

MONITORAÇÃO PESSOAL DAS RADIAÇÕES COM DOSÍMETROS  
TERMOLUMINESCENTES

Sandra Cecília Miano

SAPRA - Serviço de Assessoria e Proteção Radiológica S/C Ltda

RESUMO

Apresenta-se fundamentos da técnica de dosimetria pessoal utilizada pela SAPRA (Serviço de Assessoria e Proteção Radiológica) que consiste no uso de monitores TL e  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  em pastilhas agregadas por teflon. São expostas sucintamente as características de tais dosímetros referentes a sensibilidade, dependência energética, temperatura de pico, curva de emissão característica, decaimento e efeito da luz. Descreve-se também o sistema de medida TLD projetado e construído na SAPRA e o sistema de monitoração individual (badges).

ATUAL SITUAÇÃO DA SAPRA NO SERVIÇO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

A legislação federal brasileira regulamentada pelo Decreto Lei No. 12.660 de 10/11/78 pela CNEN exige o uso de dosímetros que possibilitem o controle das doses recebidas pelos trabalhadores em intervalos regulares de tempo.

De acordo com essas normas básicas para proteção radiológica, deve ser caracterizada a região de energia da radiação (entre 0,005 Mev e 3 Mev) e as doses máximas permitidas de  $10^{-5}$  Gy e 10 Gy para extremidades de  $10^{-7}$  Gy e 10 Gy\* para corpo inteiro.

A necessidade básica de se conhecer os dosímetros e técnicas dosimétricas tem sido prioridade da SAPRA, que tendo desenvolvido todo seu equipamento domina de maneira completa todas

---

\* XV Conferência Geral de Pesos e Medidas 1975, estabelece que o nome "Gray" como unidade do SI de dose absorvida (1 Gy = 1 J/kg = 10 rad).

suas características.

A SAPRA sendo uma entidade licenciada oficialmente pela CNEN, como laboratório padrão de dosimetria secundária, está sujeita a verificações oficiais.

Para isso a SAPRA conta com minuciosos procedimentos de calibração de seus dosímetros que são:

a) Todos os dosímetros são supervisionados periodicamente, passando por controle de qualidade.

b) A SAPRA possui uma fonte de  $^{226}\text{Ra}$  padronizada pelo IPEN-CNEN que lhe permite calibração local dos dosímetros contidos nos monitores.

O Sistema TLD apresenta várias vantagens sobre os demais tipos de dosímetros empregados hoje no mercado, tais como: a sensibilidade, com dose mínima  $\text{LiF-100}$  10 mR e  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  2 mR, resposta linear para os valores de exposição de interesse na dosimetria individual, simplicidade de leitura e economia. A leitura aniquila o efeito da radiação permitindo sua reutilização após um tratamento térmico (annealing), equivalência ao tecido animal conforme o material TL, o mesmo pode ter absorção a radiação semelhante a dos tecidos animais.

#### PESQUISA DE MATERIAL TL, EM ESPECIAL (LiF) e ( $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ )

A aplicação de cristais termoluminescentes a dosimetria das radiações tem sido amplamente estudada e utilizada em vários centros de pesquisa bem como comercialmente. A SAPRA desde sua fundação tem trabalhado para o domínio e aprimoramento dessa técnica.

A monitoração pessoal da SAPRA é feita com os TLD  $\text{LiF-100}$  da Harshaw e  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  (IPEN-CNEN) todos agregados com teflon.

O  $\text{LiF:Mg:Ti}$  é o mais comum dos fósforos termoluminescentes, também é conhecido por TLD-100 e suas variantes o TLD 600 e TLD 700 que são produzidos pela Harshaw Chemical Corp. São apresentados sob forma de pastilhas cujas dimensões são da ordem de 5 mm de largura e 1,5 mm de espessura tratadas termicamente para reutilização (annealing) a  $250^\circ\text{C}$  durante 10 minutos seguido

de resfriamento lento. Características físicas: Curva de emissão característica apresentada na fig. 1. Temperatura do pico TL principal entre  $190^{\circ}\text{C}$  e  $210^{\circ}\text{C}$ , dependência energética conforme se apresenta na fig. 2, decaimento (Fading) 5% de 3-12 meses, dependendo do annealing pré e pós irradiação. Não foi observado qualquer efeito de luz ambiental.

O  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  (IPEN-CNEN) é apresentado sob forma de pastilhas cujas dimensões são: 6 mm diâmetro e 1,5 mm espessura, tratadas termicamente para reutilização a  $300^{\circ}\text{C}$  durante 3 horas seguidas por resfriamento lento.

Características físicas: Curva de emissão apresentada na fig. 4. Temperatura do pico TL principal em  $220^{\circ}\text{C}$ , dependência energética conforme mostra a fig. 2, decaimento (Fading) 3% em um mês, intervalo de utilização 1 mR a 10 R ( $^{60}\text{Co}$ ), efeito da luz ambiental: não foi observado.

O sistema de medida adotado na SAPRA, consiste de porta-dosímetro (badges) onde usa-se 2 pastilhas (sensores) uma de LiF (TLD-100) e outra de  $\text{CaSO}:\text{Dy}$  permitindo assim a determinação da energia de radiação incidente através da razão  $\text{CaSO}_4/\text{LiF}$  (dependência energética) mostrado na fig. 3. Esse sistema foi testado e aprovado em nosso controle de qualidade juntamente com a CNEN. Os fósforos são previamente classificados em grupos de sensibilidade e submetidos periodicamente aos tratamentos térmicos (annealing).

A aparelhagem de medida foi desenvolvida na SAPRA. É composta de uma cabeça de aquecimento, um sistema fotométrico e um sistema eletrônico capaz de comandar os vários estágios da medida (início e fim do aquecimento: integração do sinal luminoso emitido pela amostra; medida da temperatura e controle do ciclo). Valores típicos adotados em nosso sistema são os seguintes: tempo do ciclo - 28 segundos; taxa de aquecimento -  $5^{\circ}\text{C}$  por segundo; pressão de  $\text{N}_2$  - 1 cm Hg na câmara de medidas.

O aquecimento para medida é feito em bandeja de platina especial com corrente elétrica a.c., um termopar de Cr-Alumel monitora a temperatura.

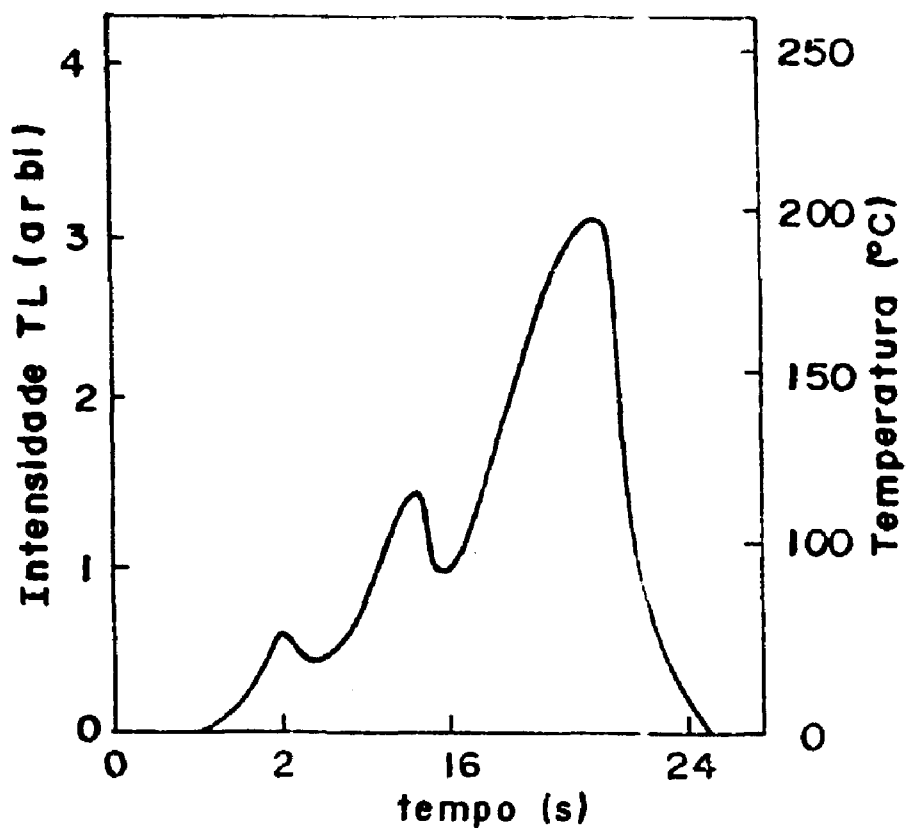
Um sistema de filtros para infravermelho e corte temporal do ciclo foram otimizados para mínimo background de leitura.

O sistema possui facilidades também para registro das curvas de TL. As diversas escalas do instrumento permitem leituras com TLD-100 na faixa de 0-1000 R em várias escalas de sensibilidade que tornam o aparelho muito flexível. Variação do potencial na fotomultiplicadora pode ampliar tal faixa. Com um sistema TLD-100 o erro de leitura instrumental equivale a 0,5 mR. Esse erro é consideravelmente ampliado pelas oscilações na sensibilidade das pastilhas e demais condições. O erro absoluto médio nas medidas é da ordem de 5 mR, usando-se agrupamento fino de sensibilidade nas classificações das pastilhas. Sendo assim, tal erro é suficiente para o tipo de monitoração com leituras mensais elaboradas na SAPRA.

Portanto, através dos vários pontos abordados a termoluminescência ocupa hoje, um vasto espaço dentro da dosimetria de estado-sólido. Não só a SAPRA, mas também vários órgãos de pesquisa tem trabalhado no desenvolvimento de novas idéias nessa área, em todo o país, dando assim cada vez mais ênfase à pesquisa de ponta.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) CAMPOS, L.L. Development of a  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  Dosimeter Proc. Meeting on Radiation Protection Dosimetry Centrecon, Itaipava, Rio de Janeiro, Brasil, P.B.U.2, March 1983
- 2) CAMPOS, L.L., LIMA, M.F. Dosimetric Properties of  $\text{CaSO}:\text{Dy}$  Teflon Pellets Produced at Ipen.
- 3) DU, D., SHUN, F. and DAI, H., High Sensitive  $\text{LiF}$  Termoluminescence Dosimeter.
- 4) Mc.KINLAY, A.F. Termoluminescence Dosimetry, 1981:
- 5) WEBB, G.A.M. DAUCH, J.E. and BODIM, G. Operational Evolution of a new High Sensitivity Termoluminescent Dosimeter. Health Physics Pergamon Press, 1972 vol. 23 (July), pp. 89-44, Printed in Northern Ireland.



1 - Curve de emissão característica-TLD-LIF-100

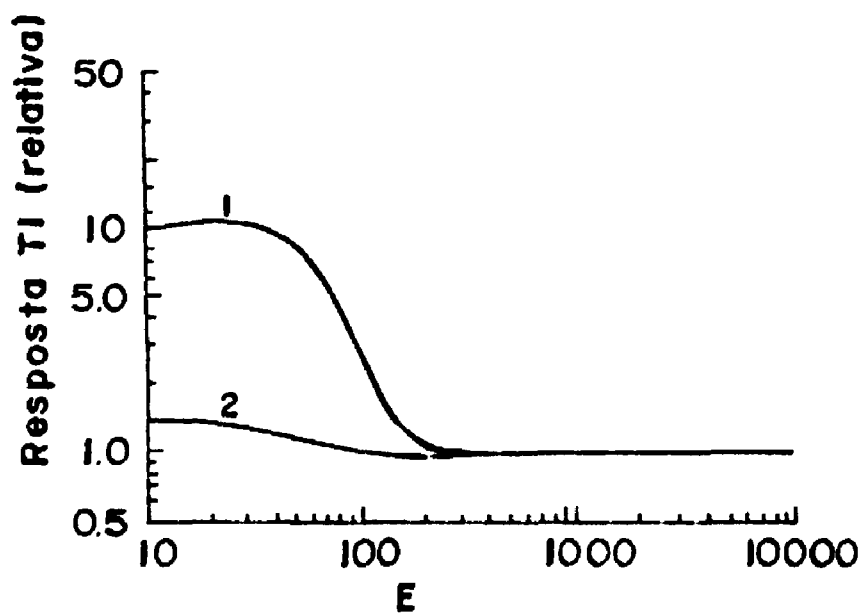
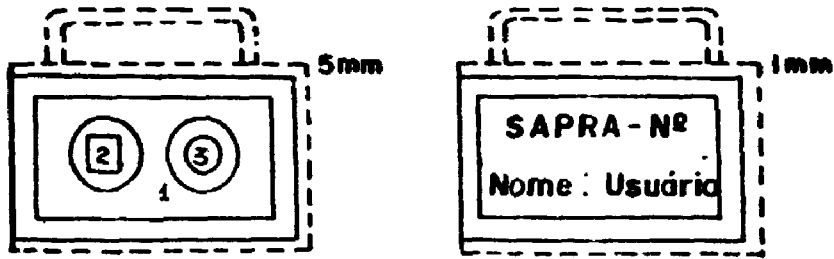


Fig. 2 - Dependência energética

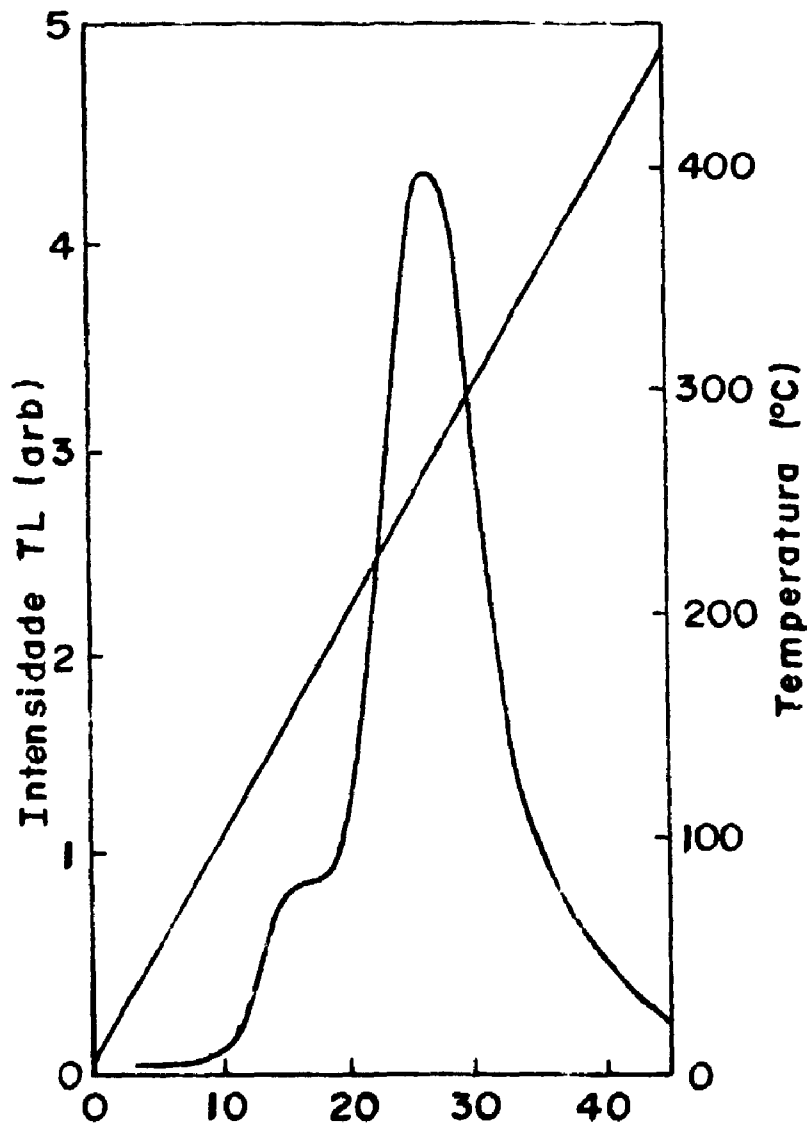
- Curva 1 CaSO<sub>4</sub>:Dy

- Curva 2 LIF-100



**Fig. 3 - Porta-Dosimetro**

1. Janela aberta
2. Fósforo LiF-100
3. Fosforo  $\text{CaSO}_4 : \text{Dy}$



**Fig. 4 - Curva de Emissão TL do  $\text{CaSO}_4 : \text{Dy}$**