma seleção mecânica, ou seja, uma inspeção das dimensões dos detectores, que devem se ajustar perfeitamente no disco da máquina leitora termoluminescente do LDT, vide figura 2.



Fig. 2. Leitor TL Harshaw modelo 5500 do LDT. No detalhe, o disco onde devem se encaixar os detectores ou pastilhas (pequenos "pontos brancos") para serem avaliados.

9287

Em geral, 25% dos detectores recebidos são devolvidos e trocados, por não se ajustarem perfeitamente ao disco.

O LDT apresenta por volta de 1500 usuários/dosímetros mensais, sendo necessário, então, o selecionamento de 9000 detectores, no mínimo, pois cada dosímetro individual utiliza 3 detectores e um mesmo usuário necessita de 2 dosímetros, para não ficar sem o mesmo durante a troca/avaliação.

Uma vez realizada a seleção mecânica e completado o número de detectores necessários, foi separada uma amostra contendo 777 detectores para se estabelecer os critérios de formação dos lotes. Estes detectores foram então irradiados com uma pré-dose, tratados termicamente e então irradiados com 2.0mGy de *kerma no ar*, grandeza física para radiações ionizantes diretamente relacionada a H_x na qual o Laboratório de Calibração de Instrumentos, LCI-IPEN, possui rastreabilidade internacional. A pré-dose garante um mesmo histórico de irradiação a todos os detectores. As irradiações ocorrem em campos padrão terciário de radiação.

A distribuição de resposta termoluminescente dos detectores é mostrada na figura 3.

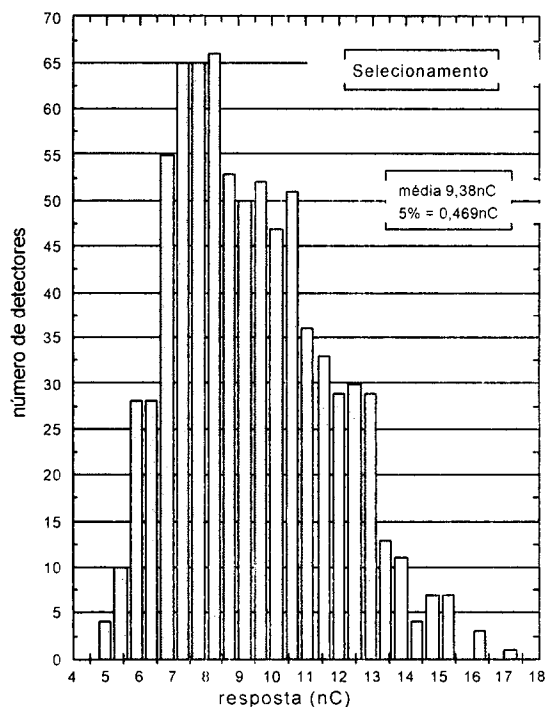


Fig. 3. Distribuição da resposta TL da amostra contendo 777 detectores irradiados com 2.0mGy com ^{60}Co .

O Laboratório de Materiais Termoluminescente, LMT-IPEN, fornecedor dos detectores, informa uma reprodutibilidade de resposta dos detectores com variação inferior a 5%. Dividiu-se, então, a região da distribuição onde há o maior número de detectores, para o seu melhor aproveitamento, em dez conjuntos ou lotes, com largura igual a 10% do valor médio da distribuição. Os resultados estão na tabela 1.

Com o critério de separação dos lotes estabelecido, procede-se ao selecionamento para aquisição dos 9000 detectores. Como não é possível realizá-lo de uma só vez, há uma média de seleção de 400 detectores por semana, sem onerar a rotina de serviços do LDT.

Tabela 1. Lotes escolhidos. Sua largura é 10% do valor da média da distribuição, o lote *esp* é utilizado para avaliações diárias do sistema todo. O lote +, após um selecionamento mais refinado, será utilizado para pesquisas, devido à sua elevada sensibilidade.

Lote	Intervalo de Sensibilidade (nC)	Porcentagem esperada (%)
1	(5,657; 6,595)	4,7
2	(6,596; 7,533)	11
3	(7,534; 8,471)	17
4	(8,472; 9,409)	15
5	(9,410; 10,347)	13
6	(10,348; 11,285)	13
7	(11,286; 12,223)	8,8
8	(12,224; 13,161)	7,5
9	(13,162; 14,099)	5,3
0	(14,100; 15,037)	1,8
+	> 15,037	2,2
esp	(7,063; 8,472)	160 detectores

Com os lotes selecionados, procede-se ao estabelecimento da curva de calibração de cada lote. Na figura 4 é apresentada uma curva de calibração de um lote irradiado com ^{60}Co .

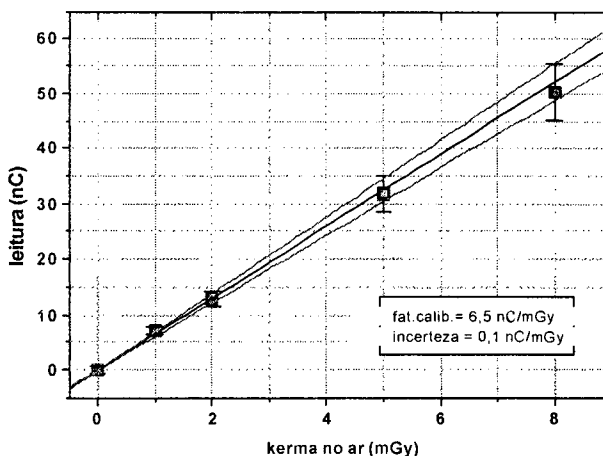


Fig. 4. Curva de calibração de um lote com 4 anos de utilização, com seu intervalo fiducial (95%). Para sua utilização, é estabelecida a relação da grandeza *kerma no ar* com H_x . A incerteza de medição de cada ponto é estabelecida com 5 dosímetros, para a incerteza tipo A, e chega a superar 10% neste lote já muito utilizado.

Também são estabelecidas as curvas de calibração com irradiações de fótons de baixa energia, com um fator de calibração sensivelmente diferente do obtido com ^{60}Co .

Para o selecionamento deste ano, o número de detectores necessários, bem como suas caracterizações quanto à curva de calibração e de dependência energética se completarão até novembro de 2003. Os resultados destas caracterizações são analisados, juntamente com sua aplicação no *algoritmo de cálculo de dose*⁴, para a correta determinação da radiação ocupacional.

3. CONCLUSÃO

O procedimento apresentado permite um selecionamento criterioso e prático dos novos lotes de detectores TL do LDT. Este procedimento será aplicado em novos selecionamentos a cada três anos.

Os novos lotes têm uma diminuição sensível na variação da reprodutibilidade em relação aos atuais, não superando os 10% limítrofes dos lotes.

Os demais procedimentos para a colocação em uso dos dosímetros com os novos detectores dependem deste selecionamento.

REFERÊNCIAS

- [1] S.W.S. McKeever, M. Moscovitch, P.D. Townsend, "Thermoluminescence Dosimetry Materials: Properties and Uses", Nuclear Technology Publishing (1995).
- [2] M. Oberhofer, A. Scharmann, "Applied Thermoluminescence Dosimetry", Adam Hilger (1981).
- [3] L.L. Campos, M.F. Lima, " Dosimetric Properties of $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ Teflon Pellets Produced at IPEN". Rad. Prot. Dosimetry, 14(4): 333-335: 1986.
- [4] J.E. Manzoli, "Individual Dose and Photon Energy Valuation Algorithm", to be published.
- [5] CASMIE - Regulamentos Técnicos Referentes ao Processo de Certificação de Sistemas de Monitoração Individual Externa - IRD-RT N°001 ao 004.01/95 (1995).

Autores: Dr. José Eduardo Manzoli e Bel. Vicente de Paulo de Campos, Centro de Metrologia das Radiações Dosimetria - CMRD/IPEN/CNEN, av. prof. Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária, CEP 05508-000, São Paulo - SP, Brasil, telefone (11) 3816 - 9212, fax 3816 - 9209, jmanzoli@net.ipen.br.