

# Monitoração *in vivo* dos trabalhadores envolvidos na produção de radiofármacos

J. C. S. Cardoso, E. A. R. Berti, M. Xavier

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Av. Prof.  
Lineu Prestes, 2242, 05508-000, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: jcardoso@ipen.br

**Resumo.** A contaminação interna dos trabalhadores pelos radionuclídeos pode ocorrer na produção dos radiofármacos ou durante a manipulação destes em clínicas e hospitais envolvidos com a medicina nuclear. Os trabalhadores que desenvolvem tais atividades são rotineiramente monitorados objetivando o controle desta contaminação. A avaliação da atividade destes radionuclídeos nos trabalhadores potencialmente expostos é realizada por meio da monitoração *in vivo* (corpo-inteiro e tireóide). No Laboratório de Monitoração *In Vivo* (LMIV) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP) são realizadas rotineiramente monitorações internas *in vivo* dos trabalhadores, estagiários e visitantes. A frequência de monitoração é estabelecida pelo Serviço de Proteção Radiológica (SPR) e pelo Grupo de Cálculo de Dose do IPEN. Neste trabalho são descritos os resultados obtidos neste programa, nos anos de 2006 e 2007. Neste período foram realizadas cerca de 2.500 monitorações dos trabalhadores que desenvolvem atividades relacionadas à produção de radiofármacos. Foram avaliadas as relações entre as atividades dos radionuclídeos e a função dos trabalhadores.

## 1. Introdução

As pessoas que trabalham em áreas onde materiais radioativos são utilizados, manuseados, estocados ou liberados, precisam ser controladas por um programa de monitoração, objetivando uma estimativa do nível de exposição e uma avaliação tanto da deposição corpórea total ou em um órgão quanto da dose interna de radiação resultante, além de uma comparação desta dose com os limites admissíveis legais que, em princípio, visam reduzir o risco de danos ao indivíduo fundamentados em cálculos feitos com vários modelos metabólicos para um homem "referência" ou "padrão", sob dadas condições específicas [1,2,3]. A International Commission on Radiological Protection (ICRP) apresenta requisitos gerais para os programas de monitoração individual e para a interpretação de resultados na estimativa de incorporação de radionuclídeos por trabalhadores [4].

A monitoração *in vivo* é bastante utilizada para a medida da deposição no organismo de radionuclídeos com energias superiores a 100 keV. A aplicação direta dos resultados de atividade obtida a partir desse tipo de medidas, como subsídio para o cálculo de dose, normalmente só é válido para radionuclídeos que se distribuem uniformemente no organismo embora estudos de incorporações previamente conhecidas possam fazer uso desse tipo de medida [2].

No Laboratório de Monitoração *In Vivo* (LMIV) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP) medidas de corpo inteiro e tireóide são executadas rotineiramente nos servidores do IPEN, bolsistas, trabalhadores de empresas terceirizadas e visitantes. A frequência de monitoração é estabelecida pelo Serviço de Proteção Radiológica (SPR) e pelo Grupo de Cálculo de Dose (GCD) do IPEN.

Entre 2002 e 2004 uma média de 845 medidas foram realizadas por ano considerando-se medidas de corpo inteiro e tireóide. Em 2006, o número de 1320 medidas foi atingido adotando-se uma nova metodologia de convocação das pessoas a serem monitoradas, envolvendo as gerências das instalações e o SPR. No ano de 2007 foram realizadas 1184 monitorações.

## 2. Materiais e Métodos

O sistema de detecção consiste de dois cristais NaI(Tl), um de 8 x 4", para medidas no corpo inteiro, e um de 3 x 3", para medidas na tireóide, conectados a fontes de alta tensão modelo 556, marca Ortec, e 30020, marca Canberra, respectivamente, e amplificadores modelo 2022, marca Camberra, estes, por sua vez, conectados a um analisador multicanal com 16 entradas modelo 920 E Ethernium, marca EGG & Ortec. O sistema está conectado a um micro com o software de aquisição de dados Maestro, marca EGG & Ortec.

Os detectores ficam em uma sala blindada com paredes de aço de 130 mm de espessura, revestidas com 5 mm de chumbo e 5 mm de cobre, de modo a minimizar a radiação de *background* e permitir a avaliação de baixas atividades.

As medidas de corpo inteiro são feitas durante 15 min e as de tireóide durante 5 min. Para as medidas de corpo-inteiro, a atividade mínima detectável (AMD) é de 10, 40 e 70 Bq para os radionuclídeos I-131, I-123 e Tc-99m, respectivamente [6].

Foram avaliados 1274 resultados de monitoração de corpo inteiro, obtidos nos anos de 2006 e 2007. A partir destes resultados foram observados os radionuclídeos detectados nas monitorações de corpo-inteiro, o tipo de atividade desenvolvida pelos trabalhadores que apresentaram atividades superiores ao limite de detecção do sistema e o hábito de fumar destes trabalhadores.

## 3. Resultados e Discussão

Como esperado, a grande maioria dos trabalhadores que apresentaram atividade detectável pelo sistema foi observada naqueles trabalhadores envolvidos diretamente com a produção dos radioisótopos (Fig. 1). Da mesma forma observou-se que, na seqüência, vinham os outros dois grupos formados pelos trabalhadores que desenvolvem atividades de apoio à produção.

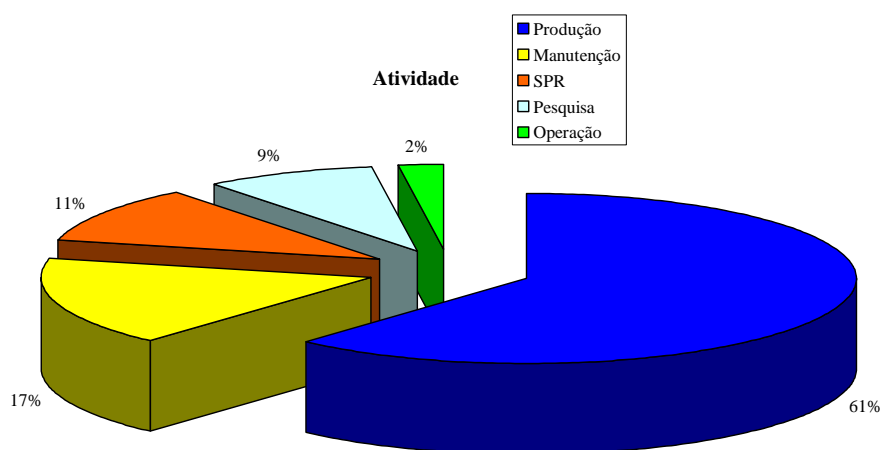


FIG. 1. Tipo de atividade desenvolvida pelos trabalhadores que apresentaram níveis de atividade acima da AMD.

Vale lembrar que, mesmo no grupo diretamente envolvido com a produção, o número de trabalhadores em que foi possível mensurar a atividade é muito baixo, ficando em torno de 3 % do total de monitorações avaliadas.

Os radionuclídeos detectados nas monitorações são apresentados na Fig.2, de acordo com o número de trabalhadores que apresentaram níveis de atividade destes radionuclídeos acima da AMD. Os radionuclídeos mais detectados são aqueles produzidos nas instalações do IPEN (I-131, Tc-99m, Ga-67 e I-123).

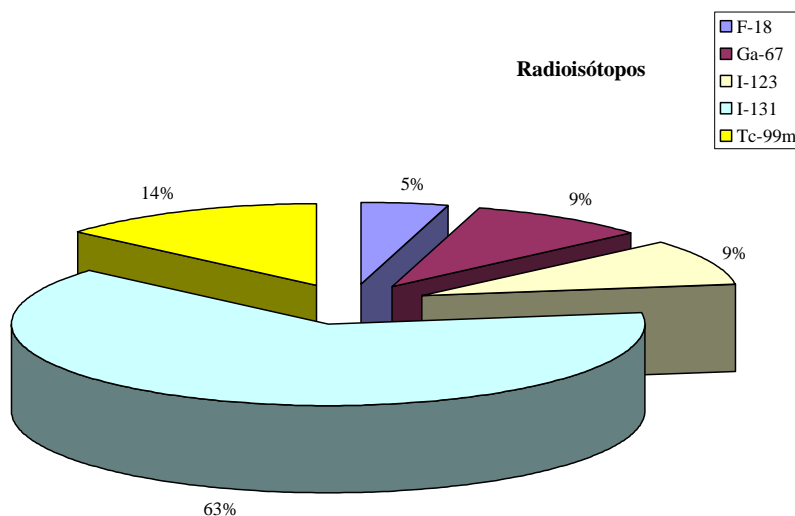


FIG. 2. Radionuclídeos detectados nas monitorações de corpo-inteiro dos trabalhadores.

Os níveis de atividade detectados também são consideravelmente baixos. A Tab. I apresenta as atividades máximas detectadas para cada radionuclídeo, bem como a estimativa de dose efetiva resultante dessa atividade incorporada, considerando-se os fatores de dose adotados pela ICRP [7].

Tabela I. Atividades máximas detectadas por radionuclídeo.

	Radionuclídeo				
	F-18	Ga-67	I-123	I-131	Tc-99m
<b>Atividade (kBq)</b>	8,2 ± 0,4	174 ± 8	42 ± 2	119 ± 5	28 ± 1
<b>Dose Efetiva (µSv)</b>	0,2	20	0,5	6,2	0,1

O hábito de fumar não se mostrou relevante na contaminação interna dos trabalhadores, haja vista que aproximadamente 90 % dos trabalhadores que apresentaram níveis de atividade destes radionuclídeos acima da AMD não são fumantes.

#### Referências

- [1] Castro, M.C., Interpretação de resultados de monitoração individual interna de trabalhadores da Fábrica de Combustível Nuclear - FCN. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD). Rio de Janeiro (2005).
- [2] Potter, C.A., Internal dosimetry: a review. Health Phys., 88(6):565-78 (2005).
- [3] Shoji, M., Kondo, T., Honoki, H., Nakajima, T., Muragushi, A., Saito, M., A case study of the estimation of occupational internal dose using urinary excretion data obtained in a biomedical research facility. Health Phys., 89(6):618-27 (2005).

- [4] International Commission on Radiological Protection, Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers. Publication 78. Annals of the ICRP, 27, No. 3-4, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [5] Dantas, B.M., Bertelli, L., Lipsztein, J.L., Evaluation of whole-body counting capabilities based on ICRP limits. Radiat Prot. Dosim, 89(3-4):255-8 (2000).
- [6] Lima, I.B, Vivaldini, T.C., Xavier, M., Berti, E. A. R., Cardoso, J. C. S., in Proceedings of the International Nuclear Atlantic Conference, Santos, 2007, edited by Brazilian Association for Nuclear Energy - ABEN, n. E02-1429.
- [7] International Commission on Radiological Protection, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. Publication 80. Annals of the ICRP, 28, No. 3, Pergamon Press, Oxford and New York (1998).