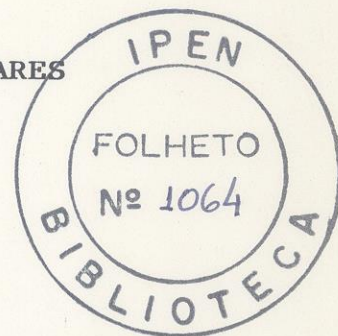


CALIBRAÇÃO DE DETECTORES PORTÁTEIS DE RADIAÇÃO GAMA E BETA

Linda V.E. Caldas e Nicolás J. da Silveira

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Caixa Postal 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - BRASIL



Os processos de calibração devem considerar a utilização proposta dos instrumentos. Um monitor de radiação estará devidamente calibrado quando ele puder medir de modo preciso e exato a radiação do ambiente a que ele se destina.

O Laboratório de Calibração de Instrumentos de São Paulo vem executando serviços de calibração de detectores portáteis de radiação gama e beta desde 1980 (Fig. 1). São calibrados monitores do tipo Geiger-Müller, câmaras de ionização, detectores sonoros, canetas dosimétricas, monitores de área, etc. (Fig. 2), utilizando um método que leva em conta que raramente é possível a determinação de fatores de calibração simples através do teste de linearidade das escalas dos instrumentos.

Existem diversas normas e publicações internacionais que sugerem métodos para a calibração de instrumentos⁽¹⁻⁴⁾. O procedimento utilizado no presente trabalho não infringe nenhuma destas normas, mas possibilita ao usuário condições, de maneira simples, de obter resultados mais exatos para quando houver necessidade.

O objetivo do presente trabalho é mostrar as vantagens do método utilizado no IPEN para calibrar os monitores portáteis.

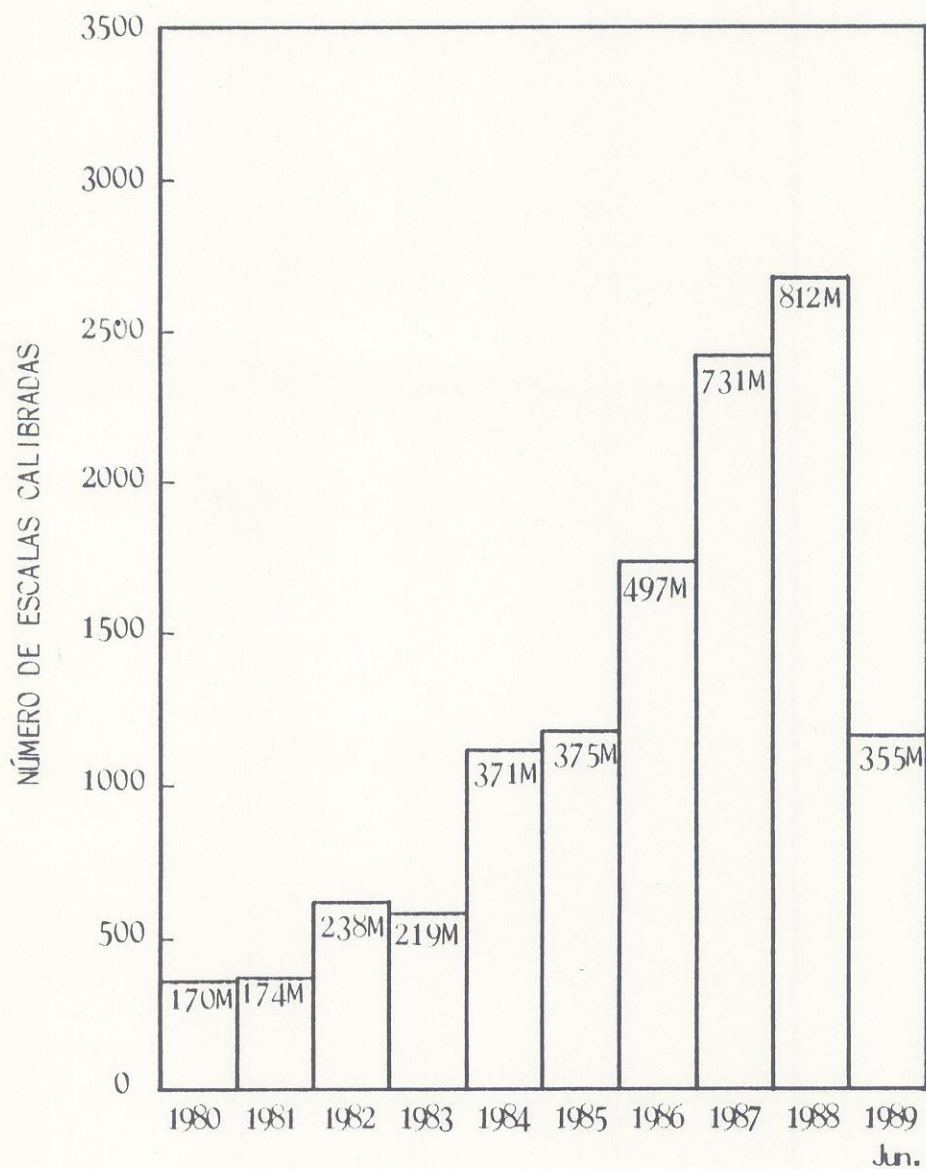


Fig. 1 : Número de monitores (M) portáteis calibrados pelo Laboratório de Calibração do IPEN.

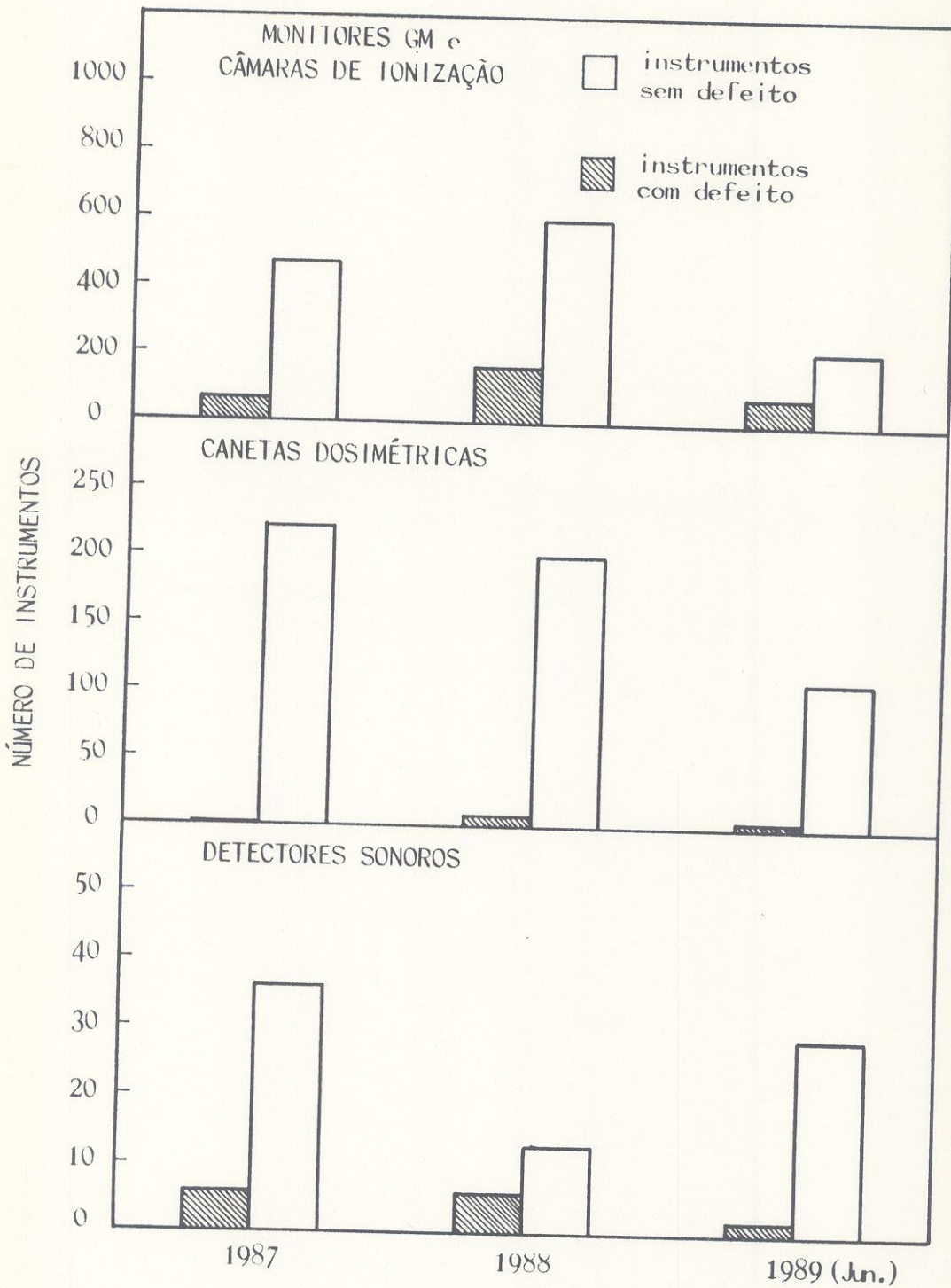
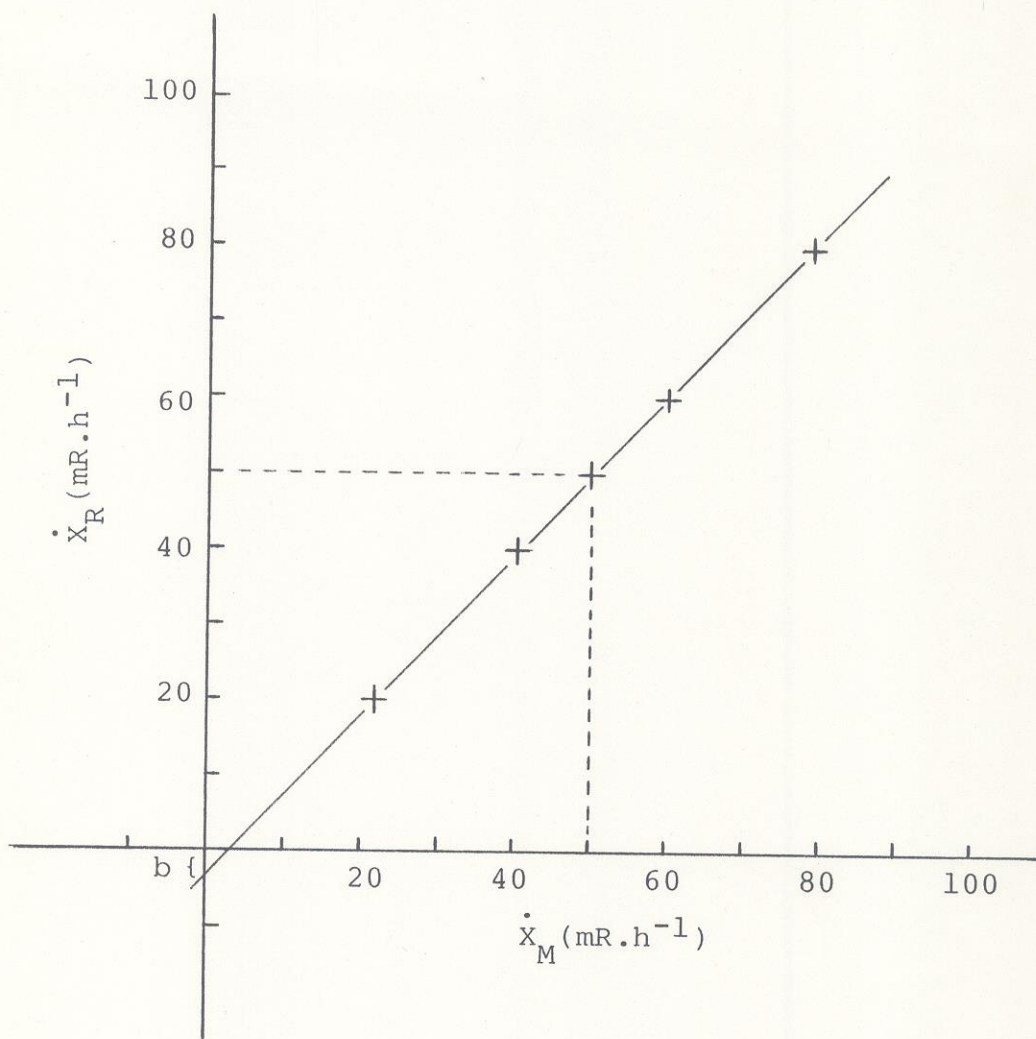


Fig. 2 : Número de instrumentos calibrados, entre 1987 e 1989 (Junho), em relação ao número de instrumentos que não apresentaram condições de calibração.

MÉTODO UTILIZADO

As medidas são tomadas entre 20 e 80% de todas as escalas, submetendo-se os instrumentos aos campos padrões de radiação gama de ^{60}Co e ^{137}Cs . Os fatores de calibração são obtidos pela determinação dos parâmetros das retas ajustadas das taxas de exposição reais em função das medidas. O ajuste é realizado a 50% de cada escala, sempre que houver esta possibilidade.



$$\dot{X}_R = a \cdot \dot{X}_M + b$$

\dot{X}_R = taxa de exposição real

\dot{X}_M = taxa de exposição medida

a,b = parâmetros da reta ajustada

TABELA 1

Parâmetros (a,b) de escalas ajustados a 50% de diferentes instrumentos do tipo Geiger-Müller com radiação gama.

Procedência	Modelo	Escala mR/h	a	b mR/h
Nacional	B	100	1,02	-2,59
Nacional	B	10	1,04	$-3,32 \times 10^{-2}$
Nacional	C	1	0,971	$-2,25 \times 10^{-2}$
Exterior	C'	10	0,977	$+1,28 \times 10^{-1}$
Exterior	D'	1	1,00	$-4,72 \times 10^{-2}$
Nacional	D	10	1,05	-2,05
Nacional	D	100	1,17	-57,1
Nacional	E	100	1,15	-55,0
Exterior	D'	100	1,14	-45,9
Exterior	E'	10	1,14	+5,83

Os cinco primeiros exemplos apresentam valores baixos de b (são menores que 10% do fundo da escala), podendo ser desprezados conforme o caso, e os cinco últimos, valores altos de b (são maiores que 10% do fundo da escala), que têm que ser levados em conta.

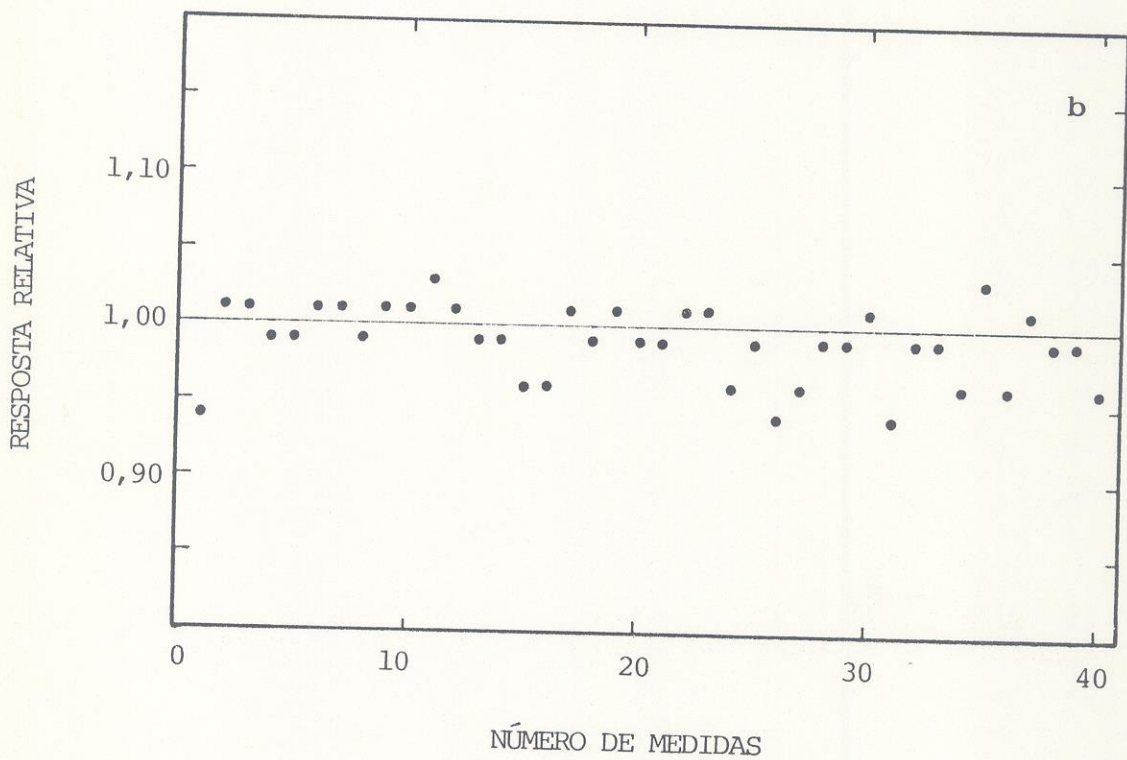
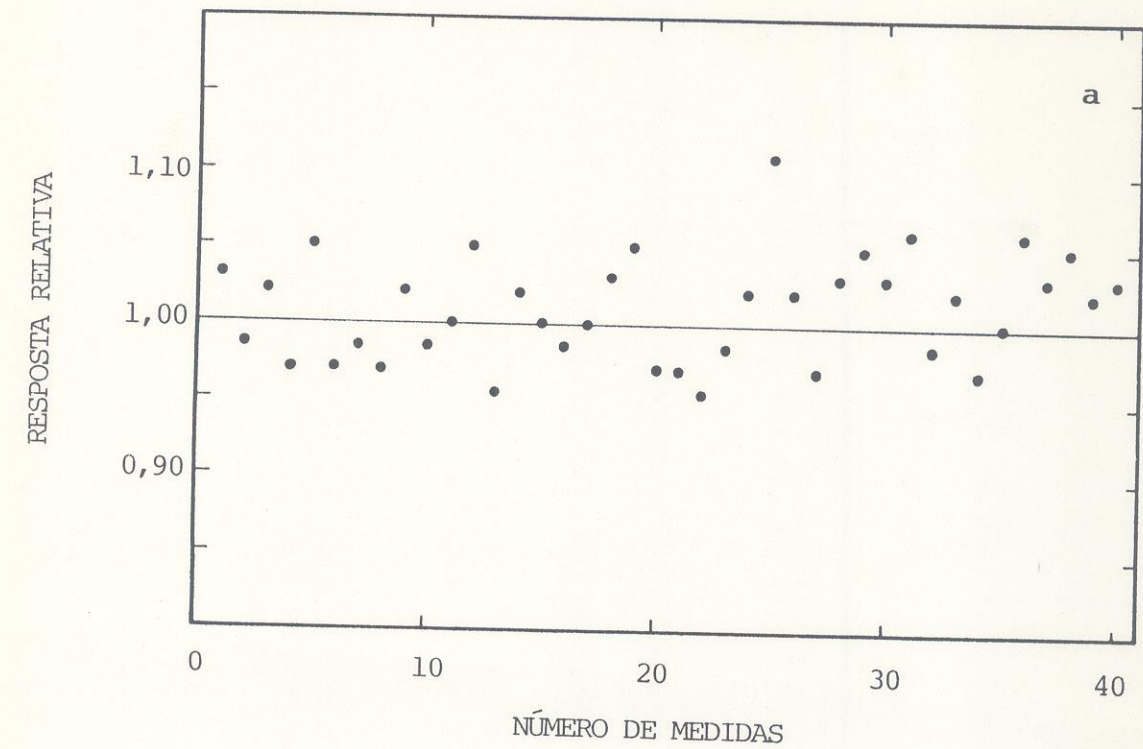


Fig. 3 : Estabilidade a longo prazo de um detector tipo Geiger-Müller (Procedência Nacional), **modelo B**, utilizando uma fonte de referência (^{137}Cs) sob duas condições diferentes: **a**, fonte dentro da blindagem; **b**, fonte fora da blindagem. Resposta normalizada para o valor médio das 10 primeiras medidas. Cada ponto representa a média de 5 medidas.

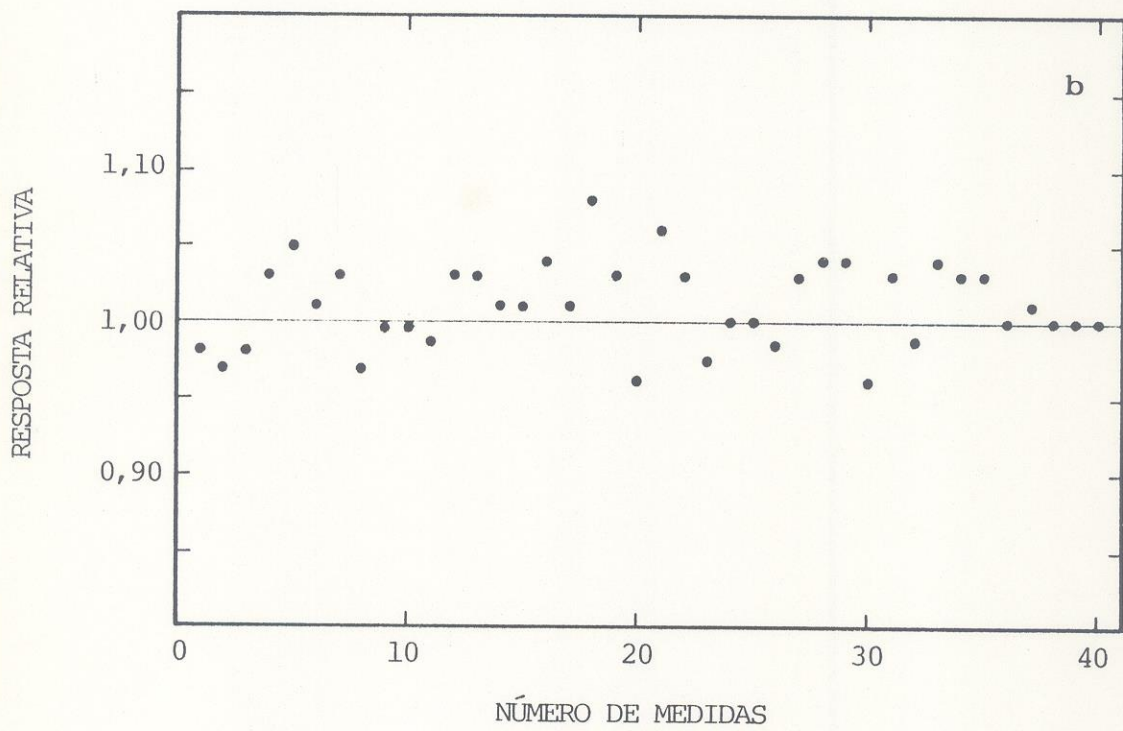
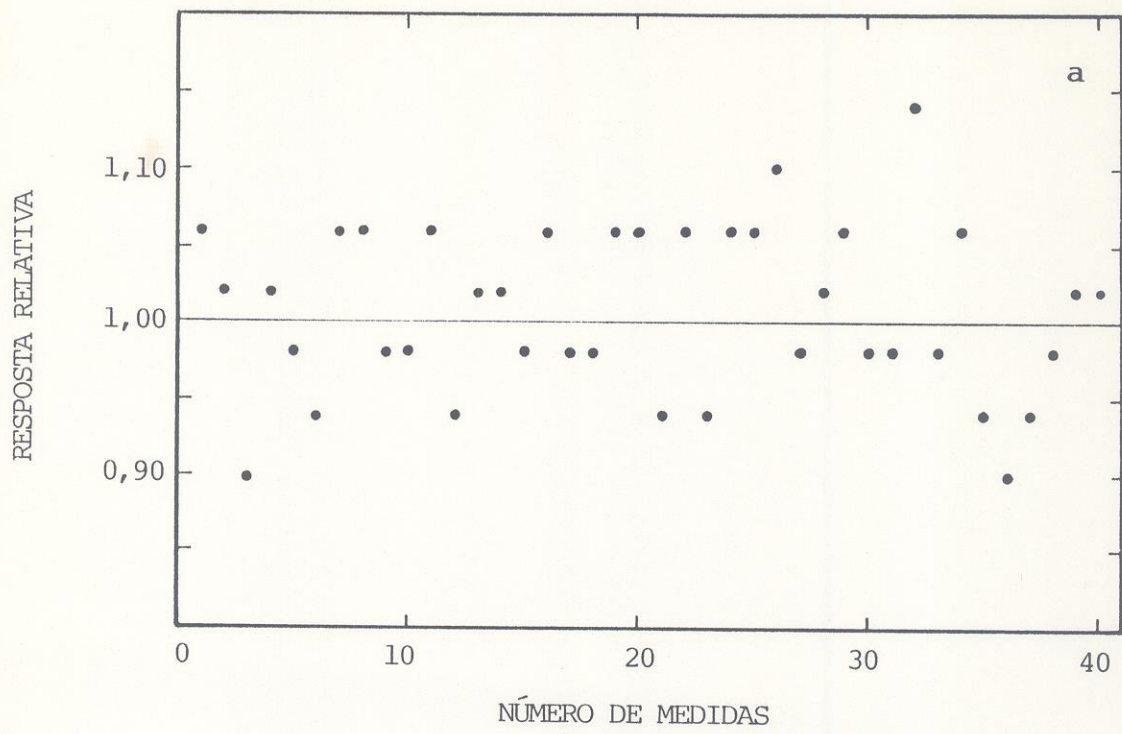


Fig. 4 : Estabilidade a longo prazo de um detector tipo Geiger-Müller (Procedência Nacional), **modelo F**, utilizando uma fonte de referência (^{137}Cs) sob duas condições diferentes: **a**, fonte dentro da blindagem; **b**, fonte fora da blindagem. Resposta normalizada para o valor médio das 10 primeiras medidas. Cada ponto representa a média de 5 medidas.

DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DE DETECTORES
TIPO GEIGER-MÜLLER (PROCEDÊNCIA NACIONAL)

TABELA 2

Fator de calibração para ^{60}Co e ^{137}Cs .

Neste caso o fator de calibração está constituído pelo parâmetro a, pois o parâmetro b foi desprezado, por representar menos que 5% do fundo da escala de 100 mR/h. O ajuste foi efetuado para ^{60}Co .

Instrumento modelo	Fator de Calibração f_{γ} $\text{mR}\cdot\text{h}^{-1}(\text{u.e.})^{-1}$	
	^{60}Co	^{137}Cs
A	1,02	1,32
A	1,00	1,36
A	1,02	1,27
A	1,10	1,16
A	0,963	1,36
B	1,02	1,38
B	1,01	1,35
B	1,11	1,36
B	1,03	1,35
B	1,07	1,39
C	1,09	1,45
C	1,04	1,31
C	1,08	1,27
C	1,07	1,52
C	1,07	1,19

CALIBRAÇÃO COM RADIAÇÃO BETA

As firmas que utilizam medidores nucleares, com fontes de radiação beta de ^{90}Sr , costumam solicitar um fator de calibração para esta radiação.

Neste caso o instrumento é inicialmente calibrado segundo as recomendações do fabricante, com radiação de ^{60}Co e ^{137}Cs , sendo realizado o seu ajuste. Em seguida é determinada sua dependência energética para a outra fonte (^{137}Cs ou ^{60}Co), para então o instrumento ser submetido à radiação beta, numa só escala, obtendo-se um fator de calibração.

TABELA 3

**Fator de calibração para radiação gama e beta de diferentes instrumentos GM (procedência nacional).
O ajuste foi realizado para radiação gama de ^{60}Co .**

Modelo	Escala mR/h	f_{γ} $\text{mR}\cdot\text{h}^{-1}\cdot(\text{u.e.})^{-1}$	$f_{\beta} (^{90}\text{Sr})$ $\text{mrad}\cdot\text{h}^{-1}(\text{u.e.})^{-1}$
B	100	0,989	3,46
B	100	1,03	3,38
B	100	1,01	4,47
B	100	0,999	3,87
C	100	1,17	7,09
C	100	1,10	4,64
C	100	1,10	4,28
C	100	1,19	4,00

CONCLUSÕES

Instrumentos que apresentam parâmetros b altos, não desprezíveis, que esgotaram as possibilidades de conserto, continuam podendo ser utilizados, se os fatores de calibração forem convenientemente aplicados (Tabela 1). São em geral aparelhos que funcionam normalmente e que apresentam estabilidade de resposta. Este teste de estabilidade pode ser facilmente realizado pelos usuários com uma fonte de referência (Fig. 3 e 4).

Muito importante é também a determinação da dependência energética para radiação gama (Tabela 2). Erros muito grandes podem ser cometidos se os devidos fatores não forem aplicados.

No caso de radiação beta (Tabela 3), é necessária a determinação do seu fator de calibração, não bastando um valor representativo, pois estes fatores variam de instrumento para instrumento, mesmo de igual modelo.

REFERÊNCIAS

1. IAEA. Handbook on Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments. Technical Report Series, 133, Vienna, 1971.
2. SCI. Proceso de calibración I-001 para medidores portátiles. Norma espanhola, Madri, 1989.
3. ROBINSON, R.C. & ARBEAU, N.D. Evaluation of Methods to Calibrate Radiation Survey Meters. Research Report INFO-0239, Project Number 86.6.7., Atomic Energy Control Board, Canada, 1987.
4. SWINTH. K.L. & SISK, D.R. Computer-Controlled Testing and Calibration of Health Physics Instruments. IEEE Transactions on Nuclear Science 35 (1): 567-570, 1988.