

22 a 27 de abril de 1990

ANAIS - PROCEEDINGS

**DOSIMETRIA DE ALTAS DOSES DE RADIAÇÃO GAMA E DE ELÉTRONS  
POR DETECTORES DE VIDROS**Cleber Nogueira de Souza  
Linda V. Ehlin CaldasDepartamento de Proteção Radiológica  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - São Paulo**SUMÁRIO**

Foi verificada a possibilidade de utilização de amostras de quatro tipos diferentes de vidros comerciais para dosimetria de altas doses de radiação gama e de elétrons. Foram obtidas curvas de calibração pelas técnicas de absorção óptica (densitometria e espectrofotometria) e termoluminescência. O material estudado mostrou-se viável para a utilização proposta, apresentando ainda a vantagem principal de seu custo baixo.

**ABSTRACT**

The possibility of use of four different kinds of commercial glass samples for gamma and electron beams high dose dosimetry was verified. Calibration curves were obtained through optical absorption (densitometry and spectrophotometry) and thermoluminescence measurements. The studied material showed its utility for the proposed utilization, with the main advantage of low cost.

## INTRODUÇÃO

Na preservação de alimentos, esterilização de materiais ci  
rúrgicos, assim como na reticulação de polímeros por radiações  
ionizantes, a dosimetria é uma forma conveniente e eficiente de  
controle de qualidade. A faixa de dose utilizada para estas apli-  
cações encontram-se entre 10 e  $10^4$  Gy.

A maioria dos sistemas dosimétricos para esta faixa de dose  
apresenta desvantagens limitantes quanto ao seu uso. A possível  
utilização de vidros para estas aplicações apresentaria as vanta-  
gens de baixo custo, fácil manuseio e ampla disponibilidade co  
mercial.

A aplicação de vidros em dosimetria foi descoberta por  
Weyl<sup>(1)</sup>, e a sua aplicação em dosimetria pessoal foi desenvolvi-  
da por Kreidl & Blair<sup>(2)</sup> em vidro borossilicato de cobalto ativa-  
do, verificando-se a mudança da absorção óptica na região espec  
tral visível. Shulman e col.<sup>(3)</sup> também verificaram a propriedade  
de radiofotoluminescência em amostras de vidros fosfatados. Mais  
recentemente, Zheng e col.<sup>(4)</sup> verificaram o uso de vidros de ja  
nela para dosimetria de rotina de altas doses de radiação gama  
de  $^{60}\text{Co}$  por meio de espectrometria. Os autores observaram respos-  
ta linear com a dose na faixa de 0,2 a 50 kGy, para o comprimen-  
to de onda de 500 nm, independente da taxa de dose, da temperatu-  
ra até  $50^\circ\text{C}$  e da umidade relativa. Caldas<sup>(5)</sup> estudou amostras de  
vidro, verificando suas propriedades por meio de absorção óptica  
e termoluminescência (TL), aplicadas à dosimetria; concluiu que  
as amostras apresentaram possibilidade de reutilização, uniformi-  
dade dos lotes e intervalo de utilização de 1 a  $10^4$  Gy no caso  
de TL, e de  $10^2$  a  $10^3$  Gy para absorção óptica, além de observar  
que o decaimento térmico deve ser levado em consideração.

O presente estudo pretende avaliar a possibilidade de utili-  
zação de vidros comuns de diferentes procedências para dosime  
tria de altas doses para radiação gama e de elétrons pelas técni-  
cas de absorção óptica e termoluminescência.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados quatro tipos de vidros comuns obtidos no  
comércio local. Como não foi feita análise de composição química  
das amostras, a diferenciação entre as mesmas foi feita pelas  
suas espessuras, sendo, no entanto, uma do tipo de vidro "fumê".  
Assim, cada amostra dos quatro conjuntos utilizados tem compri-  
mento e largura iguais a 10 mm e espessuras iguais a 1,85 mm  
(amostra I), 2,55 mm (amostra II), 2,85 mm (amostra III) e  
3,75 mm (amostra IV).

Inicialmente as amostras foram lavadas em álcool e, em seguida, submetidas a tratamento com ultra-som durante três minutos, em tetracloreto de carbono. Para a reutilização do material, antes de cada irradiação, o mesmo foi submetido a um tratamento térmico de 300°C durante 15 minutos.

As amostras foram submetidas à radiação gama sob condições de equilíbrio eletrônico de uma fonte de  $^{137}\text{Cs}$  Cesapan-M, General, Itália, (38 TBq), pertencente ao Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN e a um feixe de elétrons de 1,06 MeV do acelerador de elétrons Dynamitron, EUA, pertencente à Divisão de Tecnologia e Engenharia de Radiações do IPEN.

A avaliação das amostras foi feita utilizando-se um densitômetro Macbeth, modelo TD 504, EUA, um espectrofotômetro de feixe simples Micronal, modelo B34211, Brasil, e um sistema leitor de TL Harshaw Chemical Co., modelo 3000, EUA.

Cada ponto das curvas de calibração obtidas representa o valor médio de três medidas. As leituras foram realizadas antes da irradiação e após uma hora da irradiação para as amostras sob irradiação gama e após vinte e quatro horas para as amostras irradiadas por feixe de elétrons.

## RESULTADOS

As curvas de calibração para amostras irradiadas por radiação gama são apresentadas nas Figuras 1 e 2. Estes resultados representam medidas realizadas pelas técnicas de espectrofotometria e densitometria, respectivamente. No primeiro caso, as medidas foram tomadas em dois comprimentos de onda diferentes: 451 e 541 nm. Entre os resultados obtidos no caso das Figuras 1 e 2 pode-se observar que o vidro tipo I apresenta a maior sensibilidade à radiação gama. Em relação à melhor região de utilização de dose absorvida, no caso das medidas com o densitômetro e vidro I, pode-se verificar que fica entre 0,5 e 10 kGy (Figura 2). No caso da Figura 1 e medidas em 451 nm, esta região localiza-se entre 0,6 e 10 kGy para os vidros tipo I, II, III e IV. Tomando-se medidas em 541 nm, ocorre uma pequena diferença: a melhor região de utilização dos detectores de vidro está entre 0,3 e 10 kGy para as amostras II, III e IV e entre 0,1 e 10 kGy para a amostra I.

No caso das irradiações com feixe de elétrons, as Figuras 3, 4 e 5 apresentam os resultados obtidos, com respectivamente o densitômetro, o espectrofotômetro e o sistema leitor de termoluminescência. Para as medidas de absorção óptica, pelas duas técnicas, novamente o vidro tipo I apresentou a maior sensibilidade

e a faixa de melhor utilização entre 2,5 e 10 kGy. Para a obtenção da Figura 5 (TL), os dados foram normalizados para uma mesma massa de material. A maior sensibilidade à radiação foi exibida pelo vidro tipo II. A melhor região de utilização no caso dos vidros tipo I a III está entre 2,5 e 40 kGy. O vidro tipo IV ("fumê") apresentou uma resposta bastante irregular, sugerindo uma composição de estrutura não homogênea.

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem a possibilidade de utilização de vidros comuns como dosímetros para altas doses, tanto por método de absorção óptica quanto TL, embora outros parâmetros devam ser verificados. As duas maiores vantagens que este tipo de material apresenta para a dosimetria são o seu baixo custo e a possibilidade de utilização de equipamento relativamente simples, como um densitômetro ou um espectrofotômetro de feixe simples e de região espectral visível.

### REFERÊNCIAS

1. WEYL, S. On the fluorescence of atomic silver in glasses and crystals. Trans. Electrochem. Soc., 9:70-79, 1949.
2. KREIDL, N.J. & BLAIR, G.E. Recent developments in glass dosimetry. Nucleonics, 14(3):82-83, 1956.
3. SHULMAN, J.H.; GINTHER, R.J. & KLICK, C.C. Dosimetry of X-rays by radiophotoluminescence. J. Appl. Phys., 22:1479-1484, 1951.
4. ZHENG, Z.; HONGGI, D.; JIE, F. & DAOCHUAN, Y. Window glass as a routine dosimeter for radiation processing. Radiat. Phys., 31(4):419-423, 1988.
5. CALDAS, L.V.E. Utilização de vidros como detectores de radiação para altas doses. Físicos em Medicina: Anais do 3º Congresso Brasileiro de... realizado em Águas de Lindóia, SP, 23-26 de agosto de 1989. p. 45-60.

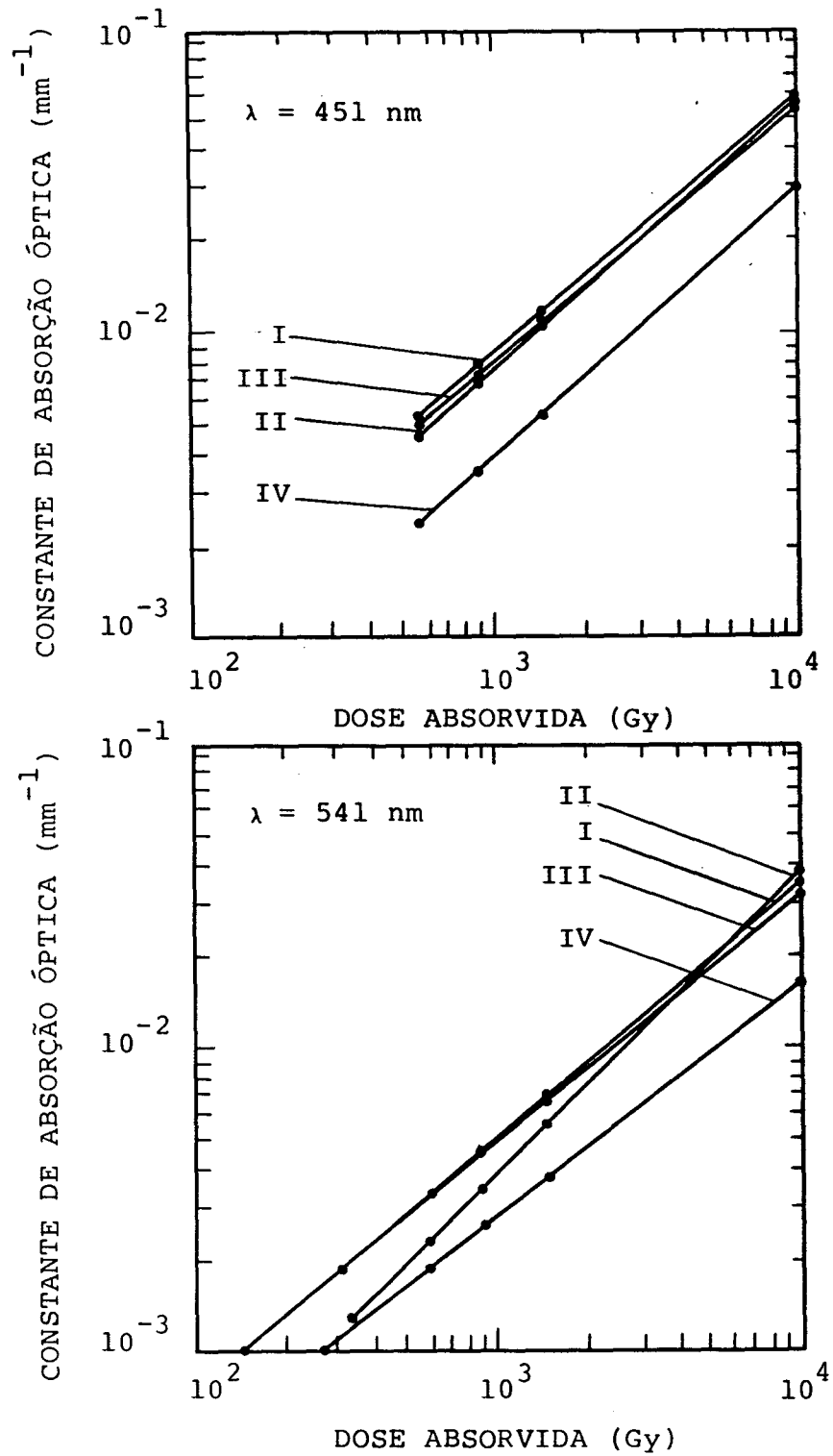


Figura 1 : Irradiação das amostras de vidro I,II,III e IV com  $^{137}\text{Cs}$ .

Técnica de avaliação: **espectrofotometria**

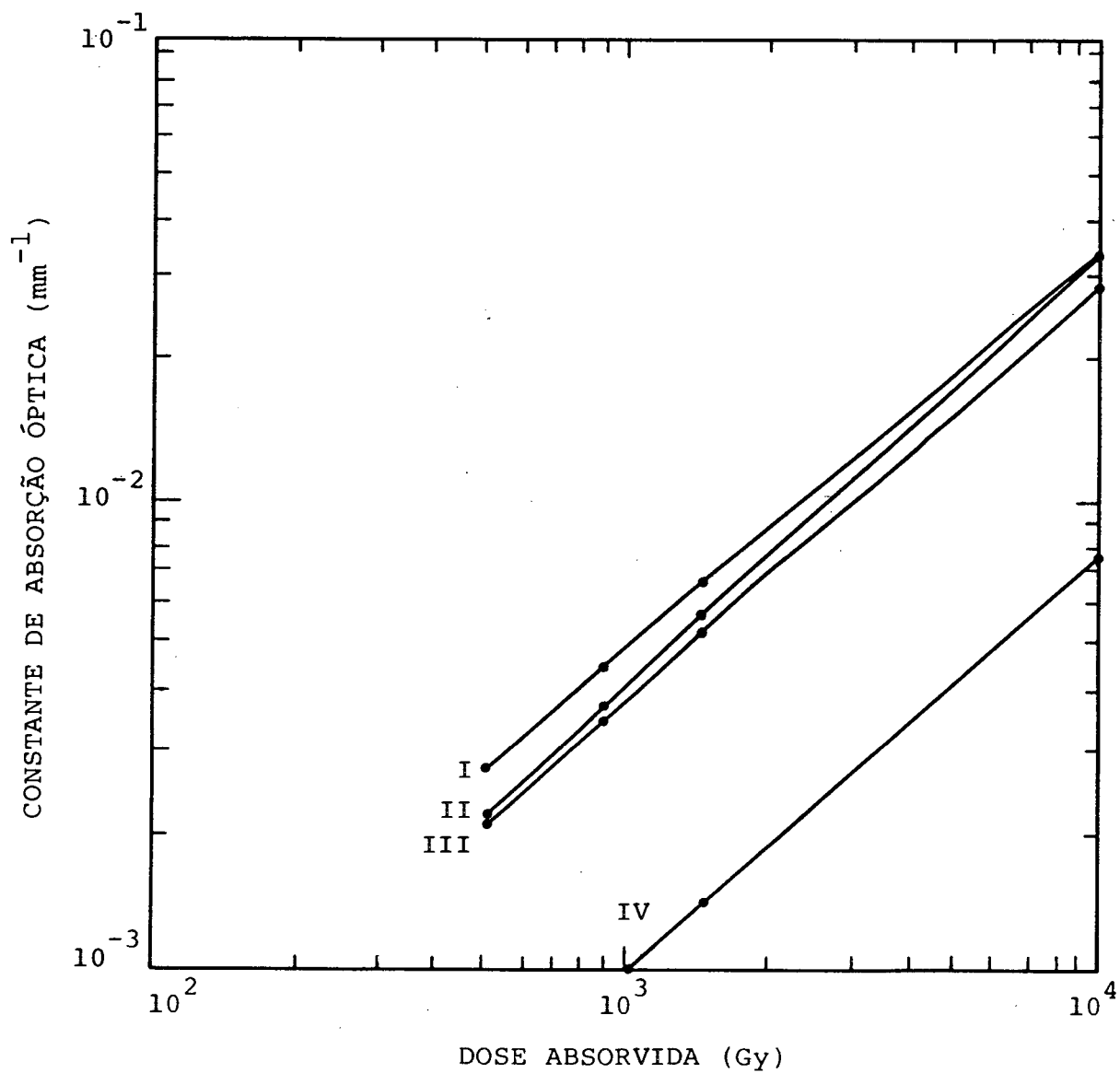


Figura 2 : Irradiação das amostras de vidro I,II,III e IV com <sup>137</sup>Cs.

Técnica de avaliação: densitometria.

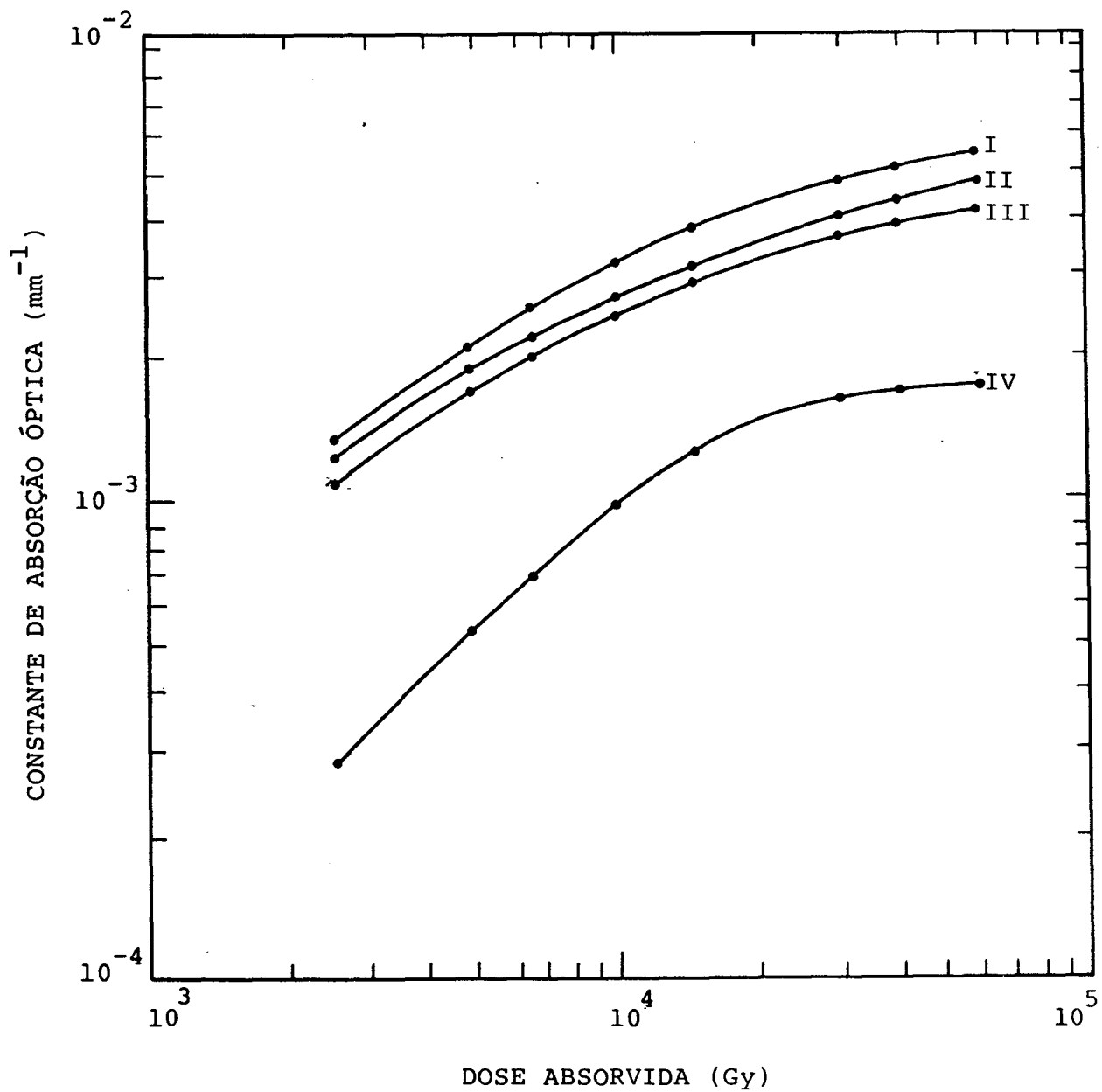


Figura 3 : Irradiação das amostras I,II,III e IV com elétrons de 1,06 MeV.

Técnica de avaliação: densitometria.

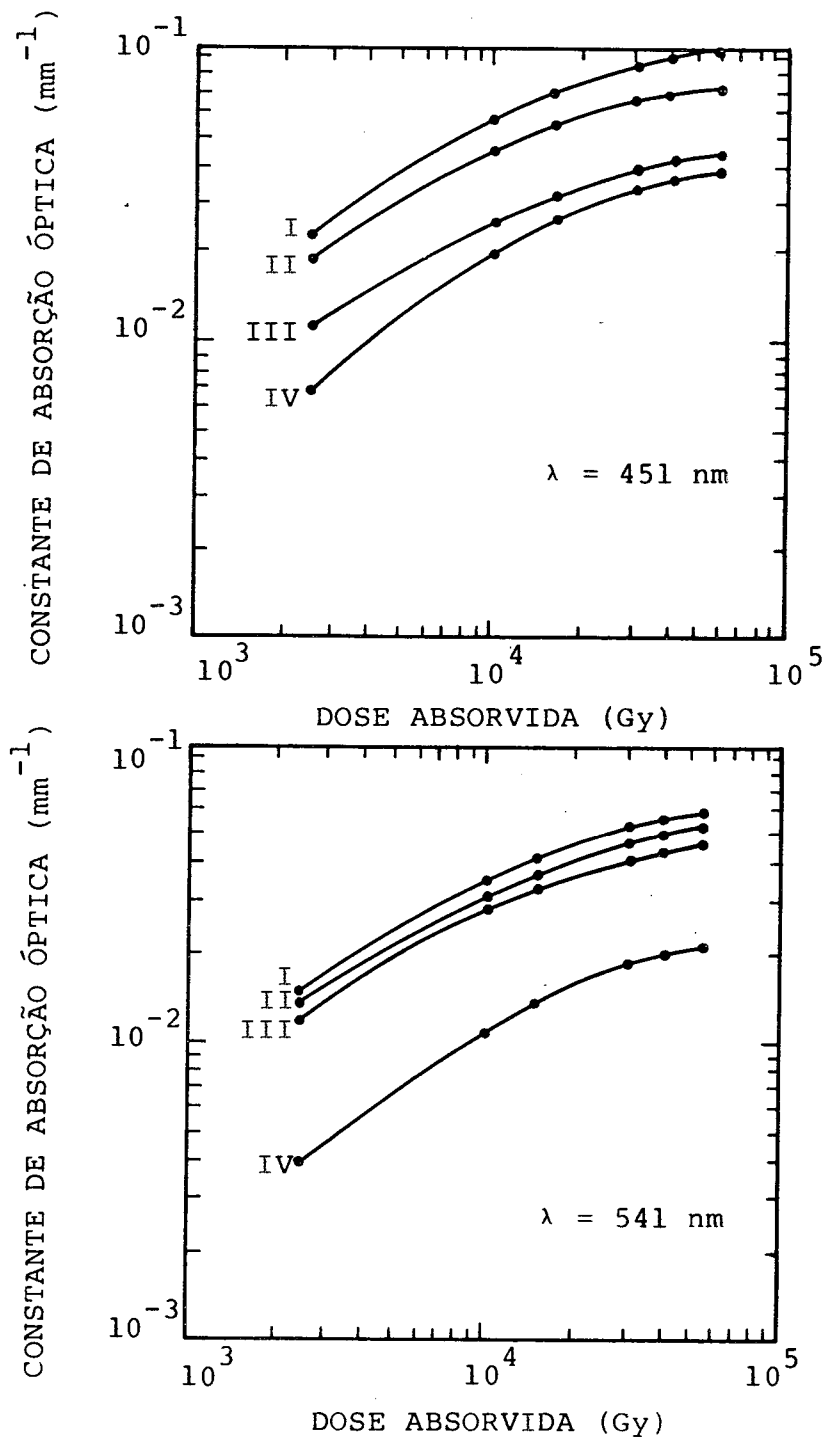
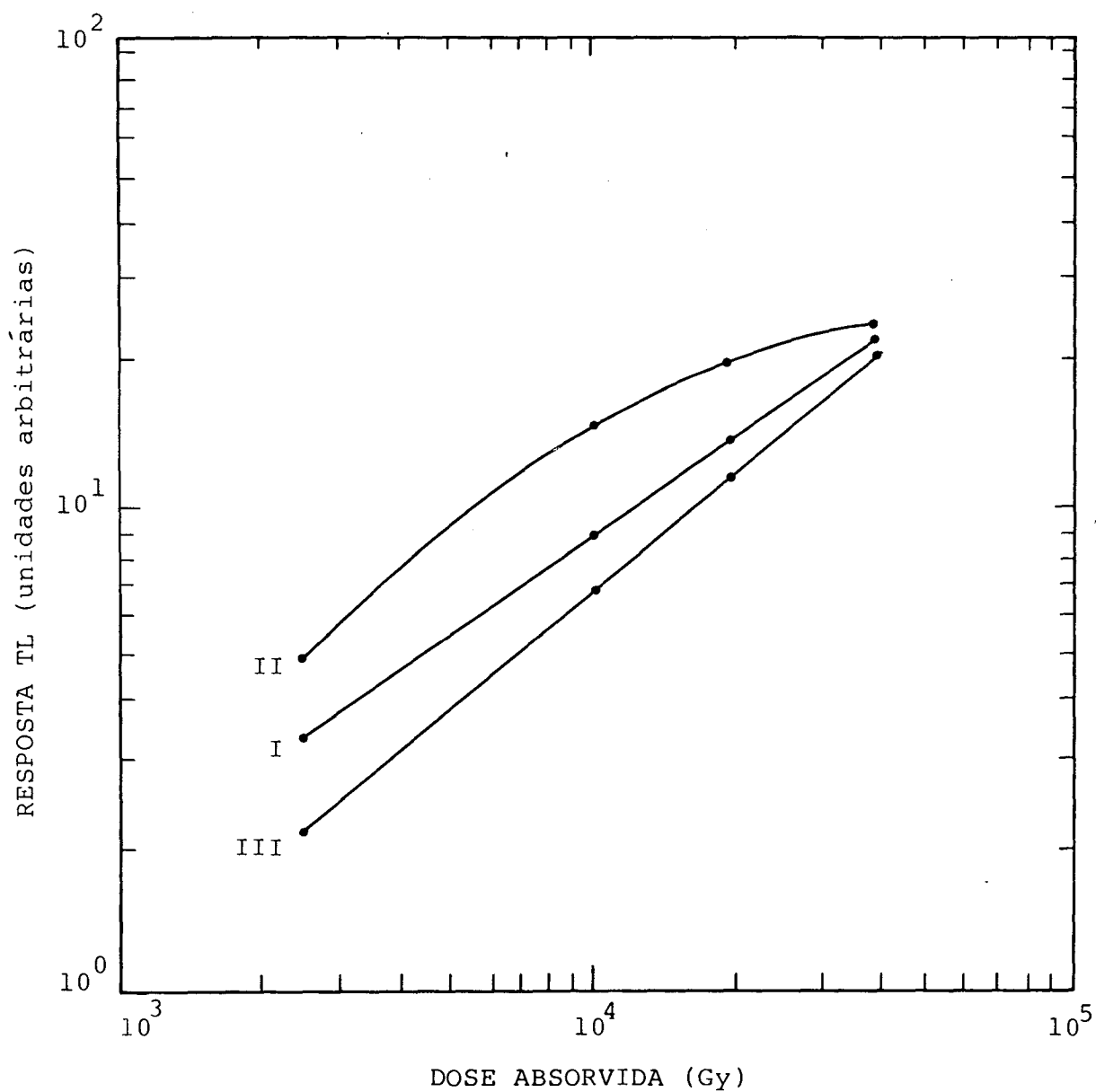


Figura 4 : Irradiação das amostras I, II, III e IV com elétrons de 1,06 MeV.  
Técnica de avaliação: **espectrofotometria.**





**Figura 5 :** Irradiação das amostras I, II e III com elétrons de 1,06 MeV.

Técnica de avaliação: **termoluminescência**