

BR90 22544

ISSN 0101-3084



CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

DEPENDÊNCIA ANGULAR DAS CÂMARAS DE IONIZAÇÃO
DE PLACAS PARALELAS DO IPEN

Maria da Penha P. ALBUQUERQUE e Linda CALDAS

IPEN - PUB. - 262 .

PUBLICAÇÃO IPEN 262

AGOSTO/1989

SÃO PAULO

**DEPENDÊNCIA ANGULAR DAS CÂMARAS DE IONIZAÇÃO
DE PLACAS PARALELAS DO IPEN**

Maria da Penha P. ALBUQUERQUE e Linda CALDAS

DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

**CNEN/SP
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
SÃO PAULO – BRASIL**

Série PUBLICAÇÃO IPEN

INIS Categories and Descriptors

E41.10

**CALIBRATION
IONIZATION CHAMBERS
SOFT X RADIATION**

IPEN - Doc - 3396

Aprovado para publicação em 20/07/89.

Note: A redação, ortografia, conceitos e revisão final são de responsabilidade do(s) autor(es).

ANGULAR DEPENDENCE OF THE PARALLEL PLATE
IONIZATION CHAMBERS OF IPEN*

Maria da Penha P. ALBUQUERQUE and Linda CALDAS

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Caixa Postal 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - BRASIL

ABSTRACT

The ionization chambers with parallel plates designed and constructed at IPEN for the dosimetry of soft X-radiation fields were studied in relation to their angular dependence between 0 and $\pm 90^\circ$. The objective of this study is to verify the chambers response variation for small positioning errors during the field dosimetry used in Radiotherapy. The results were compared with those of commercial parallel plate ionization chambers used as secondary and tertiary standards.

(*) Paper presented at the III Brazilian Congress of Physicists in Medicine, held at Águas de Lindóia, São Paulo, Brazil, 23-26 August, 1989.

**DEPENDÊNCIA ANGULAR DAS CÂMARAS DE IONIZAÇÃO
DE PLACAS PARALELAS DO IPEN***

Maria da Penha P. ALBUQUERQUE e Linda CALDAS

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Caixa Postal 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - BRASIL

RESUMO

As câmaras de ionização de placas paralelas, projetadas e construídas no IPEN para dosimetria de feixes de radiação-X de baixas energias, foram estudadas em relação à sua dependência angular entre 0 e $\pm 90^\circ$. O objetivo deste estudo é a verificação da variação da resposta para pequenos erros no posicionamento das câmaras durante a dosimetria de feixes utilizados em Radioterapia. As câmaras superficiais padrões secundário e terciário comerciais foram utilizadas para comparação de comportamentos.

(*) Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Físicos em Medicina, Águas de Lindóia, São Paulo, 23-26 Agosto, 1989.

INTRODUÇÃO

As câmaras de ionização de placas paralelas são, normalmente, utilizadas por Clínicas de Radioterapia para a dosimetria de feixes de radiação- λ de baixas energias. Neste caso as câmaras de ionização devem sempre ser posicionadas frontalmente ao feixe primário da radiação. Mas, na prática, ao se posicionar o instrumento pode ocorrer uma pequena variação no ângulo de incidência da radiação.

O fator de calibração usado para a avaliação da exposição ou da dose é normalmente determinado para um feixe de radiação perpendicular à superfície do dosímetro. Como esta condição de calibração muitas vezes difere das condições de trabalho empregadas em alguns detectores, tem-se notado uma crescente preocupação em se desenvolver estudos para determinar a dependência angular de diversos tipos de instrumentos (3,5,6,7,9).

O objetivo deste trabalho foi estudar a dependência angular de câmaras de ionização de placas paralelas projetadas e construídas no IPEN (1,2), para radiação- λ de baixas energias, visando corrigir qualquer influência que possa haver na resposta das mesmas, devido ao posicionamento, assim como avaliar o comportamento das câmaras de fabricação nacional em campos de radiação com uma geometria diferente da citada acima, comparando seus resultados com os de câmaras similares importadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas duas câmaras de ionização de placas paralelas projetadas e construídas no IPEN. As duas câmaras são de Lucite, possuindo como material isolante Teflon e como janela de entrada Mylar aluminizado com $0,84 \text{ mg.cm}^{-2}$ de densidade superficial e com volume sensível de $0,6 \text{ cm}^3$. A diferença entre as duas câmaras é o material do eletrodo co-

letor e do anel de guarda, sendo que em uma delas é grafite e na outra é alumínio.

As câmaras foram conectadas ao eletrômetro PTW (Physikalisch-Technische Werkstätten), Alemanha, modelo SN4, mas elas podem também ser acopladas ao eletrômetro Nuclear Enterprises Ltd (N.E.), Inglaterra, modelo 2502/3, do tipo Baldwin Farmer, que é o mais usual em dosimetria de feixes nas Clínicas de Radioterapia.

As irradiações foram realizadas com o sistema de raios-X de baixas energias pertencente ao Laboratório de Calibração do IPEN, de marca Rigaku Denki (60 kV), Japão, com tubo Philips, Holanda, modelo PW 2184/00, janela com 1mm de berílio e alvo de tungstênio. Suas características estão representadas na Tabela I.

TABELA I

Características do Sistema de Raios-X Rigaku Denki.

Distância foco-câmara: 52,6 cm. Diâmetro do campo: 7,0 cm.

Tensão kV	Corrente mA	Filtração adicional mmAl	Camada semi-redutora mmAl	Taxa de exposição $C.kg^{-1}.min^{-1}$
25	30	0,445	0,26	$1,01 \times 10^{-2}$
40	30	0,682	0,56	$1,50 \times 10^{-2}$
50	25	1,021	0,91	$1,19 \times 10^{-2}$

As câmaras foram irradiadas no ar, tomando-se como referência a superfície das janelas de entrada. A resposta das câmaras foi medida variando-se o ângulo de incidência da radiação entre 0 e $\pm 90^\circ$, onde 0° significa uma irradiação frontal.

Foram utilizados para comparação os resultados apresentados pela

Nuclear Enterprises Ltd⁽⁸⁾ para duas câmaras de ionização de placas paralelas de sua fabricação, de modelos 2532/3 (volume $0,03 \text{ cm}^3$) e 2536/6 (volume $0,3 \text{ cm}^3$), também do Laboratório de Calibração.

RESULTADOS

O interesse em se estudar as câmaras de ionização de placas paralelas com eletrodos coletores de grafite e de alumínio está, principalmente, no fato de que a utilização do conjunto (as duas câmaras sucessivamente) possibilita a determinação da energia efetiva em campos de radiação- λ constituindo um sistema tandem⁽⁴⁾, além do que a câmara com eletrodo coletor de grafite possui um comportamento muito semelhante ao de câmaras comerciais do tipo padrão secundário devido a sua baixa dependência energética⁽¹⁾.

A Figura 1 mostra a dependência angular da câmara de ionização com eletrodo coletor e anel de guarda de alumínio, para 25, 40 e 50 kV. Todas as medidas foram normalizadas em relação à irradiação frontal (0°). Pode-se verificar que a câmara apresentou uma dependência angular inferior a 5% de 0 a $\pm 60^\circ$ para 25 kV e de 0 a $\pm 45^\circ$ para 40 e 50 kV.

A dependência angular da câmara com eletrodo coletor e anel de guarda de grafite está apresentada na Figura 2, onde se pode notar uma dependência angular inferior a 5% de 0 a $\pm 60^\circ$ para todas as energias.

Todos os valores representam uma média de cinco leituras, sendo que a incerteza associada para todos os casos se mostrou inferior a 1% para um nível de confiança de 99%.

A Figura 3 representa os dados fornecidos pela NE⁽⁸⁾ e mostra o comportamento de duas câmaras comerciais quanto à variação angular, sendo que uma delas é do tipo padrão terciário (Fig. 3A) e outra é o padrão secundário do Laboratório de Calibração do IPEN (Fig. 3B). As duas câmaras possuem eletrodos coletores de grafite e demonstram uma dependência angular inferior a 5% de 0 a $\pm 60^\circ$ para 20, 40 e 60 kV.

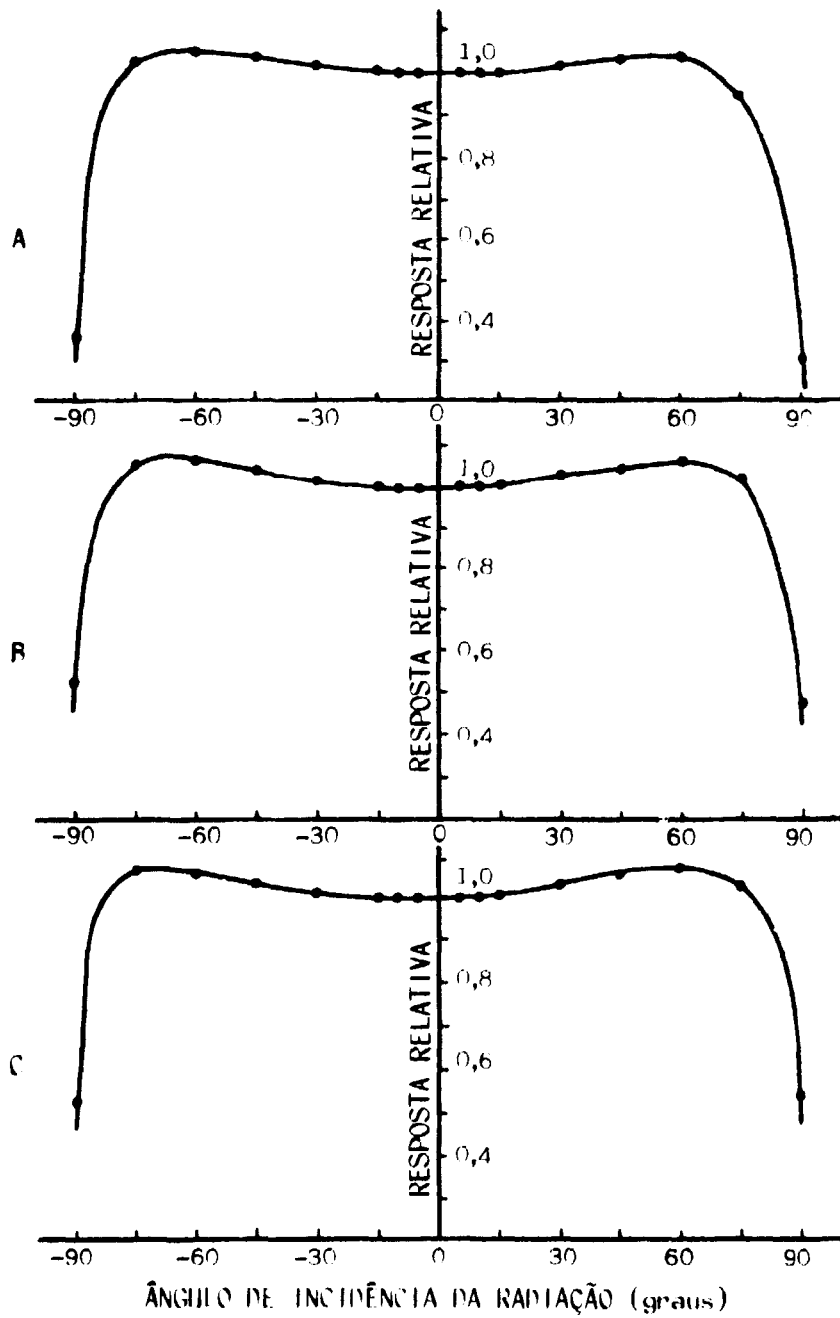


Fig. 1: Dependência angular da resposta da câmara de ionização de placas paralelas com eletrodo coletor de alumínio, para radiação-X de 25 kV (A), 40 kV (B) e 50 kV (C). As medidas foram normalizadas para irradiação frontal (0°).

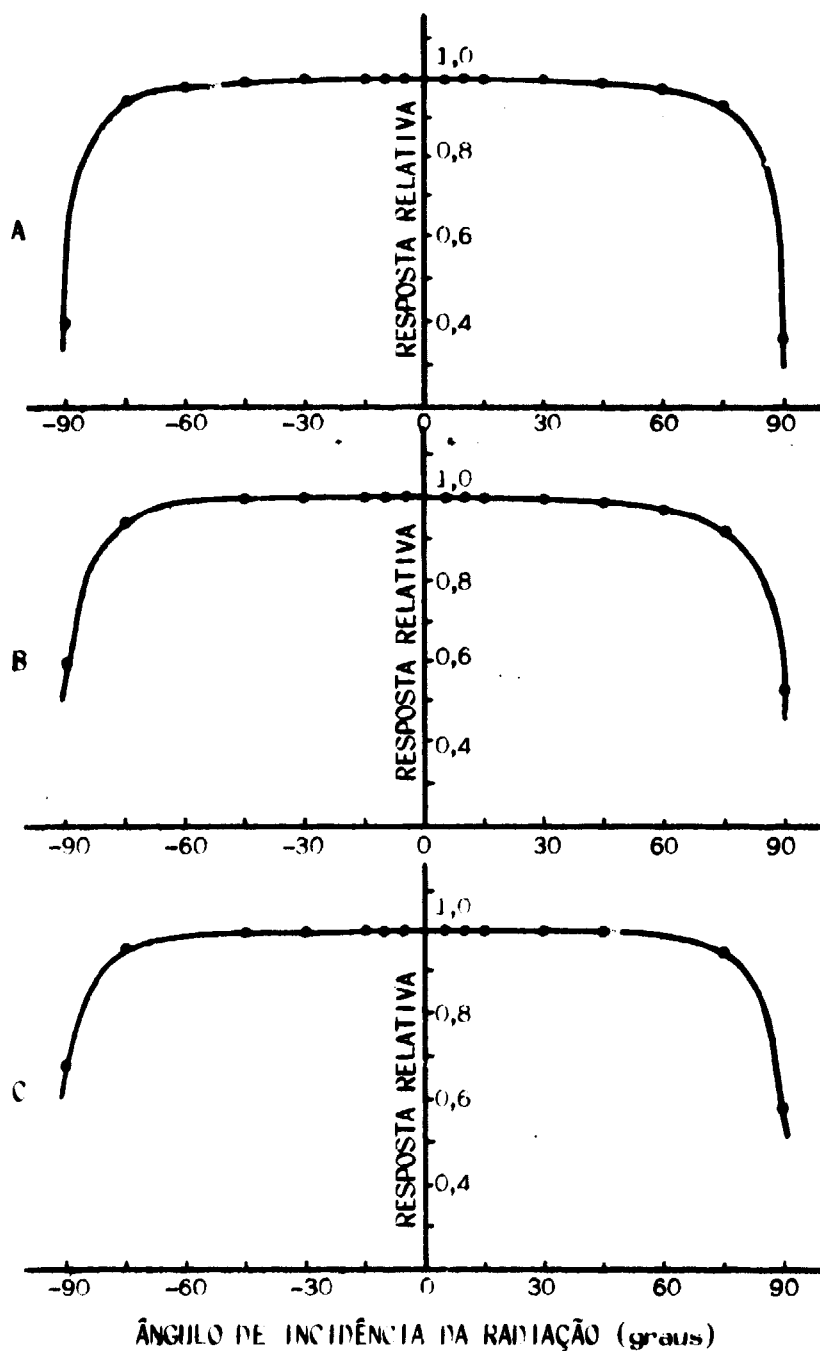


Fig. 2: Dependência angular da resposta da câmara de ionização de placas paralelas com eletrodo coletor de grafite, para radiação- λ de 25 kV (A), 40 kV (B) e 50 kV (C). As medidas foram normalizadas para irradiação frontal (0°).

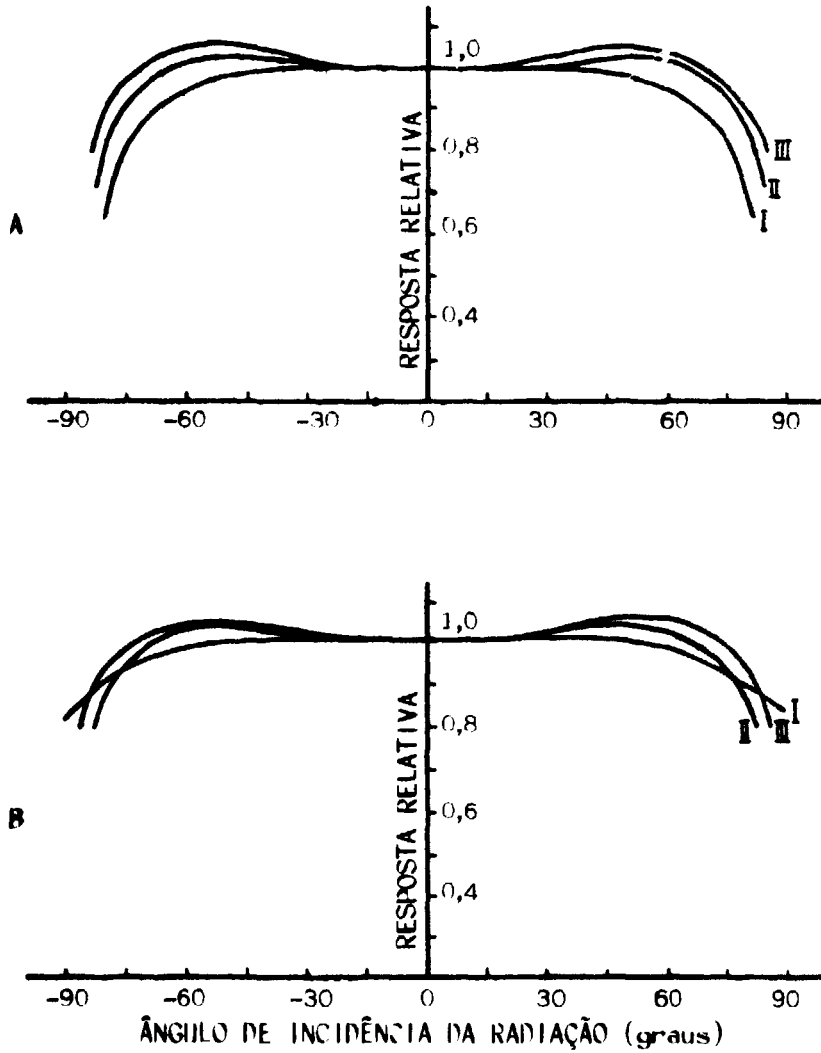


Fig. 3: Dependência angular das câmaras de ionização de placas paralelas comerciais fabricadas pela NE⁽⁸⁾, para radiação-X de 20 kV (I), 40 kV (II) e 60 kV (III).

A: Câmara padrão terciário modelo 2532/3, volume $0,03 \text{ cm}^3$;

B: Câmara padrão secundário modelo 2536/3, volume $0,3 \text{ cm}^3$.

CONCLUSÕES

Comparando-se os resultados, conclui-se que as câmaras de ionização de placas paralelas desenvolvidas no IPEN, cuja dependência energética já foi estudada demonstrando boas características metroológicas, possuem comportamentos similares aos de câmaras comerciais do mesmo tipo (importadas), principalmente a câmara com eletrodo coletor e anel de guarda de grafite, que é a utilizada para a determinação da exposição em dosimetria de feixes e que pode ser comparada ao padrão secundário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, M.P.P. & CALDAS, L.V.E. New ionization chambers for beta and X-radiation. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Radiation physics: 4th international symposium on... held at São Paulo, Oct. 3-7, 1988*. São Paulo, 1988. *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res.* (Aceito para publicação).
2. ALBUQUERQUE, M.P.P. & CALDAS, L.V.E. Projeto e construção de uma câmara de ionização de placas paralelas. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FÍSICOS EM MEDICINA. *Físicos em Medicina: anais do II congresso brasileiro de...* São Paulo, outubro de 1987. São Paulo, 1987. p. 193-196.
3. ALBUQUERQUE, M.P.P.; XAVIER, M.; CALDAS, L.V.E. Resposta energética e angular de detectores para radiação beta. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR. *Energia Nuclear: anais do II congresso geral de ...*, Rio de Janeiro, 23-28 abril, 1988. Rio de Janeiro, 1988. v. 3, p. 83-92.
4. CALDAS, L.V.E. A tandem system of ionization chambers for effective energy determination of unknown X-radiation fields. *Med. Phys.* (Submetido para publicação).

5. CHRISTENSEN, P. & PROKIÉ, M. Energy and angular response of TL dosimeters for beta ray dosimetry. *Radiat. Prot. Dosim.*, 17:83-87, 1986.
6. DUTT, J.C.; MINGJUN, C.; BARTLETT, D.T. The energy and angle dependence of response of the Vinten extremity dosimeter to beta radiation. *Radiat. Prot. Dosim.*, 25(2):127-131, 1988.
7. KING, C.W. The angular response of lithium fluoride for several beta emitters. *Radiat. Prot. Dosim.*, 17:111-114, 1986.
8. NUCLEAR Enterprises Ltd. - Bulletin No 496, May 1978.
9. PLATO, P.; LEIB, R.; MIKLOS, J. Two methods for examining angular response of personnel dosimeters. *Health Physics*, 34(6):597-606, 1988.

CONCLUSÕES

Comparando-se os resultados, conclui-se que as câmaras de ionização de placas paralelas desenvolvidas no IPEN, cuja dependência energética já foi estudada demonstrando boas características metroológicas, possuem comportamentos similares aos de câmaras comerciais do mesmo tipo (importadas), principalmente a câmara com eletrodo coletor e anel de guarda de grafite, que é a utilizada para a determinação da exposição em dosimetria de feixes e que pode ser comparada ao padrão secundário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, M.P.P. & CALDAS, L.V.E. New ionization chambers for beta and X-radiation. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Radiation physics: 4th international symposium on... held at São Paulo, Oct. 3-7, 1988*. São Paulo, 1988. *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res.* (Aceito para publicação).
2. ALBUQUERQUE, M.P.P. & CALDAS, L.V.E. Projeto e construção de uma câmara de ionização de placas paralelas. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FÍSICOS EM MEDICINA. *Físicos em Medicina: anais do II congresso brasileiro de...* São Paulo, outubro de 1987. São Paulo, 1987. p. 193-196.
3. ALBUQUERQUE, M.P.P.; XAVIER, M.; CALDAS, L.V.E. Resposta energética e angular de detectores para radiação beta. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR. *Energia Nuclear: anais do II congresso geral de ...*, Rio de Janeiro, 23-28 abril, 1988. Rio de Janeiro, 1988. v. 3, p. 83-92.
4. CALDAS, L.V.E. A tandem system of ionization chambers for effective energy determination of unknown X-radiation fields. *Med. Phys.* (Submetido para publicação).

5. CHRISTENSEN, P. & PROKIÉ, M. Energy and angular response of TL doseimeters for beta ray dosimetry. *Radiat. Prot. Dosim.*, 17:83-87, 1986.
6. DUTT, J.C.; MINGJUN, C.; BARTLETT, D.T. The energy and angle dependence of response of the Vinten extremity doseimeter to beta radiation. *Radiat. Prot. Dosim.*, 25(2):127-131, 1988.
7. KING, C.W. The angular response of lithium fluoride for several beta emitters. *Radiat. Prot. Dosim.*, 17:111-114, 1986.
8. NUCLEAR Enterprises Ltd. - Bulletin No 496, May 1978.
9. PLATO, P.; LEIB, R.; MIKLOS, J. Two methods for examining angular response of personnel doseimeters. *Health Physics*, 34(6):597-606, 1988.