

**DESEMPENHO DE DETECTORES DE CONTAMINAÇÃO
EM CAMPOS PADRÕES DE RADIAÇÃO ALFA**

Simone K. Dias e Linda V.E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Caixa Postal 11049 - Pinheiros
CEP 05499 - São Paulo - Brasil

RESUMO

O desempenho dos detectores Geiger-Müller com janela fina em campos padrões de radiação alfa foi estudado através de testes de estabilidade a curto e médio prazos, linearidade da resposta, variação com a distância entre fonte e detector e dependência energética.

ABSTRACT

The performance of Geiger-Müller detectors (pancake type) was studied in alpha radiation standard beams in relation to their short and medium term stabilities, response linearity, variation with the source-detectors distance and energy dependence.

1. introdução

A presença de uma contaminação radioativa de superfície pode tornar possível o aparecimento de um risco radiológico, pois pode ocorrer inalação do material, ou este pode ser transferido para as mãos e subseqüentemente para alimentos e ser ingerido. Pode ainda penetrar na pele dando origem a um risco radiológico interno.

Por outro lado, no caso de níveis de contaminação radioativa que não representam riscos à saúde, pode-se entretanto ter interferência em trabalho experimental, levando a erros nos resultados de contagem de baixos níveis.

Há mais de vinte anos já se reconhece a necessidade de monitorações efetivas sistemáticas de contaminação de superfície [1]. As técnicas de monitoração podem ser divididas em dois tipos: métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos são aqueles nos quais um detector é colocado nas proximidades da superfície sob exame ou vice-versa. Quando os métodos diretos não são aplicáveis por causa de geometria desfavorável ou pela interferência de outras radiações ou ainda no caso em que é necessário determinar se a contaminação é fixa, são utilizados os métodos indiretos. Estes envolvem a coleta de amostras da superfície contaminada, por esfregação, que são examinadas em relação à radioatividade. Muitas vezes os dois métodos são complementares e devem ser aplicados a fim de se ter uma noção mais geral e completa de uma superfície contaminada sob exame.

Nos programas de monitoração rotineira de áreas extensas de solo, bancadas, mesas, etc. são utilizados normalmente as técnicas de monitoração direta.

No caso de monitoração alfa surgem problemas especiais por causa do curto alcance das partículas alfa no ar e a sua atenuação completa por filmes finos de líquidos ou sólidos; partículas

alfa de 5 MeV são completamente atenuadas em material com espessura aproximada de 5 mg/cm^2 . Para garantir a detecção de contaminação alfa por métodos de monitoração direta, a sonda não pode estar a distâncias maiores que 0,5 cm da superfície sob exame e a velocidade de trânsito pela superfície não pode ultrapassar 15 cm/s [1].

Os instrumentos mais utilizados nas monitorações diretas de contaminação alfa são os detectores Geiger-Müller com janela fina, os detectores de cintilação e os detectores proporcionais[2,3].

Para calibrar os instrumentos de modo a se ter as medidas convertidas aos níveis de atividade (ou taxas de emissão) das fontes, pela aplicação dos fatores de conversão corretos, é preciso considerar a energia da radiação sendo detectada, a geometria do conjunto fonte radioativa e detector, as características do detector e a parte de auto-absorção na própria fonte[1]. Na calibração destes detectores as fontes radioativas devem ser padronizadas [4,5] e a distância de calibração deve ser a mesma de utilização (até 0,5 cm).

No presente trabalho o objetivo foi estudar o desempenho de dois detectores Geiger-Müller em campos padrões de radiação alfa, em relação à sua estabilidade a curto e médio prazos, linearidade de resposta, variação com a distância e dependência energética.

2. Materiais e Métodos

Dois monitores de contaminação Geiger-Müller (GM) com janela fina (tipo "pancake"), Eberline modelo HP210AL (EUA) e IEN modelo 018 (Brasil), foram testados acoplados a um contador IPEN modelo PI31, o qual (associado a um cronômetro Technos) possibilitou a tomada de medidas em contagens por minuto, de forma digital. A tensão de operação de ambos detectores foi de 900 V, o tempo mor

to de 50 μs e a espessura da janela de mica de 1,4 a 2,0 mg/cm^2 .

Foram utilizadas as fontes padrões de radiação alfa de ^{233}U , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Am e ^{244}Cm , com diferentes taxas de emissão. Este conjunto de fontes foi produzido e calibrado pelo Laboratoire de Metrologie des Rayonnements Ionisants (LMRI), França, e têm um diâmetro de 15 mm. Um outro conjunto de fontes de ^{241}Am , com taxa de emissão entre 496,5 e 11.100 s^{-1} e diâmetro de 10,5 mm, foi produzido e calibrado pelo Laboratório de Metrologia Nuclear (LMN) do IPEN.

Como as fontes de radiação alfa não são seladas, elas são fisicamente sensíveis ao manuseio; é preciso antes de qualquer calibração submetê-las a um teste de atividade. Para isto foi utilizado o sistema de controle de fontes radioativas alfa e beta, desenvolvido [6] no IPEN, cujo detector é constituído por um plástico cintilador.

3. Resultados

a. Estabilidade a Curto e Médio Prazos

Posicionando-se, em arranjos especiais de PVC, os detectores de forma reproduzível em relação a uma fonte LMN de ^{241}Am (2305,9 s^{-1}), a uma distância de 0,34 mm, foram tomadas dez medidas consecutivas, para o teste de estabilidade a curto prazo (repetibilidade). O teste de estabilidade a médio prazo consistiu na repetição desta experiência dez vezes, em dias diferentes, sob condições idênticas. Os desvios percentuais obtidos estão apresentados na Tabela 1.

b. Linearidade da Resposta

A resposta dos detectores GM à radiação alfa da fonte LMN de ^{241}Am (2305,9 s^{-1}) foi estudada até 200.000 cpm, correspondendo a um total de 5 min. de tempo de contagem. Como se pode verificar na Fig. 1, o comportamento mostrou-se linear.

Variando-se a taxa de emissão (entre 55,3 e 11.100 s⁻¹) pela utilização de diferentes fontes de ²⁴¹Am, foi obtida (Fig.2) uma resposta linear dos instrumentos até cerca de 2.500 s⁻¹, podendo-se a seguir observar a perda típica da eficiência dos detectores GM nesta faixa de taxa de contagem (10⁵ cpm).

Os pontos experimentais das Figs. 1 e 2 representam a média de 10 medidas, com desvios padrões listados na Tabela 1.

c. Variação com a Distância

Para este estudo foi adaptado um calibrador-traçador vertical Mitutoyo (modelo 940-101), de escala móvel com leitura de 0,1mm. Este instrumento permitiu a variação da distância entre a fonte LMRI de ²⁴¹Am (1.773 s⁻¹) e os detectores GM, entre 0 e 30 mm, com intervalos de 0,5 mm. Pode-se observar o decaimento significativo da resposta dos detectores em função da distância na Fig. 3. Após cerca de 20 mm de distância, obtêm-se respostas menores que 4% da resposta inicial.

d. Dependência Energética

Os detectores GM foram submetidos, sucessivamente, aos campos padrões das fontes LMRI à distância de 1,34 mm. Todos os valores representam médias de 10 medidas, onde o desvio padrão variou como indicado na Tabela 1. Na Tabela 2 podem ser observadas as características das fontes e os resultados obtidos em termos de fatores de correção para dependência energética, normalizados para ²⁴¹Am.

4. Conclusão

Os monitores de contaminação Geiger-Müller nacional (IEN 018) e importado (HP 210AL) apresentaram um desempenho muito bom em campos padrões de radiação alfa, em termos de estabilidade, linearidade e dependência energética.

Agradecimentos

. As autoras agradecem ao Sr. Marcos Xavier pela indispensável assistência técnica e à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro (Simone K. Dias, Bolsa de Mestrado).

Referências

- [1] TRS 120 (1970), "Monitoring of radioactive contamination on surfaces", Technical Report Series No. 120, Vienna, Austria.
- [2] IEC (1981), International Electrotechnical Commission. "Alpha beta and alpha-beta contamination meters and monitors", Genève (Publication 325).
- [3] Oberhofer, M. (1983), "Radiation protection instrumentation for area monitoring", CEC EUR 8616, Ispra, Italy.
- [4] ISO (1988), International Standard Organization. "Evaluation of surface contamination. Part 1: Beta-emitters (maximum beta energy greater than 0.15 MeV) and alpha-emitters. ISO Standard 7503-1 (E).
- [5] ISO (1988), International Standard Organization. "Reference sources for the calibration of surface contamination monitors: Beta-emitters (maximum beta energy greater than 0.15 MeV) and alpha-emitters". ISO Standard 8769 (E).
- [6] Dias, S.K. e Caldas, L.V.E. "Desenvolvimento de um sistema de controle de fontes radioativas alfa e beta", Res. Bras. Eng. 7 (1) 414-422 (1990).

TABELA 1

Estabilidade a curto e médio prazos dos monitores de contaminação (tipo "pancake")

Fonte LMN: ^{241}AM ($2.305,9 \text{ s}^{-1}$)

Sonda GM	Estabilidade a Curto Prazo Desvio Padrão (%)		Estabilidade a Médio Prazo Desvio Padrão da Média (%)
	Mínimo	Máximo	
HP 210AL	0,29	0,58	0,39
IEN 018	0,38	0,75	0,27

321

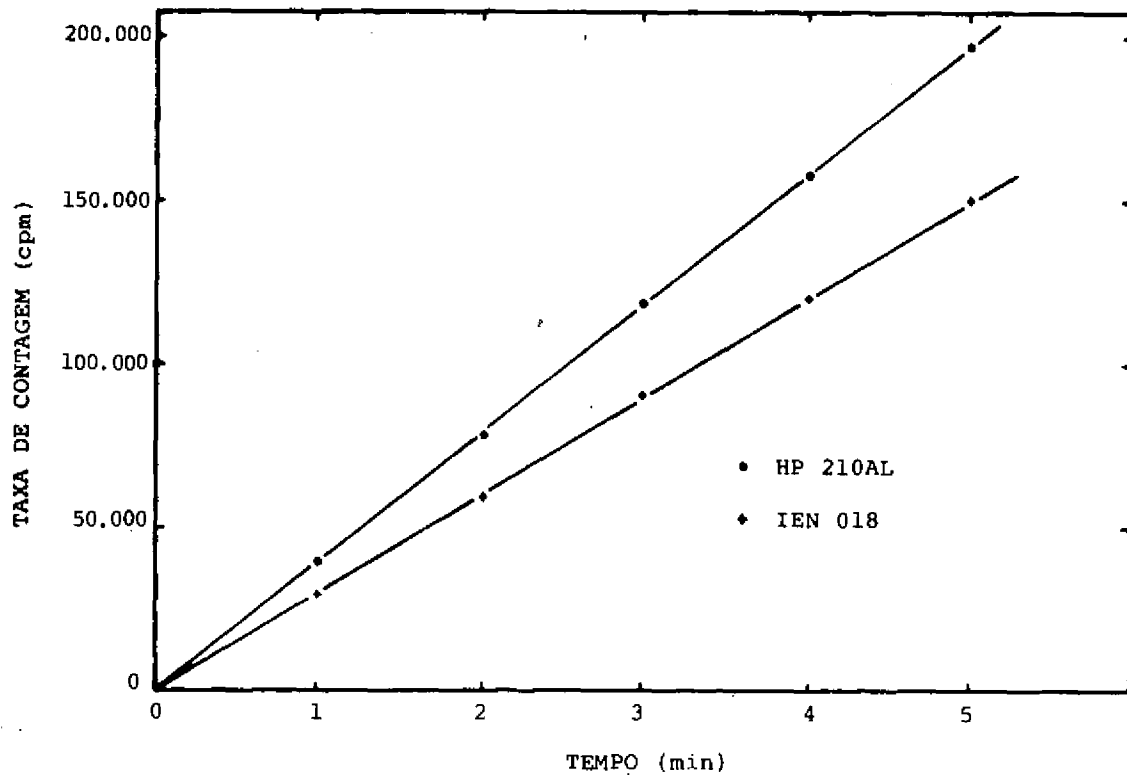


Figura 1: Resposta dos detectores GM em função do tempo de irradiação com ^{241}Am ($2.305,9 \text{ s}^{-1}$)

TABELA 2

Dependência energética dos monitores de contaminação para fontes LMRI de radiação alfa

 F_C : Fator de correção para dependência energética normalizado para ^{241}Am

Fonte	Taxa de Emissão (s^{-1})	Energia (MeV)	HP 210AL	F_C	IEN 018
^{233}U	171,8	4,783 4,824	1,253		1,188
^{239}Pu	165,3	5,105 5,143 5,156	1,168		1,135
^{238}Pu	183,5	5,456 5,499	1,046		1,049
^{241}Am	167,2	5,442 5,486	1		1
^{244}Cm	142,2	5,666 5,763 5,805	0,9699		0,9970

323

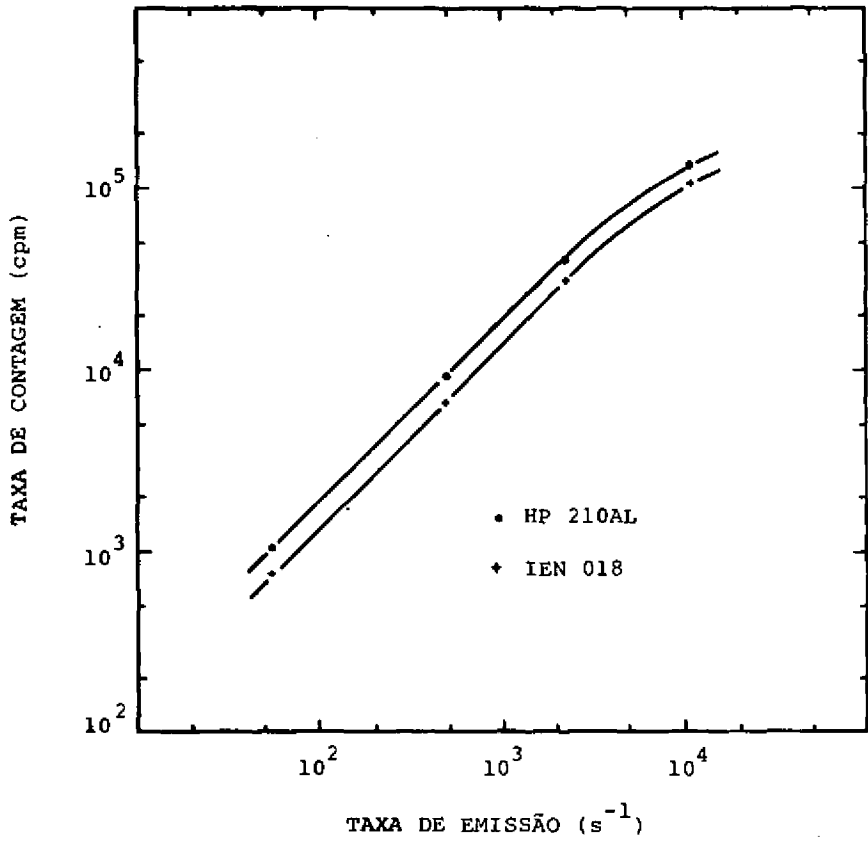


Figura 2: Resposta dos detectores GM em função da taxa de emissão de fontes de ^{241}Am .

325

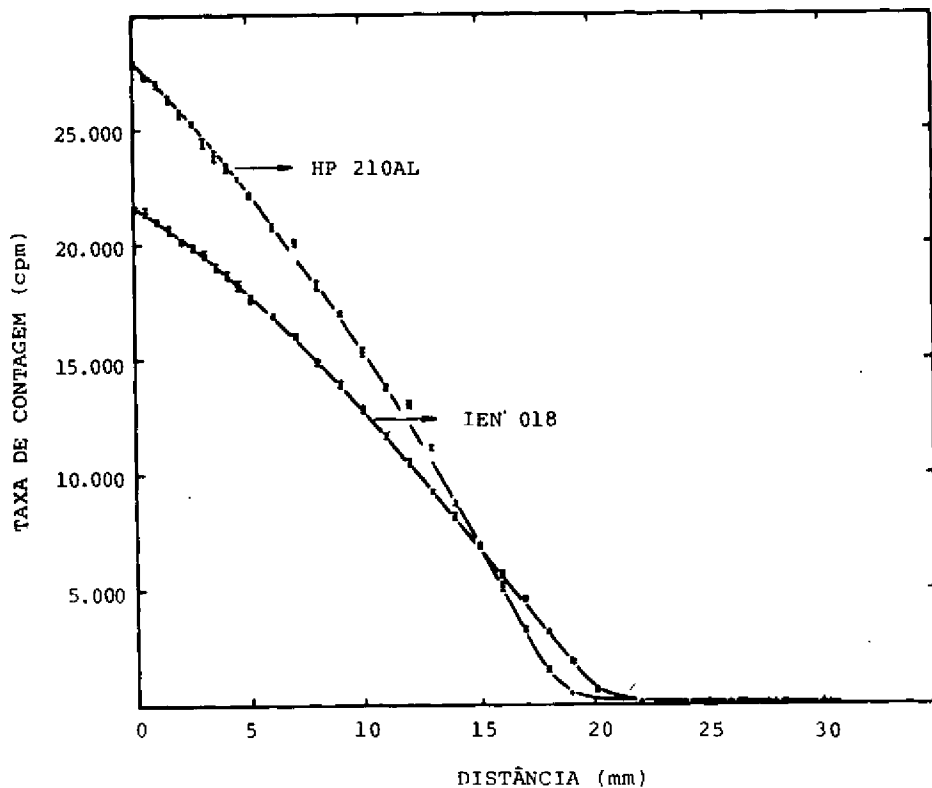


Figura 3: Variação da resposta dos detectores GM com a distância entre a fonte de ^{241}Am (1.773 s^{-1}) e os monitores.