

# Estudo sobre a dose devido a neutrons em irradiações gama em radioterapia num acelerador Varian Clinac 2100C via detectores de traços de fissão.



M. Fukuda, A. L. Lixandrão Filho, J. C. Hadler, S. Guedes, A. C. Coelho



Grupo de Cronologia – Instituto de Física “Gleb Wataghin” – UNICAMP

Palavras-chave: Confeção de vidro; Dopagem com urânio; Dosimetria de neutrons; Método dos Traços de Fissão.

Agência Financiadora: PIBIC/CNPq - PRP

## Introdução

Um tratamento radioterápico em um acelerador linear, que opera em energias  $\geq 10$  MeV, além da radiação eletromagnética, pode gerar uma certa fluência indesejada de neutrons. O objetivo deste trabalho é investigar esta fluência de neutrons em diversos pontos próximos ao isocentro\* do acelerador linear.

\* Ponto virtual no qual o eixo central do campo de rotação e o eixo de rotação dos colimadores se interceptam

## Metodologia

### Detectores:



Figura 1: Vidro dopado

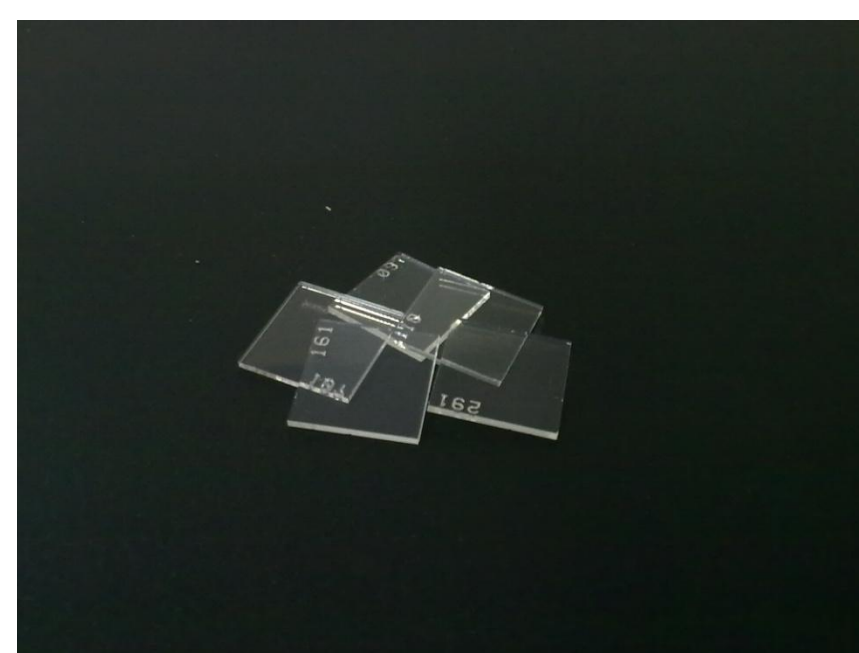


Figura 2: CR-39

Detectores (vidro dopado com urânio, justaposto a uma mica de  $\sim 1$  cm<sup>2</sup> e CR-39) foram irradiados no acelerador, conforme esquematizado nas figuras abaixo.

### Posicionamento dos detectores

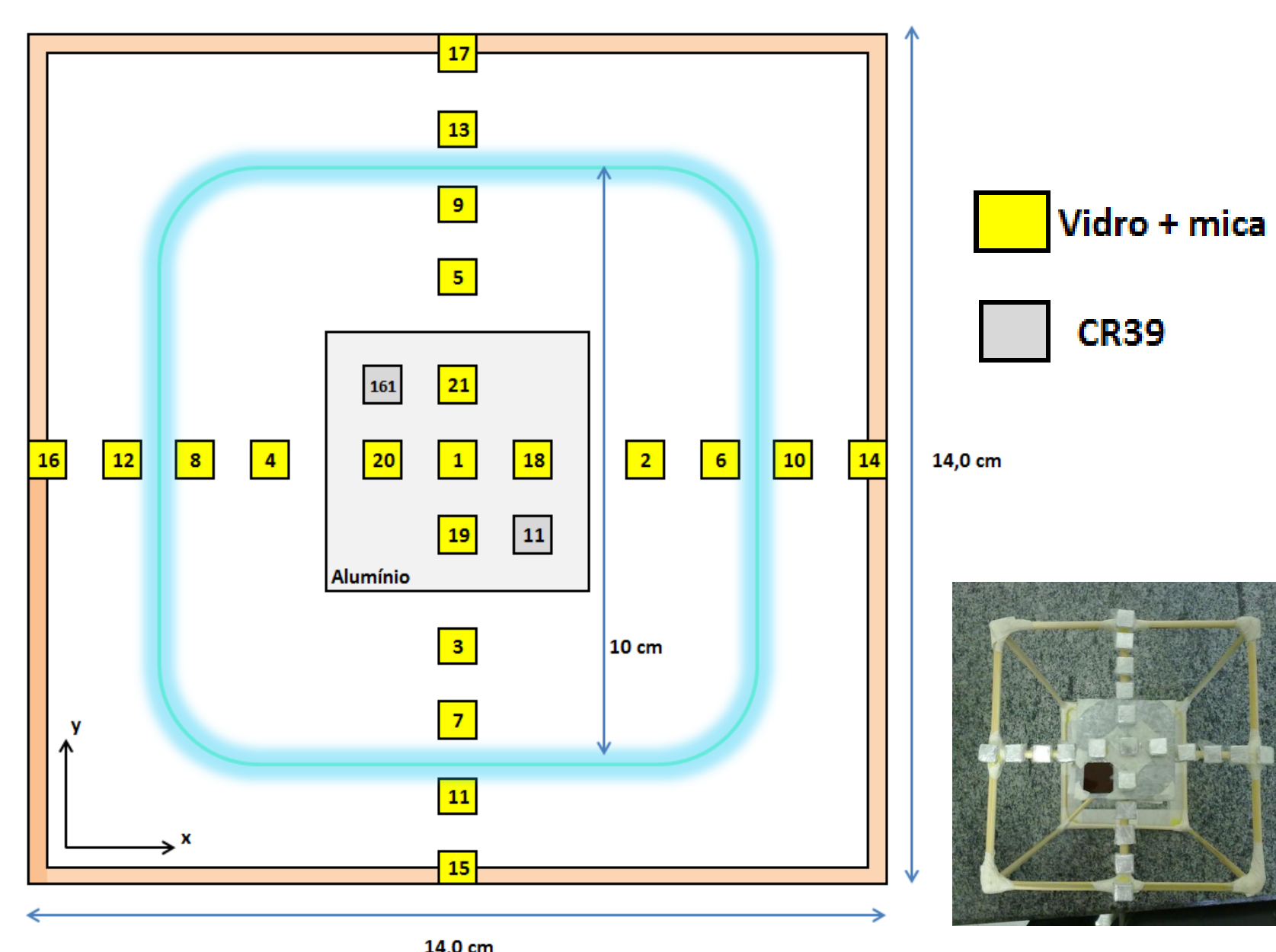


Figura 3: Vista superior da montagem

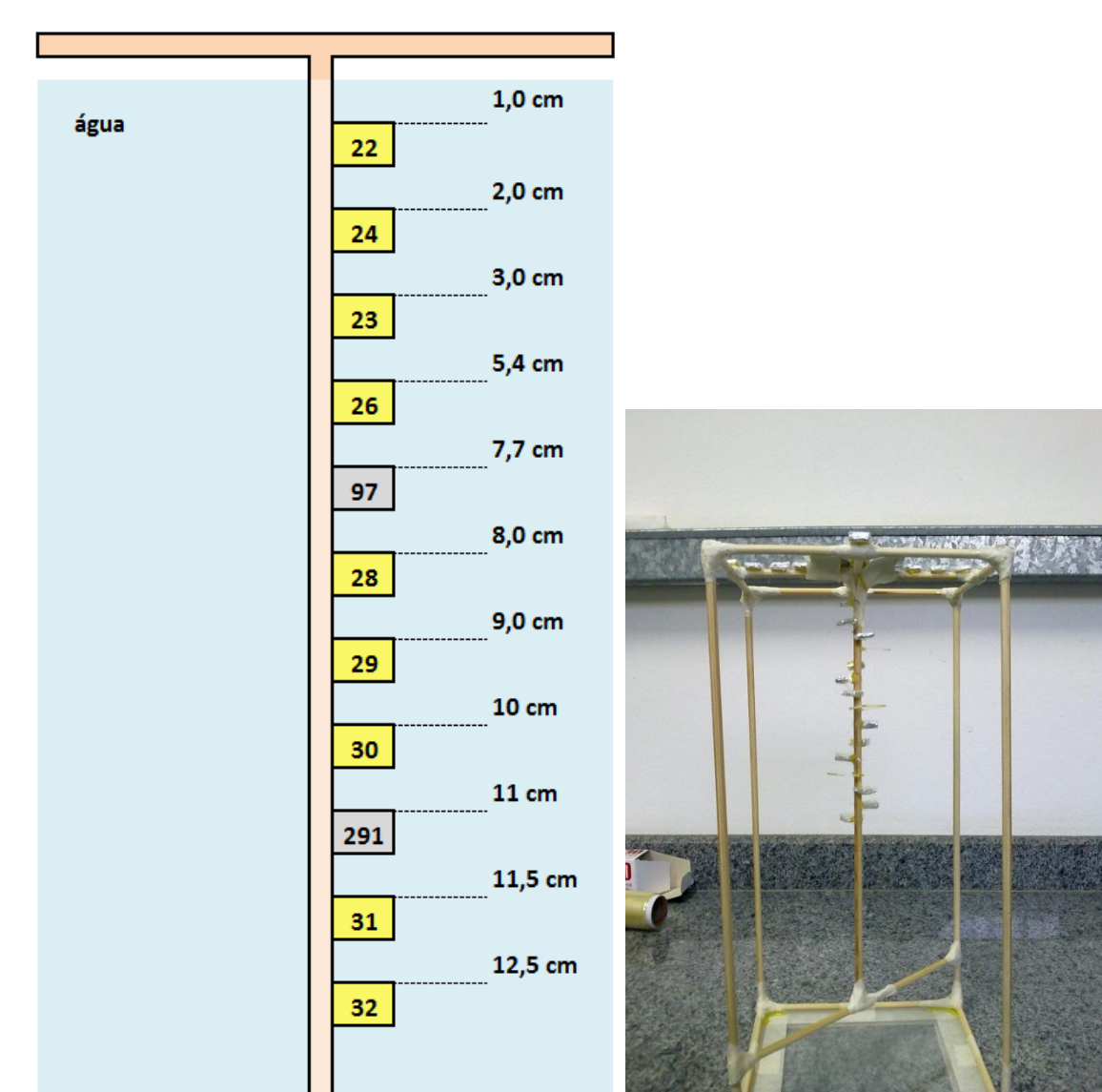


Figura 4: Vista lateral da montagem

### Irradiação dos detectores:

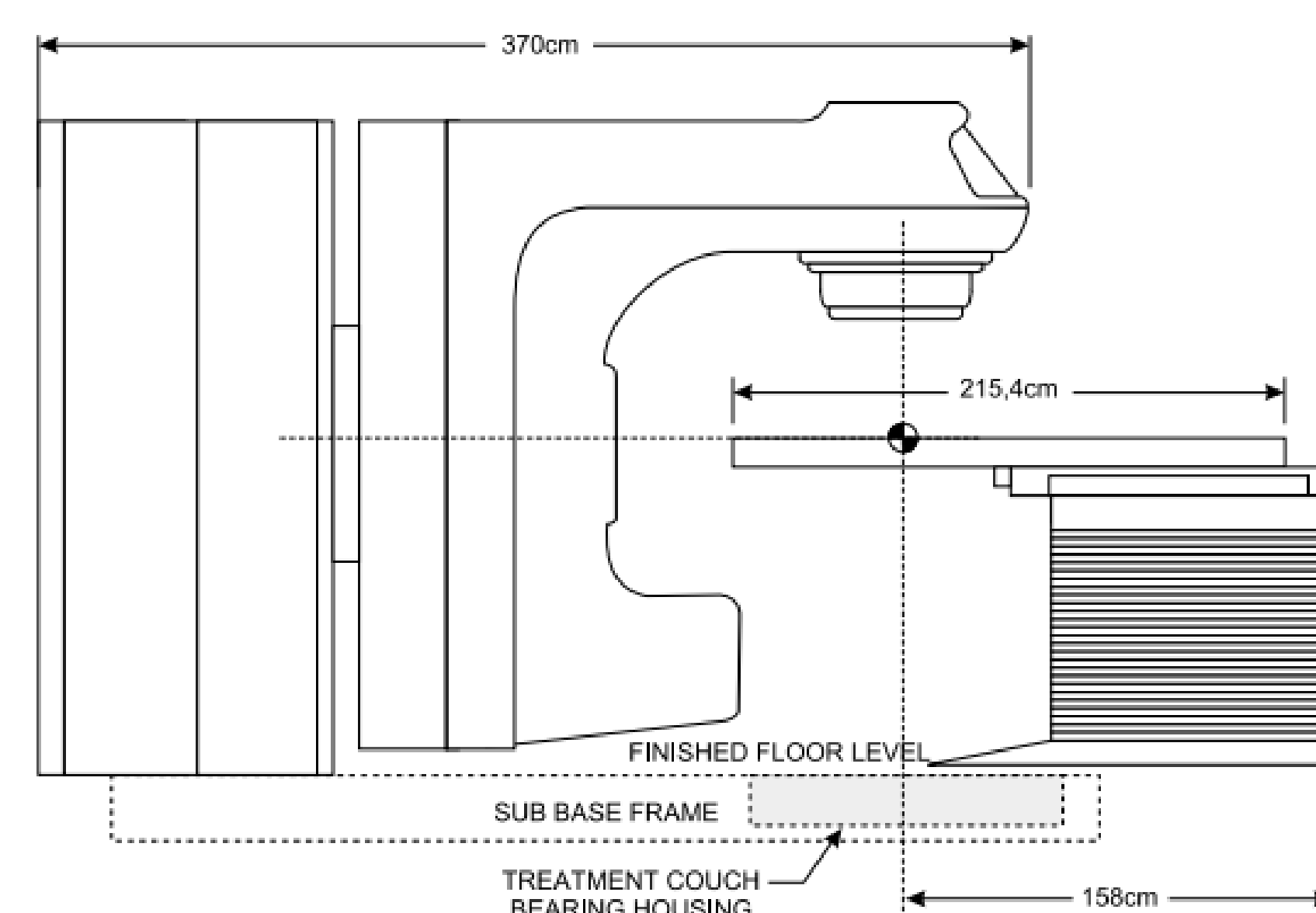


Figura 5: Acelerador linear 2100C

A montagem com detectores foi posicionada de forma que o detector 1 ficasse no isocentro do equipamento. E detectores da figura 4 ficassem submersos na água.

Distância: 100 cm

Campo: 10x10 cm<sup>2</sup>

Taxa de dose: 400UM/min

Irradiação: 10 x 900 UM

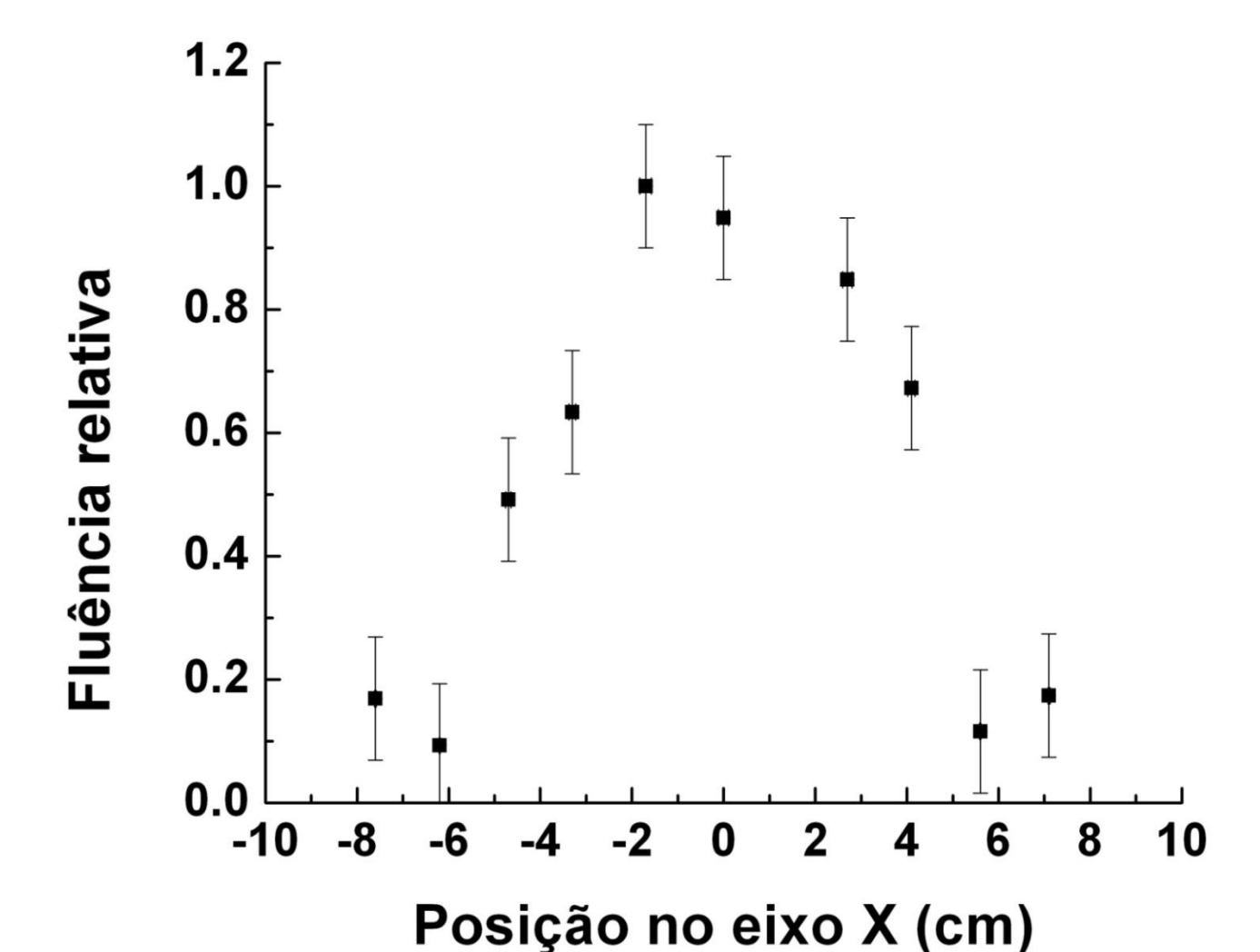
## Resultado

Após a irradiação, os detectores mica-vidro e CR-39 passaram por ataques químicos convenientes para que os traços (de fissão nos vidros e de recuo de prótons nos CR-39) que foram gravados nos detectores fossem amplificados a ponto de serem observáveis ao microscópio óptico:

### A) Detector de traços de fissão:



Figura 6: Traço de fissão na mica



Não houve clara correlação entre fluência de “neutrons térmicos” e profundidade de água no fantoma.

Há claro aumento da fluência relativa de neutrons no centro do campo de irradiação, conforme figura acima.

### B) Detector CR39:

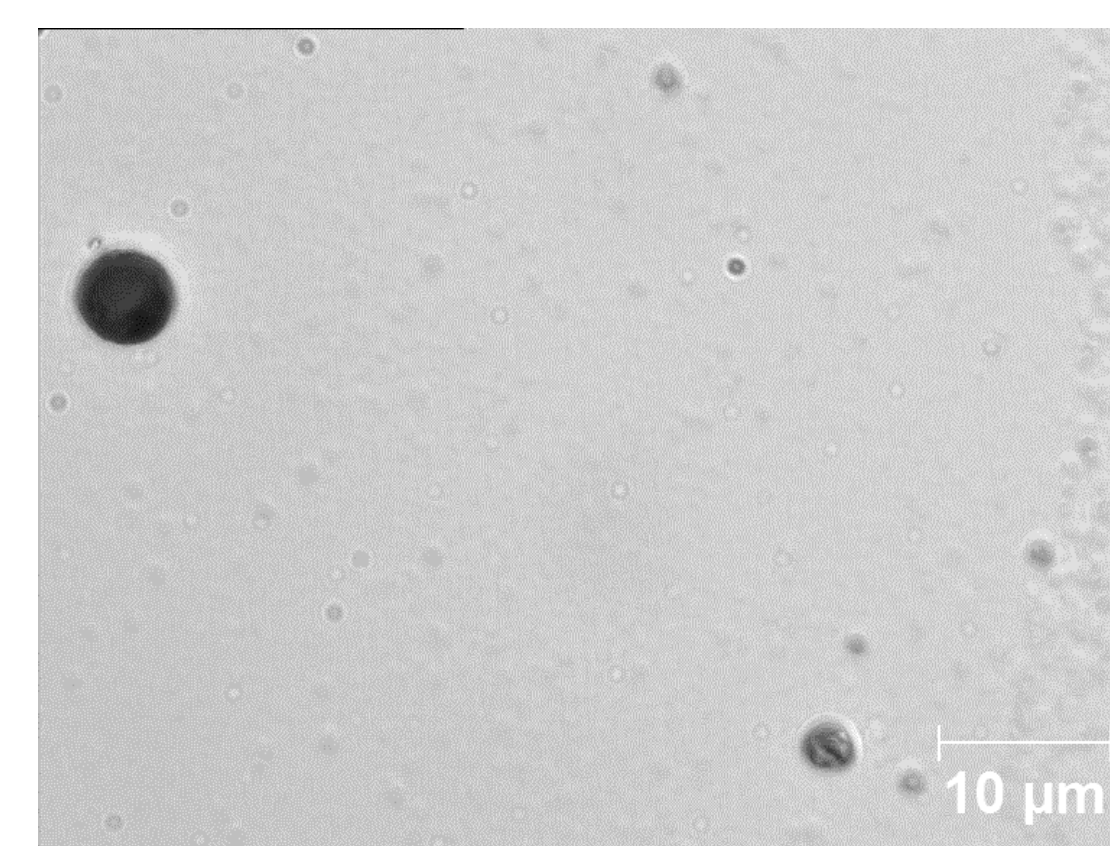
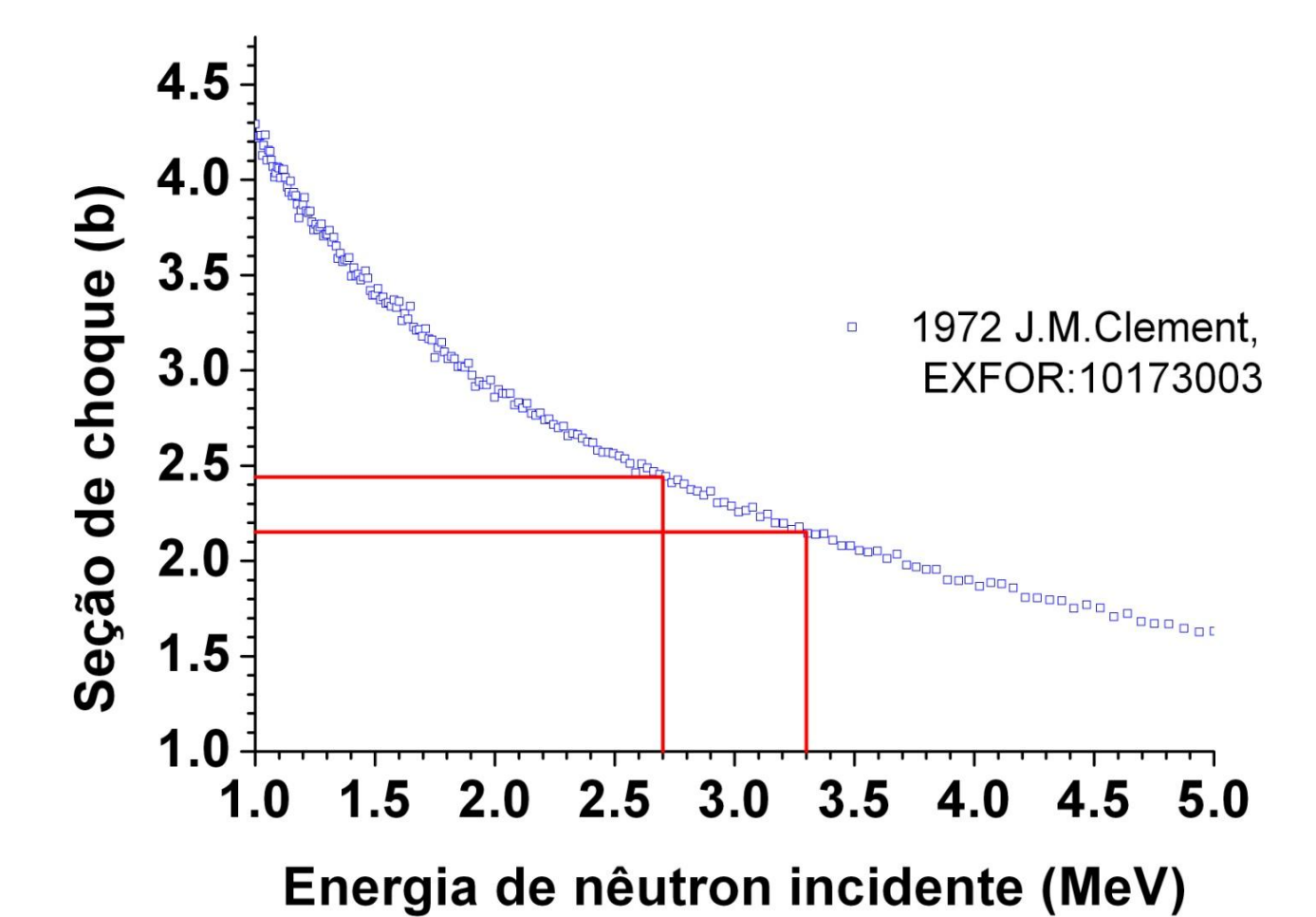
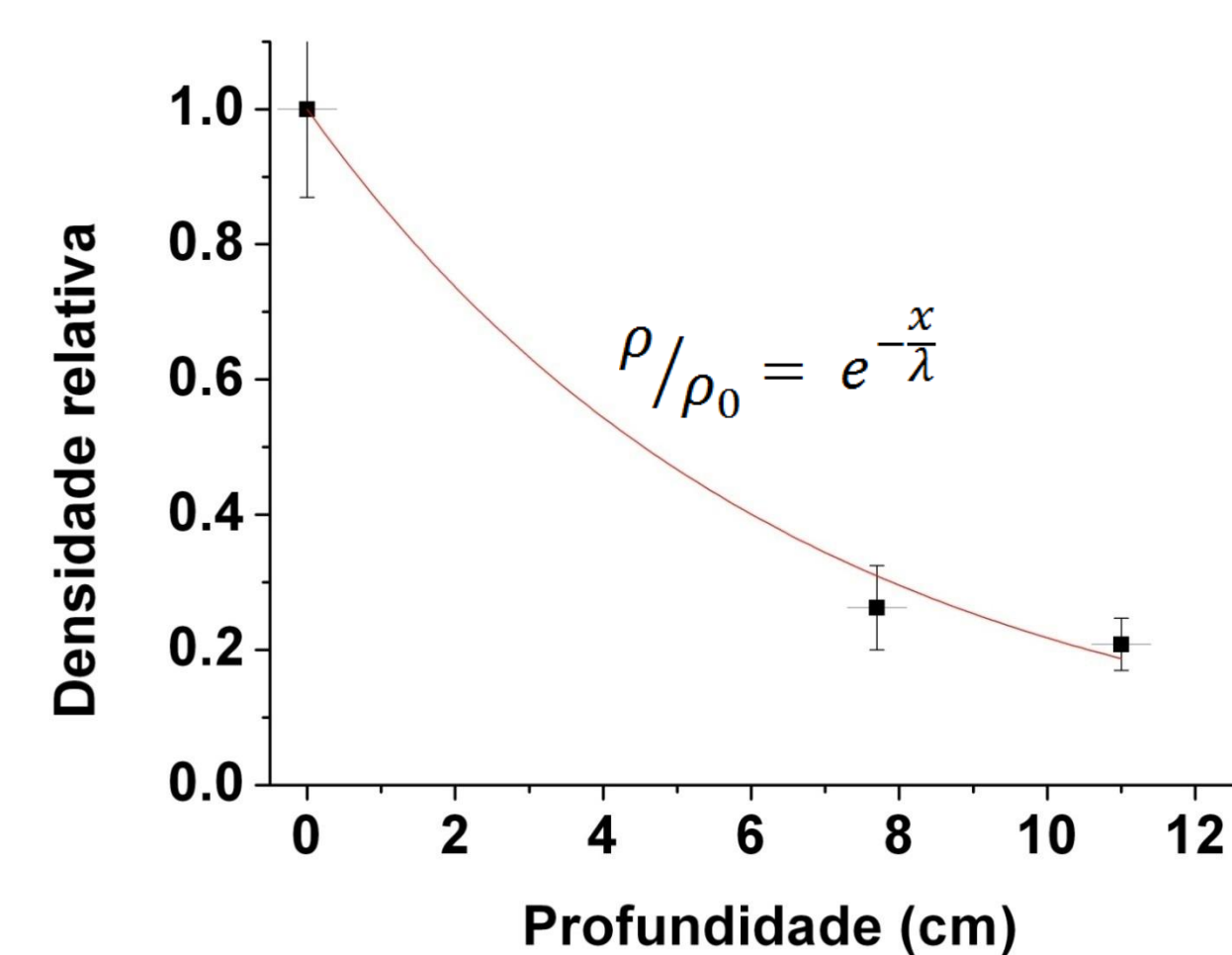


Figura 7: Traços no CR39

No caso do CR-39, a linearização da absorção exponencial do neutron/prótons no fantoma levou a um livre caminho médio ( $\lambda$ ) de 6,6 cm. Considerando que há  $6,69 \times 10^{23}$  átomos de hidrogênio por 1 cm<sup>3</sup> de água (n):  $\lambda = 1/n\sigma$  obtem-se  $\sigma \sim 2$  b, que tem um bom acordo com o a figura de seção de choque de espalhamento (n,p) mostrada abaixo, a qual se refere a uma faixa energia compatível com os neutrons produzidos no acelerador.



## Conclusão

Além do que foi concluído na frase precedente, a densidade superficial de prótons de recuo no CR-39, da ordem de  $1,4 \times 10^4$  medida no isocentro da irradiação pode ser transformada (El-Sersy, et al., NIM B, v215 p. 443, 2004 e Kumar V, et al. Indian Journal of Pure & Applied Physics, v48 p 466, 2010) numa fluência de neutrons entre 1 e  $5 \times 10^8$  neutrons/cm<sup>2</sup>, para neutrons com energia média de 2 MeV, que é compatível com a faixa de energia produzida no acelerador.

Os resultados deste trabalho, desta forma, são promissores e merecem ser investigados com mais profundidade.