

**"Development of thin dosimeters of $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$
for beta radiation detection"**

L.L. Campos

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), São Paulo, Brazil.

Proceedings of the "X Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada", Caxambú, Minas Gerais, Brazil, 5 - 8th May, 1987.

Abstract

Thin pellets of $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ (0,20mm) were produced and tested in beta radiation fields.

The Thermoluminescent (TL) characteristics studied were sensitivity, reproducibility, lower detection limit, linearity of TL response with absorbed dose and energy dependence. The results show the usefulness of this thin pellets in beta radiation detection.

Beta radiation detection

Thermoluminescence

Beta dosimeters

DESENVOLVIMENTO DE DOSÍMETROS FINOS DE $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$
PARA DETECÇÃO DA RADIAÇÃO BETA

LETÍCIA LUCENTE CAMPOS

MARINA FERREIRA LIMA

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - IPEN/CNEN-SP

INTRODUÇÃO

O $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ É UM DOS MATERIAIS TERMOLUMINESCENTES MAIS SENSÍVEIS E VEM SENDO MUITO UTILIZADO NA MONITORAÇÃO DA RADIAÇÃO X E GAMA. PARA A MONITORAÇÃO DA RADIAÇÃO BETA, A ESPESSURA DO DOSÍMETRO E A ENERGIA DA RADIAÇÃO SÃO FATORES FUNDAMENTAIS PARA A RESPOSTA DO DOSÍMETRO, DEVIDO A ABSORÇÃO E ESPALHAMENTO DAS PARTÍCULAS BETA NA MATÉRIA.

NOS ÚLTIMOS DOIS ANOS, O LABORATÓRIO DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS DOSIMÉTRICOS DO IPEN, VEM PRODUZINDO PASTILHAS DE $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + TEFLON COM 0,80mm DE ESPESSURA PARA USO EM DETECÇÃO DA RADIAÇÃO X E GAMA, AS QUAIS SÃO UTILIZADAS EM MONITORAÇÃO PESSOAL E AMBIENTAL. PARA DETECÇÃO DA RADIAÇÃO BETA FORAM PRODUZIDAS E ESTUDADAS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOSIMÉTRICAS DE PASTILHAS DE $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + TEFLON COM 0,20mm DE ESPESSURA. OS PRINCIPAIS RESULTADOS SÃO MOSTRADOS NESTE TRABALHO.

PREPARO DAS PASTILHAS

AS PASTILHAS SÃO OBTIDAS PELA Prensagem a frio e sinterização de uma mistura de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + TEFLON, AMBOS NA FORMA DE PÓ.

A MELHOR PROPORÇÃO FÓSFORO-AGREGANTE É DE 1:2 RESPECTIVAMENTE. FORAM PRODUZIDAS PASTILHAS COM ESPESSURAS ENTRE 0,10mm E 0,80mm, COM MASSA ENTRE 15 E 50mg RESPECTIVAMENTE. EM TODOS OS CASOS, O DIÂMETRO É DE 6mm.

AS PASTILHAS OBTIDAS, MESMO AS MAIS FINAS, SÃO FLEXÍVEIS, MECANICAMENTE RESISTENTES, POSSUEM ALTA SENSIBILIDADE, SÃO ECONOMICAMENTE VIÁVEIS E PRINCIPALMENTE NÃO SÃO HIGROSCÓPICAS.

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS TL

PARA ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DOSIMÉTRICAS DAS PASTILHAS, FOI UTILIZADO UM SISTEMA LEITOR TERMOLUMINESCENTE PRODUZIDO PELA HARSHAW CHEM. COMPANY, MODELO 2000, MÓDULOS A E B.

AS IRRADIAÇÕES GAMA FORAM EFETUADAS USANDO-SE UMA FONTE DE ^{60}Co (1 GBq). AS PASTILHAS FORAM SEMPRE IRRADIADAS SOB CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO ELETRÔNICO, SELADOS EM UM FILME DE POLIETILENO DE 0,2mm DE ESPESSURA, SOMENTE PARA

FONTES: $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ (74MBq); $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ (2MBq); ^{204}Tl (19,5MBq) E ^{147}Pm (0,5GBq),
PRODUZIDAS PELA BUCHLER & COMPANY. AS PASTILHAS FORAM SEMPRE IRRADIADAS SOBRE UM
FANTOMA DE LUCITE DE 12mm DE ESPESSURA E RECOBERTAS COM FILME DE HOSTAPHAN DE
15 μm DE ESPESSURA. O USO DO FANTOMA É PARA SIMULAR O CORPO HUMANO E A RADIAÇÃO
ESPALHADA POR ESTE.

TODAS AS MEDIDAS FORAM EFETUADAS 24 HORAS APÓS A IRRADIAÇÃO. O TRATA
MENTO TÉRMICO PADRÃO PARA REUTILIZAÇÃO DAS PASTILHAS FOI 300 $^{\circ}\text{C}$ DURANTE 3 HORAS.

TODOS OS RESULTADOS REPRESENTAM A MÉDIA DE NO MÍNIMO DEZ MEDIDAS E AS
BARRAS DE ERRO, O DESVIO PADRÃO DA MÉDIA.

NESTE TRABALHO SERÃO CONSIDERADOS SOMENTE OS RESULTADOS OBTIDOS COM
AS PASTILHAS DE 0,20 E 0,80mm DE ESPESSURA, QUE FORAM AS QUE APRESENTAM MAIOR
SENSIBILIDADE EM CAMPOS DE RADIAÇÃO BETA E GAMA RESPECTIVAMENTE.

RESULTADOS

A - SENSIBILIDADE

A SENSIBILIDADE MÉDIA EXPRESSA COMO O SINAL TL PRODUZIDO POR 1Gy DE
DOSE ABSORVIDA NO AR NO CASO DE RADIAÇÃO BETA DO $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ OU ^{204}Tl E
 $2,58 \cdot 10^{-4} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1}$ DE EXPOSIÇÃO NO CASO DA RADIAÇÃO GAMA DO ^{60}Co , EM 1mg DO PÓS
FORO, FOI DETERMINADA E COMPARADA PARA AS PASTILHAS DE 0,20 E 0,80mm DE ESPES
SURA.

OS RESULTADOS SÃO MOSTRADOS NA TABELA 1. COMO PODE SER OBSERVADO PA
RA A DETECÇÃO DA RADIAÇÃO BETA, AS PASTILHAS DE 0,20mm DE ESPESSURA APRESENTAM
MAIOR SENSIBILIDADE ENQUANTO QUE PARA RADIAÇÃO GAMA AS PASTILHAS DE 0,80mm SÃO
MAIS SENSÍVEIS. ESSE FATO PODE SER EXPLICADO, CONSIDERANDO-SE QUE AS PARTÍCULAS
BETA NÃO PENETRAM TODA A PASTILHA, MAS A CONTRIBUIÇÃO MAIOR É NA SUPERFÍCIE.

B - REPRODUTIBILIDADE

A REPRODUTIBILIDADE INDIVIDUAL DAS PASTILHAS FOI INVESTIGADA ESTUDAN
DO-SE O EFEITO DE REPETIDOS CICLOS DE AQUECIMENTO, IRRADIAÇÃO COM FONTE
 $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ E LEITURA TL. ESSE ESTUDO FOI EFETUADO COM 50 AMOSTRAS, USADAS 20 VE
ZES CADA UMA. APÓS OS 20 CICLOS, O DESVIO PADRÃO MÁXIMO DA MÉDIA FOI DE 2,2 $\%$ (1 σ)

C - LIMITE MÍNIMO DE DETECÇÃO

O VALOR MÍNIMO DETECTÁVEL FOI TOMADO COM $\bar{X} + 3\sigma$ ONDE \bar{X} É O SINAL TL
MÉDIO DE AMOSTRAS NÃO IRRADIADAS E σ , O DESVIO PADRÃO DA MÉDIA.

A RESPOSTA TL MÉDIA DE 100 AMOSTRAS NÃO IRRADIADAS FOI DE 0,060
 $\pm 0,005 \text{ nC}$. DESTA MODO, AS DOSES ABSORVIDAS MÍNIMAS DETECTÁVEIS PARA RADIAÇÃO DE
 $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{204}Tl E ^{147}Pm SÃO DE 30, 40 E 100 μGy RESPECTIVAMENTE.

D - LINEARIDADE

A RESPOSTA TL EM FUNÇÃO DA DOSE ABSORVIDA NO AR FOI MEDIDA PARA A RA
--- 90 --- 90 --- 204 --- 147 ---

E - DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA

A DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DA RESPOSTA TL DAS PASTILHAS DE 0,20mm FOI ESTUDADA PARA DIFERENTES ENERGIAS DA RADIAÇÃO BETA E NORMALIZADA PARA A RADIAÇÃO DO $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$. OS RESULTADOS SÃO REPRESENTADOS NA TABELA 2.

CONCLUSÃO

TODOS OS RESULTADOS OBTIDOS, SENSIBILIDADE, LIMITE MÍNIMO DE DETECÇÃO, LINEARIDADE DA RESPOSTA TL EM FUNÇÃO DA DOSE ABSORVIDA, ALIADOS AO FATO DA REPRODUTIBILIDADE DA RESPOSTA TL SER IGUAL OU MENOR A $\pm 2,5\%$, MOSTRAM QUE AS PASTILHAS DE $\text{CaSO}_4:\text{Dy} + \text{TEFLON}$ OBTIDAS PELO LABORATÓRIO DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS DO SIMÉTRICOS DO IPEN PREENCHEM TODOS OS REQUISITOS PARA A SUA UTILIZAÇÃO EM MONITORAÇÃO DA RADIAÇÃO BETA.

TABELA 1

COMPARAÇÃO DA SENSIBILIDADE TL DAS PASTILHAS DE $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ + TEFLON
PARA RADIAÇÃO BETA E GAMA

ESPESSURA DA PASTILHA	MASSA DO FÓSFORO	SENSIBILIDADE TL MÉDIA PARA RADIAÇÃO BETA		SENSIBILIDADE TL MÉDIA PARA RADIAÇÃO GAMA
mm	mg	$\text{nC} \cdot \text{Gy}^{-1} \text{mg}^{-1}$ $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y} \quad ^{204}\text{Tl}$		$\text{nC} \cdot \text{R}^{-1} \text{mg}^{-1}$ ^{60}Co
0,20	4	78	60	217
0,80	16	55	27	240

TABELA 2

DEPENDÊNCIA DA RESPOSTA TL EM FUNÇÃO DA ENERGIA DA RADIAÇÃO BETA

FONTE	ENERGIA MÉDIA MeV	RESPOSTA TL RELATIVA AO $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	0,80	1,00
^{204}Tl	0,24	0,77
^{147}Pm	0,06	0,30

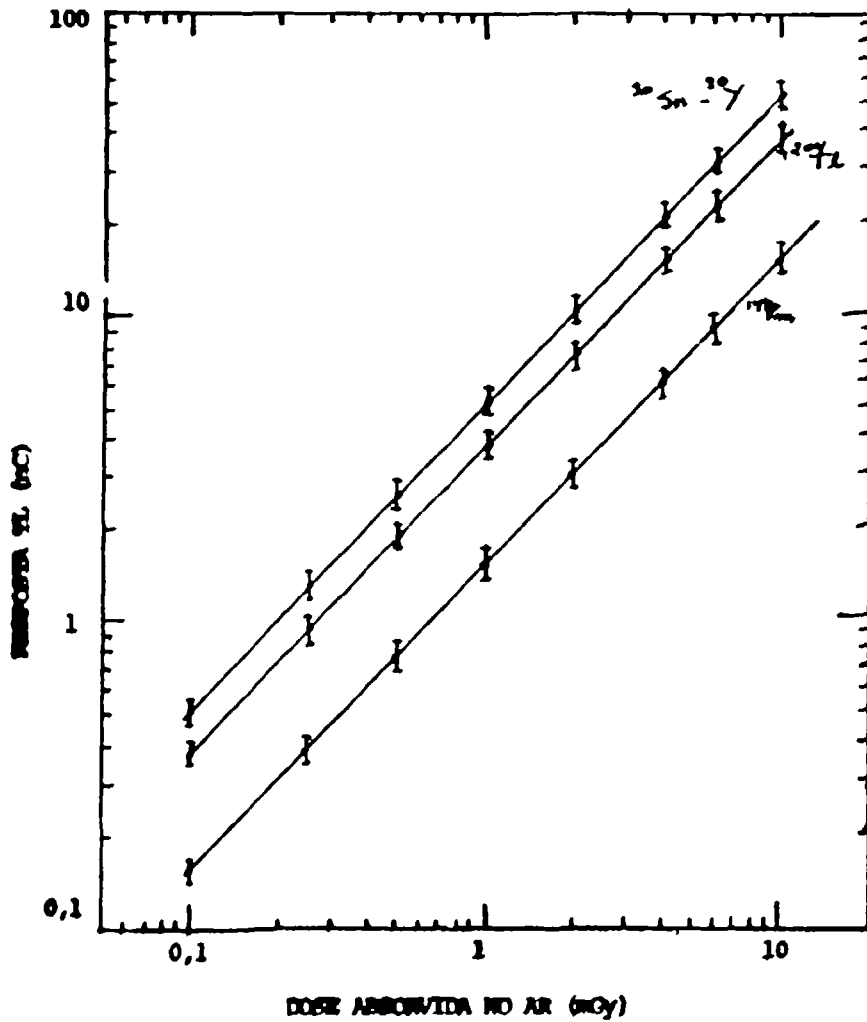


FIGURA 1 - RESPOSTA TL DAS PASTILHAS DE $\text{CaSO}_4 \cdot \text{Dy}$ + TEFLON EM FUNÇÃO DA DOSE ABSORVIDA PARA A RADIAÇÃO DEBIDA DAS FONTES DE $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{204}Pb E ^{147}Pm .