

APLICAÇÃO DE DETECTOR PLÁSTICO CINTILADOR NA CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA EM ÁGUA

Mario Monteiro Morgado*, Marco Antonio P.V. de Moraes**
e Tufic Madi Filho**.

*Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cid. Universitária Cep.: 05508-900 - São Paulo/SP.

**Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Caixa Postal 11049 - Pinheiros - São Paulo - Brasil

RESUMO

Descreve-se o estudo de um detector cintilador plástico para aplicação em monitoração de níveis de contaminação em águas. É apresentada sua eficiência em função da energia da radiação gama, no intervalo de 60 keV a 1333 keV. Sua sensibilidade para a detecção de ^{131}I foi estimada em 41,25 kBq/m³.

INTRODUÇÃO

Ainda está em uso, um sistema denominado RADIAC [1], que utiliza detectores Geiger-Müller, para monitoração de águas, com o intuito de verificar e quantificar contaminantes radioativos. A esses detectores são associados sistemas de medidas obsoletos, compostos por válvulas eletrônicas, entre outros componentes ultrapassados e praticamente fora de linha, os quais estão dificultando a sua manutenção e comprometendo o seu funcionamento.

O objetivo deste trabalho é substituir para a atualização do sistema RADIAC. Para isso, montou-se um novo sistema de monitoração, constituído por um detector cintilador plástico, produzido no IPEN [2] e eletrônica atualizada. O detector possui aproximadamente 100 mm de comprimento por 50 mm

de raio de base. Este detector é posicionado dentro de um arranjo de 500 cm³ de volume, no qual circula água sob regime forçado. Este arranjo é blindado para minimizar a interferência da radiação de fundo.

SISTEMA DE MEDIDAS

O sistema de medida é composto por três partes:

- a) Arranjo mecânico composto por uma bomba hidráulica, uma caixa de acrílico que comporta um volume de água de 17940 cm³ e um cilindro de alumínio de 500 cm³ de volume (a água fica circulando em circuito fechado, figura 1).
- b) Detector plástico cintilador construído no IPEN/CNEN-SP, dentre as suas características, pode-

se citar: não é higroscópico e pode ser construído em diversos tamanhos e formatos. Assim sendo, foi construído na forma e tamanho adequado para este trabalho e fica diretamente em contato com a água (figura 2).

- c) Eletrônica associada ao detector: uma foto-multiplicadora, base para foto-multiplicadora, pré amplificador para cintilador, amplificador, analisador monocanal e um contador-temporizador. Foi dada preferência a equipamentos de fabricação nacional, para facilitar sua manutenção e/ou reposição.

DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL

O teste do novo sistema , foi dividido em três etapas:

- Construção da curva de alta tensão, para determinar a melhor tensão de operação do sistema;
- Determinação da curva de eficiência para radiação gama; e
- Teste de sensibilidade do sistema.

Para a determinar a tensão de operação, utilizou-se uma fonte emissora gama, ^{137}Cs [3].

Para determinar a eficiência utilizou-se um conjunto de fontes padrões [3]. As fontes radioativas utilizadas possuem energias entre 50 keV e 1333 keV.

Para determinar a sensibilidade do sistema utilizou-se um traçador radioativo líquido, emissor gama, ^{131}I , que foi sendo adicionado na água em quantidades crescentes (0,1 mL), em um circuito hidráulico fechado.

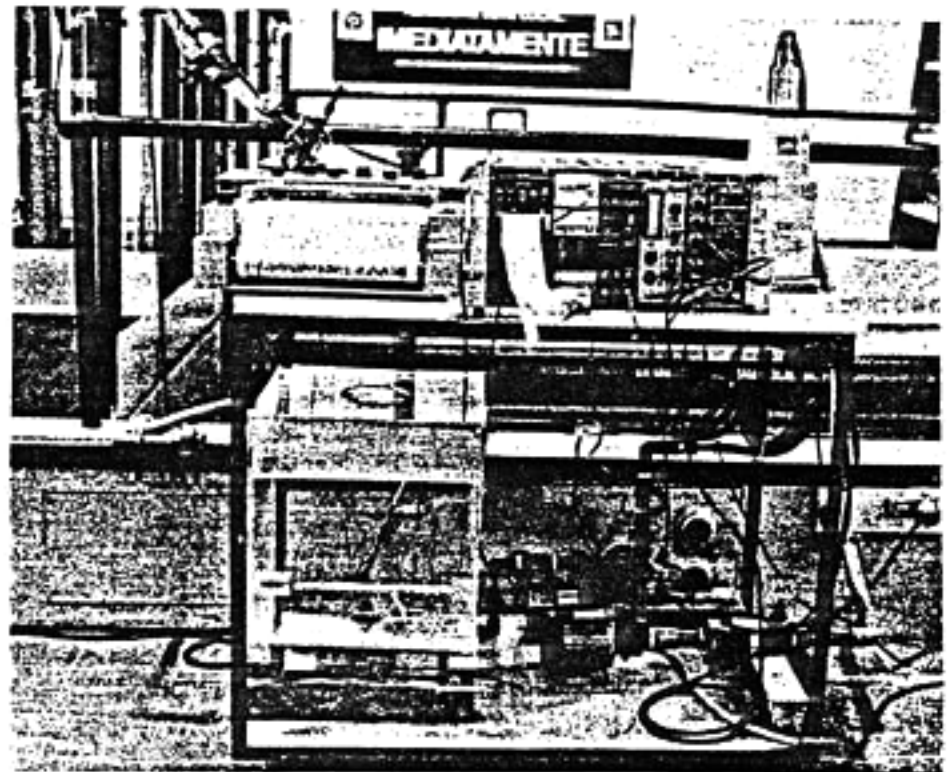


FIGURA 1: Foto do Circuito Hidráulico Fechado.

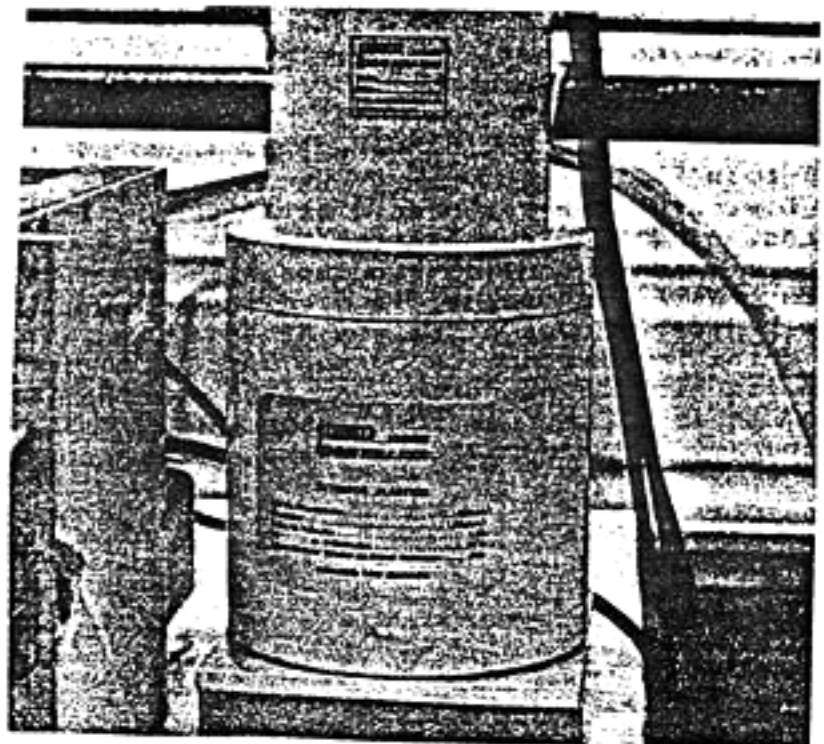


FIGURA 2: Foto do sistema detector.

RESULTADOS

Com os valores da Tabela 1 é traçado o gráfico da Figura 3. Deste gráfico foi obtido o valor mais adequado da alta tensão para operação do detector, **1300V**.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos valores de eficiência, do sistema em estudo, em função da energia da radiação gama. O gráfico da Figura 4, construído com estes valores, apresenta a curva de eficiência em função da energia da radiação gama.

A maior incerteza no valor de eficiência de detecção, foi estimada em 6%, devido ao erro das atividades das fontes padrões [3].

TABELA 1: Valores das medidas para determinação do valor de tensão de operação do detector.

ALTA-TENSÃO (V)	VALORES DAS CONTAGENS (cps)
700	3 ± 1,7
750	186 ± 13,6
800	3863 ± 62,2
850	12709 ± 112,7
900	17744 ± 133,2
950	21050 ± 145,1
1000	23375 ± 152,9
1050	25044 ± 158,3
1100	26353 ± 162,3
1150	27429 ± 165,6
1200	28295 ± 168,2
1250	28935 ± 170,1
1300	29498 ± 171,7
1350	30009 ± 173,2
1400	31364 ± 177,1
1450	33412 ± 182,8

As medidas da sensibilidade do sistema, foram realizadas adicionando-se na água, sucessivamente 0,1 mL de ^{131}I .

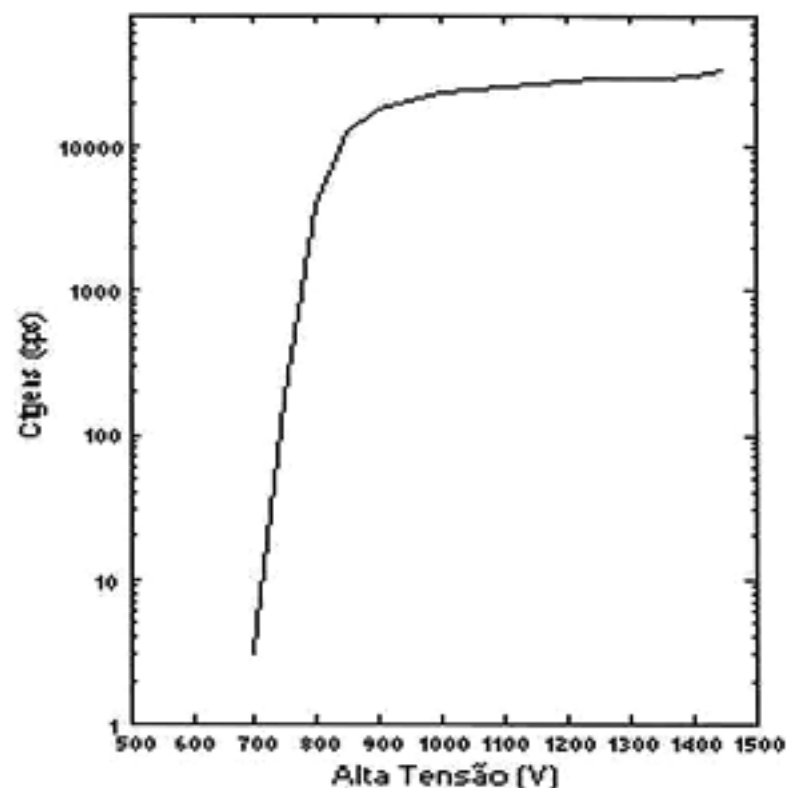


Figura 3. Curva de alta tensão do sistema de detecção.

TABELA 2: Eficiência do Sistema para várias energias da radiação gama.

RADIONUCLÍDEOS	ENERGIA (keV)	EFICIÊNCIA (%)
^{241}Am	59,5	31,8 ± 1,27
^{57}Co	129,3	27,6 ± 1,10
^{203}Hg	279,2	24,8 ± 0,99
^{137}Cs	661,6	21,5 ± 0,86
^{54}Mn	834,8	19,0 ± 1,14
^{60}Co	1252,8	13,2 ± 0,53

O valor da sensibilidade do sistema de detecção obtido foi de $4,125 \cdot 10^{-2}$ dps/cm³. A eficiência de contagem, nestas condições de medida, foi calculada em 20%, a partir da curva de eficiência.

ABSTRACT

Plastic scintillation detector system has been set up and used for gamma ray radiation monitoring purpose in water. In order to determine its relative efficiency characteristics, several conventional solids gamma source has been used in the energy interval from 60 keV to 1333 keV. The efficiency variation in this interval was from 31.8 % to 13.2 %, respectively and at 661.6 keV was $21.3 \% \pm 0.86 \%$.

The sensibility of the system has been determined for use a ^{131}I radioactive solution as 41.25 kBq/m^3 .

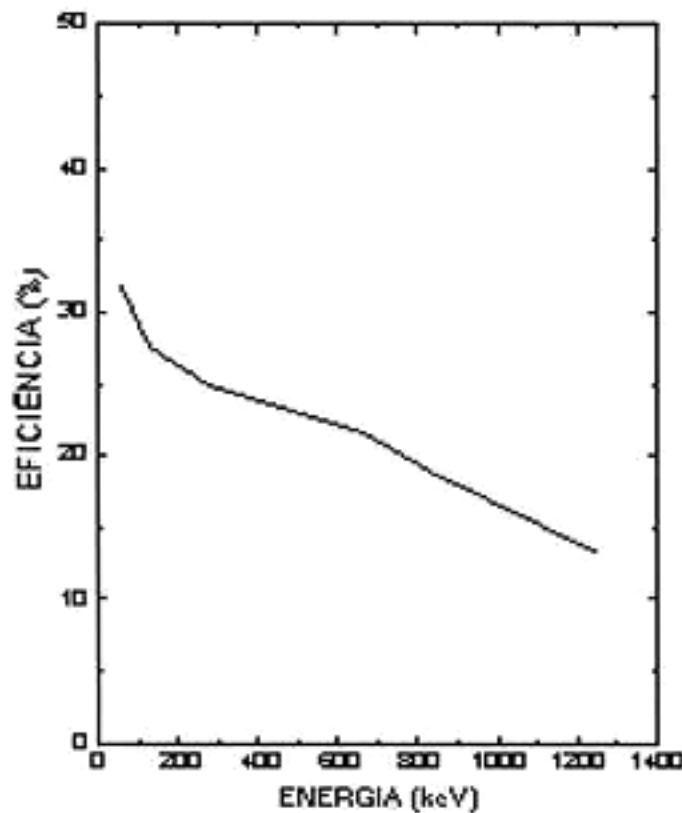


FIGURA 4: Variação da eficiência do sistema de detecção, em função da energia da radiação gama.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Comparando os valores da eficiência e sua variação em função da energia da radiação gama, conforme observado na Figura 4, com valores publicados para um detector NaI(Tl) [4], conclui-se que o sistema em estudo apresenta bom desempenho.

A sensibilidade deste sistema apresentou um excelente resultado comparando-se com o Sistema RADIAC. O valor obtido para a sensibilidade foi de $41,25 \text{ kBq/m}^3$ (para o ^{131}I), enquanto o Sistema RADIAC apresenta uma sensibilidade de 30 MBq/m^3 (sem especificação energética) [1], com o qual podemos considerar consolidado este sistema de detecção de água.

Destaca-se ainda, que este sistema tem uma grande vantagem sobre o Sistema RADIAC, pois utiliza, na sua quase totalidade, instrumentação nacional, de fácil reposição e manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Manual de Operação, Manutenção e Instalação, **BRAZILIAN FRIGATE SHIP INSTALLED RADIAC SYSTEM**, vol. 2, 1973.
- [2] Hamada, M. M., Mesquita, C. H., **Preparação de Detectores Plásticos Cintiladores e Caracterização de Parâmetros Físico-Químicos**, Anais do II Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, vol. 2, p. 217-223, 1988.
- [3] Certificado de Calibração, **Source Type: Set of Gamma Reference Sources**, AMERSHAM Buchler GmbH e Co KG, May/1996.
- [4] Knoll, G. F., **Radiation Detection and Measurement**, John Wiley e Sons - Michigan, Second Edition, 1989.
- [5] Reus, U. and Westmeier, W., **Catalog of Gamma Rays from Radioactive Decay**, Atomic Data and Nuclear Data Tables, vol. 29, n. 1, July 1983.