

I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

ANAIS - PROCEEDINGS

DEPENDÊNCIA ANGULAR E ENERGÉTICA DE DIFERENTES DETECTORES EM CAMPOS DE RADIAÇÃO BETA

Linda Ehlin Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, CNEN, São Paulo

e

Dieter Franz Regulla

Institut für Strahlenschutz, GSF, Munique, Alemanha

Sumário

Os dosímetros termoluminescentes de LiF, LiF com grafite, $\text{CaF}_2:\text{Mn}$, $\text{CaF}_2:\text{Dy}$ e os de espessura ultra-fina, em suporte metálico, de $\text{BeO}:\text{Li}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Ag,Cu}$ e $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ foram estudados quanto à dependência angular (entre 0 e 180°) e energética quando expostos à radiação beta de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{204}Tl e ^{147}Pm . A dependência angular apresentou-se marcante. Entre todas as amostras termoluminescentes testadas, as de $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ mostraram a menor dependência com a energia. Apenas os detectores de emissão exoeletrônica termicamente estimulada de BeO (espessura 1.000\AA) apresentaram o comportamento ideal, ou seja, independência com a energia em todo o intervalo considerado. A influência da espessura da amostra ficou claramente visível neste estudo.

Abstract

The thermoluminescent dosimeters of LiF, graphite-mixed LiF, $\text{CaF}_2:\text{Mn}$, $\text{CaF}_2:\text{Dy}$ and ultra-thin $\text{BeO}:\text{Li}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Ag,Cu}$ and $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ were studied as to their angular (between 0 and 180°) and energy dependence when exposed to $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{204}Tl and ^{147}Pm beta radiation. A strong angular dependence was observed. Among all tested samples, the $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ dosimeters showed the lowest energy dependence. Only the thermally stimulated exoelectron emission detectors of BeO (thickness 1000\AA) showed the ideal behaviour of energy independence. The sample thickness influence was clearly visible from this study.

INTRODUÇÃO

A dosimetria da radiação beta tem sido um problema importante para a Proteção Radiológica há muito tempo. O espectro complexo e a penetrabilidade relativamente baixa tornam a monitoração da radiação beta a qualquer profundidade do tecido extremamente difícil. Esta dosimetria vem merecendo cada vez mais a atenção dos pesquisadores⁽¹⁻⁶⁾.

No presente trabalho a dosimetria beta foi estudada quanto às características de dependência angular e energética de diferentes detectores, utilizando-se as técnicas da termoluminescência (TL) e emissão exoeletrônica termicamente estimulada (TSEE). A concentração no estudo das vantagens e desvantagens tende a desviar a atenção das diferenças importantes entre os dois métodos, o que permite o uso da técnica de TSEE em circunstâncias onde a TL não pode ser empregada com eficiência. Uma das mais importantes destas diferenças está na espessura necessária do elemento dosimétrico. Os dosímetros TL muito finos podem ser preparados por vários métodos, mas como a TL é um efeito de volume, eles levam a uma inevitável e muitas vezes inaceitável perda da sensibilidade. A emissão exoeletrônica é, por outro lado, um fenômeno principalmente superficial. Este fato e o de o alcance da radiação beta ser pequeno na matéria constituem os motivos que tornam um detector de TSEE promissor para a dosimetria do tipo da radiação em questão.

PARTE EXPERIMENTAL

Foram estudados os dosímetros TL de LiF, LiF com grafite (mistura homogênea), $\text{CaF}_2:\text{Mn}$, $\text{CaF}_2:\text{Dy}$ e os de espessura ultra-fina, em suporte metálico, de $\text{BeO}:\text{Li}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Ag,Cu}$ e $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$, além dos detectores de TSEE de BeO, de espessura 1.000 \AA , em suporte de quartzo e de Al_2O_3 , em suporte de grafite. As amostras foram expostas à radiação beta das fontes de $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{204}Tl e ^{147}Pm do sistema padrão secundário do Institut für Strahlenschutz, utilizando-se porta-amostras especiais de lucite. Uma folha plástica Hostaphan com densidade superficial equivalente a tecido de $0,32 \text{ mg/cm}^2$ serviu para cobrir as amostras.

As amostras TL foram submetidas a pré-recozimentos de 400°C durante 5 min. (3 min, no caso dos dosímetros ultra-finos) e a pós-recozimentos de 100°C durante 15 min. O resfriamento foi sempre lento, em placas de amianto durante aproximadamente 10 min. No caso das amostras de TSEE, elas foram sempre tratadas termicamente no próprio sistema de detecção.

Quanto às experiências da dependência angular, os dosímetros foram expostos à radiação beta, variando-se o ângulo de incidência da radiação entre 0 e 180° .

RESULTADOS E CONCLUSÕES

A reprodutibilidade média de cada tipo de amostra TL foi excelente, com desvio padrão relativo máximo de 4%. No caso dos detectores de TSEE, este desvio foi de 7%. Quanto ao comportamento da resposta em função da dose absorvida, todas as amostras TL apresentaram linearidade entre cerca de 0,8 e 400 mGy e as de TSEE, entre 2,6 e 60 mGy.

Na Fig.1 pode-se observar a resposta TL em função do ângulo de incidência de dosímetros ultra-finos de $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (espessura 70 μm). Notou-se para a maioria dos materiais estudados a ocorrência de uma simetria aproximada nas curvas, em relação ao ângulo de incidência de 90° . A opacidade de algumas amostras é a responsável fundamental pela falta da simetria, observada principalmente nos casos de LiF com grafite e nas amostras de suporte metálico, para a radiação de ^{147}Pm . A espessura das amostras desempenha naturalmente neste caso papel importante. Tomando-se a diferença entre os valores TL para 0 e 90° , em relação ao valor para 0° , pode-se dividir os detectores em dois grupos: amostras TL normais e amostras TL com suporte metálico. Enquanto que no primeiro grupo as diferenças variaram entre 45 e 76%, 72 e 85%, 75 e 80% para respectivamente radiação de ^{147}Pm , ^{204}Tl e $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$, no segundo grupo as variações se apresentaram entre 82 e 89%, 59 e 76%, 61 e 70%. Portanto, a dependência angular mostrou-se marcante.

A Fig. 2 apresenta os resultados obtidos da resposta TL e TSEE em função da energia média da radiação beta para as amostras de LiF normal e com grafite, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Ag,Cu}$, $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (70 μm), $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (60 μm), $\alpha\text{B}-\text{Al}_2\text{O}_3$ e BeO (1000 Å). Nota-se desta figura que quanto menor a espessura da amostra, menos dependente com a energia da radiação é a sua resposta. Apenas os detectores de TSEE de BeO mostraram o comportamento ideal, ou seja, independência total com a energia em todo o intervalo considerado. A influência da espessura da amostra ficou claramente visível neste estudo.

Em conclusão, os detectores TL de $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (60 μm) em suporte metálico e as amostras de TSEE de BeO em suporte de quartzo mostraram-se os mais apropriados para a dosimetria beta.

REFERÊNCIAS

- (1) CALDAS, L.V.E. Alguns Métodos de Calibração e de Dosimetria da Radiação Beta. Tese de doutoramento, Instituto de Física, USP, São Paulo (1980).
- (2) MURTHY, B.K.S. and BÖHM, J. Measurements of backscatter and transmission factors for beta rays using thermoluminescence dosimeters. In: Radiat. Prot. Dosim. 2 (2), 63-67 (1982).

- (3) Proceedings of the International Beta Dosimetry Symposium, NUREG/CP-0050, held at Washington, D.C., Feb. 1983, published Jan. 1984.
- (4) DUTT, J.C., CHONGKITIVITYA, K., PATTISON, R.J. and STEWART, J.C. The performance of a new extremity and skin dosimeter. In: Radiat. Prot. Dosim. 6, 257-260 (1984).
- (5) DRISCOLL, C.M.H., FRANCIS, T.M. and RICHARDS, D.J. The response of thermoluminescent materials to beta radiation. In: Radiat. Prot. Dosim. 9 (4), 295-298 (1984).
- (6) CALDAS, L.V.E., ECKERL, H. and DREXLER, G. Thermoluminescent properties of the Vinten extremity dosimeters. Radiat. Prot. Dosim., aceito para publicação (1985).

Fig.1 : Dependência angular das amostras de $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (70 μm).

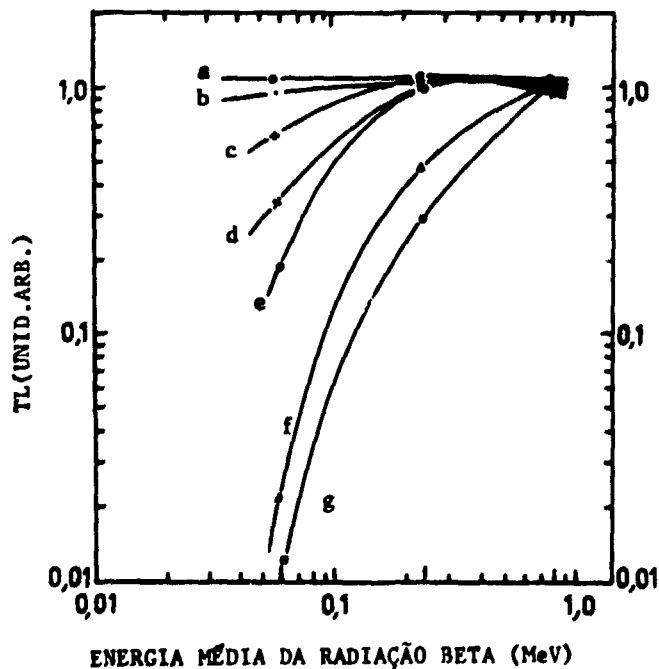
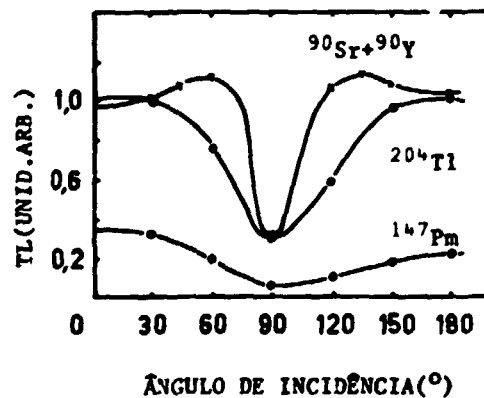


Fig.2 : Dependência energética das amostras TL e de TSEE.
a : BeO
b : $\alpha\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$
c : $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (60 μm)
d : $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ (70 μm)
e : $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Ag,Cu}$
f : LiF + C
g : LiF