

UTILIZAÇÃO DE DETECTOR PLÁSTICO PARA O CONTROLE DA
RADIOATIVIDADE DA ÁGUA DA PISCINA DO REATOR
IEA-R1 - ACOMPANHAMENTO DA IRRADIAÇÃO DE ELEMENTOS
COMBUSTÍVEIS FABRICADOS NO IPEN

José Roberto Berretta (IPEN/CNEN-SP)
Carlos Henrique de Mesquita (IPEN/CNEN-SP)
Tufic Madí Filho (IPEN/CNEN-SP)

Resumo

Para acompanhamento da irradiação de elementos combustíveis produzidos no Departamento de Metalurgia do IPEN/CNEN-SP para o reator IEA-R1, foi desenvolvido um sistema para medida do nível de radioatividade da água da piscina do reator.

Este sistema utiliza um detector plástico cintilador, produzido no Departamento de Proteção Radiológica do IPEN/CNEN-SP, cujas dimensões e formato são especiais para este trabalho.

O sistema de detecção apresenta para a radiação do ^{135}I sensibilidade da ordem de $4,125 \times 10^{-2}$ dps/cm² e 20% na eficiência da medida da radioatividade.

Abstract

For the examination of fuel element irradiation behavior that were fabricated at IPEN/CNEN-SP Metallurgical Department, it was provided a detection system for pool water radioactivity measurements.

This system uses a plastic scintillator detector produced at IPEN/CNEN-SP Health Physics Department, with dimensions and shape appropriated for such work.

The detection system shows a sensibility of 4.125×10^{-2} dps/cm² and 20% of efficiency for ^{135}I radiations.

1. INTRODUÇÃO

O reator nuclear de pesquisas IEA-R1, vem operando desde 1957 com elementos combustíveis tipo MTR. Os elementos combustíveis utilizados durante todo o período de operação são importados.

Várias razões ligadas a importação destes elementos, levaram o departamento de Metalurgia Nuclear do IPEN/CNEN-SP a iniciar em 1984 um programa de produção de elementos combustíveis tipo MTR com enriquecimento a 20% [1].

Na continuação deste programa, elementos combustíveis completos serão produzidos no IPEN para uso em seu reator.

Para acompanhar a irradiação destes elementos, foi montado um sistema de detecção de radionuclídeos dispersos na água da piscina. A região de coleta desta água é próxima ao núcleo do reator.

2. SISTEMA DE MEDIDAS

O sistema de medidas da água da piscina do reator é composto por três partes assim definidas:

a) A primeira parte é constituída pelo arranjo mecânico composto por uma bomba hidráulica cuja entrada é conectada a tubos de P.V.C. que são levados até próximo ao núcleo do reator e sua saída é conectada a um cilindro de alumínio de 500 cm³ de volume. Na saída deste cilindro tem-se um reservatório no qual a água retorna para a piscina do reator, conforme se vê na Figura 1.

b) A segunda parte é o detector propriamente dito. Utilizou-se detector plástico cintilador construído no Departamento de Proteção Radiológica do IPEN/CNEN-SP., dentre suas características temos as seguintes: sua resposta luminosa é extremamente rápida comparada com outros detectores de sua classe (2 ns), não é higroscópico, pode ser construído em diversos tamanhos e formatos [2]. Assim sendo, ele foi construído na forma e tamanho adequado para este trabalho e fica diretamente em contato com a água do reator, conforme Figura 2.

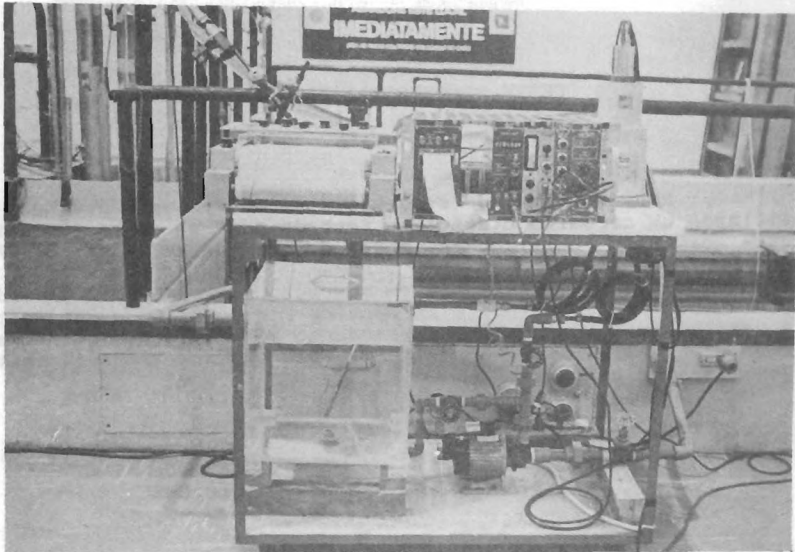


FIGURA 1 - Montagem Mecânica e Eletrônica do Sistema de Medidas

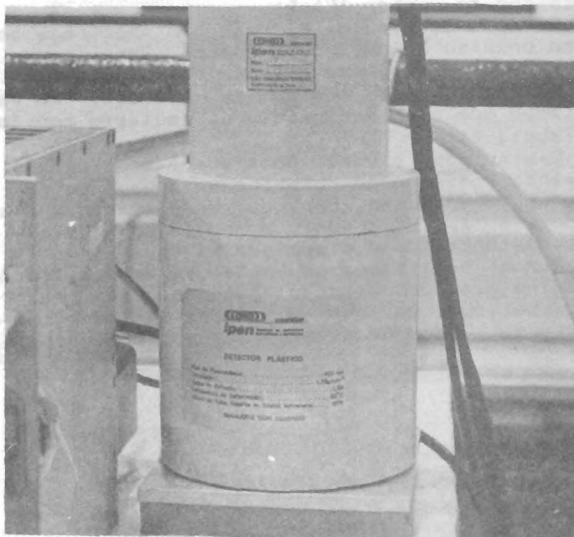


FIGURA 2.- Detector Plástico Cintilador Usado no Experimento.

c) A terceira parte é constituída pela eletrônica associada ao detector. A eletrônica consta de uma fotomultiplicadora, pré-amplificador, amplificador, analisador monocanal, contador temporizador, "scaler" e um registrador gráfico tipo x-t.

A Figura 1 mostra o sistema completo montado.

3. TESTE DE SENSIBILIDADE DO SISTEMA

Para testar a sensibilidade do sistema detector, foi utilizado um circuito hidráulico fechado com a parte mecânica. Neste circuito utilizou-se água deionizada em volume de 17940 cm³.

Colocando o sistema em operação foi efetuada a medida da radiação de fundo (BG) e em seguida foram efetuadas as medidas da sensibilidade do sistema adicionando-se na água quantidades crescentes (0,1 mL) de ¹⁴N. Os valores experimentais obtidos são mostrados na Tabela 1.

4. INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIDAS

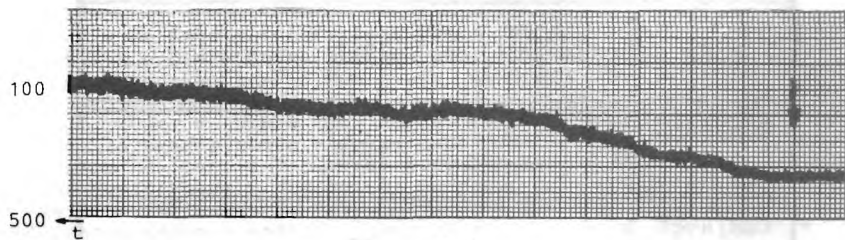
No dia 15/09/88 o sistema de medidas foi instalado ao lado da piscina do reator IEA-R1.

A água da piscina do reator é amostrada constantemente em um ponto próximo ao núcleo do reator. Esta água se dispersa no volume de 500 cm³ do vaso cilíndrico do detector.

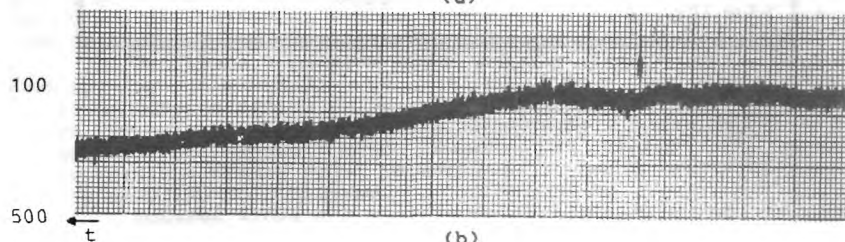
Nos primeiros testes de operação em vazão total da bomba, notamos que a predominância da radiação medida era devido ao ¹⁴N, (Tabela 2).

Diminuindo a vazão do sistema ao nível de 70mL.s⁻¹, de modo a aumentar o tempo de trânsito da água, entre o ponto de amostragem e o detector, conseguimos eliminar a contribuição da radiação do ¹⁴N. Assim sendo, a radiação nessas condições é devida aos radionuclídeos dispersos na água.

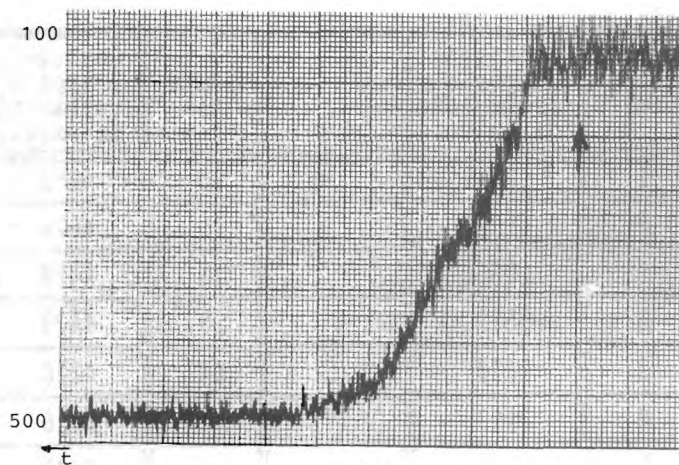
Foram realizados os testes da sensibilidade do sistema durante vários dias de operação contínua do reator, e também durante o período em que o reator permanecia desligado no período noturno. Dados dessa natureza são mostrados na Figura 3.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 3 - Resposta do Sistema de Medidas:

- a) Ligado o Reator
- b) Desligado o Reator
- c) Desligado a bomba de sucção da água

Tabela 1. Dados para a Avaliacao do Detector

MEDIDAS	VALORES MEDIOS DE 10 MEDIDAS (C.P.M.)
B.G.	2260
CONTAGEM TOTAL	3515
CONTAGEM LIQUIDA	1255

Tabela 2. Dados para a analise da influencia do N¹⁶

Tempo (s)	Contagens apos o fechamento da valvula		Tempo (s)	Contagens apos o fechamento da valvula
-1	12409		10	4899
0	11560		11	4674
1	10661		12	4478
2	9527		13	4473
3	8676		14	4258
4	7912		15	4236
5	7087		16	4142
6	6463		17	3956
7	5850		18	3903
8	5586		19	3989
9	5241		20	3881

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Da Tabela 1 inferimos que a sensibilidade do sistema detector é satisfatória, apresentando sensibilidade de $4,125 \times 10^{-4}$ dps/cm² e apresenta eficiência de contagem de aproximadamente 20%.

Com a bomba de sucção na sua vazão máxima o ¹⁴N tem influência predominante na atividade registrada, conforme ilustra os dados da tabela 2. Quando momentaneamente desligamos a bomba d'água verificamos a diminuição do ritmo de contagem em proporção à meia vida física do radioelemento ¹⁴N, confirmando-se assim a influência desse elemento. Esses achados sugerem que durante a monitoração devemos trabalhar com vazão adequada de modo a permitir o decaimento do ¹⁴N no próprio trajeto da tubulação. Experimentalmente esta vazão foi mantida à 70mL.s⁻¹.

Da Figura 3 podemos notar que o sistema é sensível ao aumento ou diminuição de radionuclídeos na água, pois, quando o reator é desligado os radioelementos de meia vida curta deixam de existir no meio e assim observa-se a queda no ritmo de contagens. Do mesmo modo quando o reator é ligado certos radionuclídeos são produzidos e assim verifica-se o aumento no ritmo de contagens.

Notamos ainda que o cilindro de alumínio no qual o detector plástico está instalado acusa algum nível de contaminação, aumentando assim a radiação de fundo do sistema.

6. TRABALHOS FUTUROS

Julgamos conveniente confeccionar mais 3 cilindros e detectores para a finalidade de reposição rápida e segura da unidade aqui descrita, tendo em vista o seu uso na monitoração contínua do reator. Com esse número de detectores poder-se-á substituí-los nas circunstâncias de eventuais contaminações que venham comprometer as suas características técnicas.

É conveniente também instalar no registrador gráfico um "microswitch" para disparar um alarme, assim que o nível de radiação ultrapassar os níveis previamente estabelecidos para operação normal do reator.

E finalmente, monitorar as reposições de elementos "novos" no reator.

Referências

- [1] R. Frajndlich, J. A. de Souza, "Irradiação e Avaliação de Elementos Combustíveis de Fabricação IPEN/CNEN-SP", Anais do VI Encontro de Física de Reatores e Termohidráulica, São José dos Campos, S.P., 3-5 dezembro 1986, pg 186-197, Revista Brasileira de Engenharia, São Paulo (1986)
- [2] M. M. Hamada, C. H. de Mesquita, "Preparação de Detectores Plásticos Cintiladores e Caracterização de Parâmetros Físico-químicos", Anais do II Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, abril de 1988, vol. 2, pg 217-223, Associação Brasileira de Energia Nuclear, Rio de Janeiro (1988)