



DESENVOLVIMENTO E MELHORIA DO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO INTERNA DE IOEs À RADIAÇÃO IONIZANTE APLICADO AO LABORATÓRIO DE DOSIMETRIA INTERNA (LDI) DO CDTN/CNEN



PAIVA, F. G. ^a; OLIVEIRA, A. H. ^a; FONSECA, T. C.F. ^b

^a Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares – PCTN/UFMG

^b Prog. Pós Graduação Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais - Centro de Des. da Tec. Nuclear– CDTN/CNEN
Belo Horizonte, Brasil

e-mail para contato: fgpaiva92@gmail.com

Modalidade Mestrado

INTRODUÇÃO

A manipulação de radionuclídeos acarreta em risco de contaminação interna ao ser humano, podendo ocorrer por inalação, ingestão ou através da pele (ferimentos). Pode advir de acidentes radiológicos e nucleares, por acidentes no local de trabalho ou práticas deficientes, principalmente na manipulação de fontes não seladas, como por exemplo em Medicina Nuclear.

Todos os IOEs sujeitos à incorporação de radionuclídeos em áreas controladas, onde há manipulação de fontes não seladas com doses efetivas superiores a 1 mSv, devem ter as doses internas avaliadas. Um programa de monitoração individual é aplicado de forma a controlar as exposições e garantir a manutenção das condições de segurança radiológica, seguindo requisitos impostos no Plano de Proteção Radiológica. Entretanto, para se consolidar uma metodologia de monitoração ocupacional interna é necessário que os métodos de calibração do sistema de detecção sejam consistentes. É necessário estabelecer uma rotina de controle de qualidade, de modo a reportar resultados confiáveis de incorporação e estimativa da dose interna.

OBJETIVOS

Implantação, adaptação e calibração de três sistemas de monitoração individual de rotina: (1) medição *in vivo* de iodo na tireoide, (2) medição de corpo inteiro e (3) um sistema de monitoração individual móvel de ¹³¹I, que será utilizado para monitorar a dose incorporada pelos trabalhadores dos serviços de medicina nuclear de hospitais regionais.

MATERIAIS

O LDI/CDTN é o responsável pela monitoração rotineira da contaminação interna de IOEs da Unidade de Pesquisa e Produção de Radiofármacos (UPPR/CDTN) e do reator de pesquisa TRIGA IPR-R1/CDTN.

O LDI/CDTN atualmente está equipado com:

- Dois detectores de Iodeto de Sódio - NaI(Tl) (modelos 3"x3" e 8"x4");
- Um analisador multicanal (MCA) Osprey Canberra;
- Uma cama com blindagem tipo *Shadow Shield*, acoplada a um micro computador no qual está instalado o software de gerenciamento e análises Canberra Genie2000 e o software AIDE Versão 6.0. Ver Fig. 1 e 2
- Um BOMAB (Bottle Mannikin Absorber) cedido pelo IRD;
- Simulador Pescoço-Tireoide;
- Fontes de ⁵⁷Co, ¹³⁷Cs e ⁶⁵Zn, fornecidas pelo IRD.



Figura 1: Detector NaI(Tl) 3"x3", o NaI(Tl) 8"x4" e a cama com blindagem tipo *Shadow Shield* e a sala de monitoração à direita com o Canberra Osprey MCA.

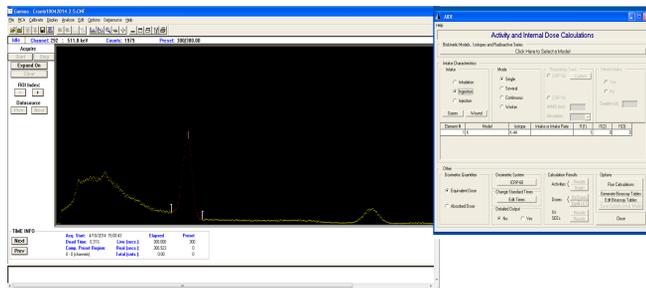


Figura 2: Tela dos softwares: Genie2000 à esquerda e o AIDE V6.0 à direita.

A eficiência de contagem do sistema pode variar com:

- Distância entre o detector e o posicionamento do indivíduo,
- Diferentes tipos de detectores e
- Estrutura corporal do indivíduo a ser monitorado.

MÉTODOS

Estabelecer uma nova geometria de contagem para monitoração de Iodo na tireoide:

- Uma cadeira fixada no chão,
- Um suporte, que permite o posicionamento do detector no eixo vertical obtendo-se várias alturas, onde será colocado o detector NaI(Tl) 3"x3".

O sistema de monitoração móvel de ¹³¹I na tireoide deverá ser realizado utilizando um detector NaI(Tl) 3"x3" juntamente um analisador multicanal (MCA) Osprey Canberra associado a um laptop no qual deverá ser instalado um software de gerenciamento e análise dos espectros coletados. Conforme mostrado em Figura 3.

Deverá ser calibrado o sistema de medição *in vivo* de ¹³¹I na tireoide utilizando o simulador de pescoço-tireoide contendo atividade conhecida do radionuclídeo ¹³³Ba.

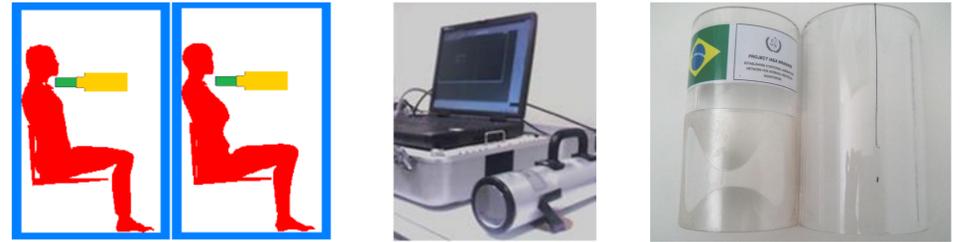


Figura 3: Geometria de medição *in vivo* ¹³¹I na tireoide com NaI(Tl) 3"x3" e Sistema de monitoração Móvel de ¹³¹I na tireoide e Simulador de Pescoço-Tireoide.

Geometria de monitoração de Corpo Inteiro (CCI):

1 – O BOMAB tipo PMx - Phantom Reference Male de 70 kg e 1,70 m de altura, inicialmente está preenchido com cloreto de potássio comercial (KCl) conforme Figura 4 e Tabela 1. Uma amostra de 1 litro de uma solução concentrada de KCl foi analisada no Laboratório de Bioanálises do IRD, resultando numa atividade de ⁴⁰K de (2530 +/- 255) Bq/L. O Volume total do BOMAB = 57.5 Litros, atividade total de 145.5 kBq e energia de interesse: 1460 keV

2 – O BOMAB será preenchido com uma solução obtida a partir de um coquetel devidamente certificado com os seguintes radionuclídeos: ⁵⁷Co, ¹³⁷Cs e ⁶⁵Zn.

- Faixa de atividade das fontes: ⁵⁷Co (2,3 kBq), ¹³⁷Cs (2,1 kBq) e ⁶⁵Zn (2,7 kBq).
- Faixa de energia das fontes: ⁵⁷Co (122 keV (86%); 137 keV (10%)), ¹³⁷Cs (662 keV (85%)) e ⁶⁵Zn (1116 keV (50%)).

3 – Será determinada a curva de eficiência de contagem para o sistema de geometria de corpo inteiro.



Figura 4: Simulador físico-antropomórfico BOMAB

BOMAB - IRD/CNEN			
Estrutura	Vol (Litros)	Unid. (peça)	Total (Litros)
Cabeça	3,3	1	3,3
Pescoço	1	1	1
Braços	3,5	2	7
Coxa	6	2	12
Canela	3,8	2	7,6
Torax	17,5	1	17,5
Pelvis	9,1	1	9,1
Volume total			57,5

Tabela 1: Distribuição do KCl no BOMAB

CONCLUSÕES

Espera-se que este projeto contribua para a melhoria da qualidade dos resultados de monitoração *in vivo* de IOEs, disponibilizando um laboratório devidamente equipado e calibrado, que utiliza metodologias avançadas de calibração computacional e cálculo de dose interna. Vale ressaltar a importância de se ter um sistema de contagem confiável no LDI/CDTN para uso em acidentes que envolvam a comunidade ou os serviços de medicina nuclear de hospitais regionais.

REFERÊNCIAS

- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). (2005). Norma NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica.
- Comissão Nacional de Energia Nuclear. Serviços de Radioproteção. CNEN-NE-3.02. Resolução 10/88. Agosto/1988.
- DANTAS, B.M., *et al.* Accreditation and Training on Internal Dosimetry in a Laboratory Network In Brazil: an Increasing Demand. Radiation Protection Dosimetry, 2010.
- FONSECA T. C. F., Bogaerts R., Lebacqz A., Mihalescu C., Ribeiro M. R. and Vanhavere F. "MaMP and FeMP - computational mesh phantoms applied for studying the variation of WBC efficiency using a NaI(Tl) detector". Journal of Radiological Protection 04/2014; 34(3):529.
- FONSECA T. C. F., Bogaerts R., Lebacqz A., Mihalescu C. and Vanhavere F. "Study of the counting efficiency of a WBC set-up by using a computational 3D human body library in sitting position based on polygonal mesh surfaces". Health Phys. 2014 Apr;106(4):484-93. DOI: 10.1097/HP.0b013e3182a414ba.
- LACERDA, I. V. B., Monitoração *in vivo* dos indivíduos ocupacionalmente expostos na produção de ¹⁸FDG no CRCN/NE. Scientia Plena, v. 8, n.11, 2012.
- LOPEZ, G., Dantas B. M., *et al.* Procedimiento para Determinación In Vivo de radionuclídeos em El Cuerpo Humano. 2013.

AGRADECIMENTOS

Fernanda Paiva agradece à FAPEMIG pela bolsa de mestrado e ao CDTN/CNEN pela disponibilidade de uso das instalações.

