

## AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE DOSE NA INSTALAÇÃO DOS ACELERADORES LINEARES DO IPEN-CNEN/SP

Martha S. Ribeiro<sup>\*</sup>, Matias P. Sanches<sup>\*</sup>, Augusto M. Osima<sup>\*</sup>, Samir L. Somessari<sup>\*\*</sup>, Ricardo N. Carvalho<sup>\*\*\*</sup> e Demerval L. Rodrigues<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Departamento de Monitoração Pessoal, <sup>\*\*</sup> Departamento de Aplicações na Engenharia e Indústria e <sup>\*\*\*</sup> Departamento de Dosimetria e Calibração  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, C.P. 11049, 05422-970, São Paulo, Brasil

### RESUMO

O Departamento de Aplicações na Engenharia e Indústria (TE) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP), possui dois aceleradores lineares de elétrons, cuja principal finalidade é o desenvolvimento de processos industriais, tais como a reticulação, polimerização e esterilização de fios e cabos. Devido ao crescente uso destes aceleradores na prestação de serviços para a comunidade, e fundamentado nos levantamentos radiométricos realizados na instalação, verificou-se que em alguns pontos, como por exemplo nos tubos de aceleração e nas cavernas, a dose é suficientemente alta para justificar a implementação de um programa de monitoração operacional de área. Por esta razão, quinze dosímetros termoluminescentes (TLD) foram posicionados em vários pontos dos aceleradores durante três meses e, após este período, foram então processados e analisados juntamente com o dosímetro de referência, que durante este tempo não foi exposto à radiação sendo mantido em um recipiente blindado. O dosímetro consiste de uma pequena camada dupla de plástico contendo três pastilhas TLD de CaSO<sub>4</sub>:Dy colocadas em um prendedor externo, dentro de um saco plástico transparente para protegê-los da umidade. Os resultados obtidos mostram que o programa de proteção radiológica da instalação deve ser implementado a fim de melhorar os procedimentos de segurança e garantir a saúde física dos trabalhadores.

**Palavras-chave:** Radioproteção, monitoração pessoal, dosimetria termoluminescente

### I- INTRODUÇÃO

O Departamento de Aplicações na Engenharia e Indústria (TE) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares–Comissão Nacional de Energia Nuclear, IPEN-CNEN/SP, possui dois aceleradores lineares de elétrons adquiridos da Radiation Dynamics, Inc. (RDI), utilizados principalmente para reticulação nos isolantes de fios e cabos elétricos, vulcanização de borrachas e esterilização e desinfestação de produtos médicos e gêneros alimentícios. O primeiro é um Dynamitron Job 188 (1,5 MeV, 25 mA) instalado em 1978. O segundo, um Dynamitron Job 307 (1,5 MeV, 65 mA), entrou em operação em 1996. Desde 1978, são realizadas as exigências operacionais de proteção radiológica na instalação, que inclui a observação dos altos níveis de radiação, estudos para blindagem, disposição da

instalação, controle de acesso de pessoal, dosimetria da radiação, etc. Porém, o uso crescente de alta energia e aceleradores de partículas no desenvolvimento de processos industriais à comunidade brasileira, tem trazido a importância de detecção e monitoração dos níveis de dose na instalação dos aceleradores. O propósito desta investigação é avaliar o nível de exposição para radiação eletromagnética em diferentes lugares da instalação para otimizar o programa de proteção radiológica e assegurar a saúde física dos trabalhadores.

### II- MATERIAIS E MÉTODOS

Para atender ao objetivo proposto, foram colocados 15 (quinze) dosímetros termoluminescentes (TLD) em

diferentes pontos para investigação dos níveis de radiação gama nas instalações dos aceleradores. A Fig. 1 mostra a localização dos pontos de medida.

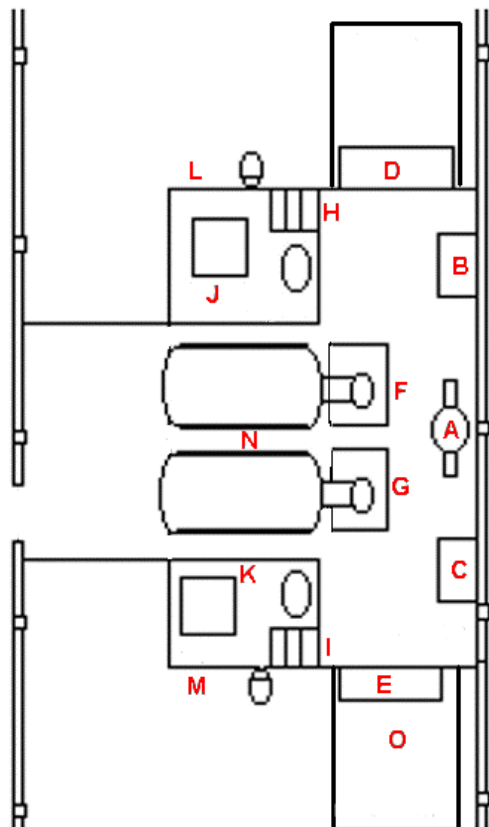


Figura 1: Instalações dos Aceleradores e Locais de Medida

Os dosímetros foram posicionados nos seguintes locais:

- A- Exaustor
- B- Saída de ar
- C- Entrada de ar
- D- Entrada e saída de cabos (acelerador 1)
- E- Entrada e saída de cabos (acelerador 2)
- F- Tubo de aceleração 1
- G- Tubo de aceleração 2
- H- Escadaria (acelerador 1)
- I- Escadaria (acelerador 2)
- J- Atrás do painel do oscilador (acelerador 1)
- K- Atrás do painel do oscilador (acelerador 2)
- L- Abertura da caverna (acelerador 1)
- M- Abertura da caverna (acelerador 2)
- N- Entre os aceleradores
- O- Galeria

Os TLDs foram colocados na área, no ponto onde a dose deveria ser medida, por um período de 3 meses e então lidos ao mesmo tempo que o dosímetro de referência, que foi mantido em uma blindagem por este período. Cada monitor é

constituído de um porta-detector com duas peças de polietileno de dimensões 3,6 x 6,0 x 0,4 cm, contendo três pastilhas de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  com um diâmetro de 6 mm e espessura de 0,8 mm. Filtros metálicos diferentes são usados para atenuação da radiação [1]. Pastilhas de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  são utilizadas como detector dosimétrico por causa de sua alta sensibilidade, baixo custo e sua habilidade em ser facilmente fabricadas. Além disso, apresentam dependência com altas energias devido ao seu alto número atômico [2]. As peças de polietileno são colocadas em um prendedor externo geralmente usado em dosimetria pessoal de rotina, dentro de um saco plástico transparente para proteger os dosímetros da umidade. A resposta TL é determinada usando um leitor TLD Harshaw modelo 5500.

### III- RESULTADOS

TABELA 1- Resultados Obtidos

Identificação do local	Taxa de dose ( $\mu\text{Gy/h}$ )
Exaustor (A)	8,6
Saída de ar (B)	11,2
Entrada de ar (C)	5,0
Saída e entrada de cabos (1) (D)	1,6
Saída e entrada de cabos (2) (E)	1,8
Tubo de aceleração (1) (F)	8,7
Tubo de aceleração (2) (G)	10,6
Escadas (acelerador 1) (H)	0,97
Escadas (acelerador 2) (I)	3,1
Atrás do painel do oscilador (1) (J)	0,82
Atrás do painel do oscilador (2) (K)	1,1
Abertura da caverna 1 (L)	1,5
Abertura da caverna 2 (M)	3,0
Entre os dois aceleradores (N)	1,0
Galeria (O)	190

Todas as áreas são classificadas como restritas sob o ponto de vista de Radioproteção, pois apresentam taxas de dose superiores a 1/50 do limite máximo admissível para trabalhadores, isto é, 1 mSv/ano.

### IV- DISCUSSÃO

A instalação dos aceleradores possui um sistema de segurança conforme padrões nacionais e internacionais que incluem: intertravamentos (microinterruptores nas portas e acessos aos aceleradores), fotocélulas, tapetes capacitivos, detectores de radiação, que são monitorados por microcomputadores e circuito fechado de TV. Existem sinais luminosos de advertência (amarelo para energização do sistema e vermelho para radiação), sirenes de aviso, interruptor para parada de emergência na caverna. Este sistema de segurança tem demonstrado ser efetivo para os propósitos de proteção do pessoal operacional em muitas instalações similares [3].

Todas as áreas ao redor da instalação estão marcadas com sinais de advertência apropriados para garantir a segurança do pessoal e desta maneira, contribuir para sua proteção. Porém, dos nossos resultados, observamos que cinco locais (exaustor, saída de ar, galeria e tubos de aceleração), apresentaram valores de taxa de dose no ar superiores a 3/10 (três décimos) do limite primário para trabalhadores, isto é, 15 mSv/ano, necessitando portanto de regras especiais de acesso e comportamento para execução de tarefas quando os aceleradores se encontram em operação.

## V- CONCLUSÃO

Como resultado desta avaliação, verificou-se que cabe à proteção radiológica executar monitorações operacionais sempre que forem executadas tarefas em áreas que não foram demarcadas como seguras sob o ponto de vista de Radioproteção. As áreas assim definidas se encontram junto aos pontos **A, B, F, G e O**.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Gian Maria A. A. Sordi por sua colaboração na leitura profissional deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] Daros, K.A.C., Campos, L.L. e Medeiros R.B., **Response of the CaSO<sub>4</sub>:Dy pellets with graphite to detect radiation beta and low energy photons**, Medical & Biological Engineering & Computing vol. 35, suppl. part 2, p. 898, 1997.
- [2] Daltro, T.F.L., Campos, L.L. e Bañados Pérez, H.E., **A dosimetric system for personal monitoring in mixed beta and gamma field**, Medical & Biological Engineering & Computing vol. 35, suppl. part 2, p. 1170, 1997.
- [3] Radiation Dynamics, Inc. (RDI), **General Dynamitron Introductory Manual**

## ABSTRACT

The increasing use of high energy and intense particle accelerators in the developing of industrial processes for reticulation, polymerization and sterilization of wires and cables has brought the importance of detection and workplace monitoring at accelerators facilities into the Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Comissão Nacional de Energia Nuclear, IPEN-CNEN/SP. According to previous measurements carried out by technicians in a routine monitoring, the radiation doses in the beam tube and in the room accelerator door are high enough to demand a routine

program of workplace monitoring of the facility. For this reason, fifteen thermoluminescent dosimeters (TLD) were located at various points of the plant for a period of 3 months. After that, they are read together with a control dosimeter which was maintained in a shielded containment. The monitor consisted of a small double layer containing three TLD CaSO<sub>4</sub>:Dy pellets inside an outer holder normally adopted in routine personal dosimetry. The obtained results show that the radiological protection program must be implemented in order to improve safety procedures and to ensure the health physics standards.