

Avaliação das incertezas de um sistema de detecção para monitoração de exposição interna de tireoide

Bernardo M. Dantas ¹, Salomão Marques de Oliveira ¹, Jânima Cruz de Assis ¹, Ana Letícia A. Dantas ¹

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD.

E-mail: salomao.marques@ymail.com

Resumo: Atualmente o Brasil conta com diversos serviços de medicina nuclear autorizados pela CNEN, e uma grande quantidade de trabalhadores que manipulam fontes radioativas nestes serviços. Porém, o Brasil não conta com uma quantidade de laboratórios de monitoração suficientes para atender essa demanda. Este trabalho avalia as incertezas de um sistema de detecção proposto para monitoração *in vivo* de ¹³¹I na tireoide de trabalhadores em medicina nuclear, visando contornar o problema de escassez de laboratórios de monitoração interna.

Palavras-chave: Avaliação de incertezas, medicina nuclear, monitoração interna.

Abstract: Currently Brazil has various nuclear medicine services authorized by CNEN, and a lot of workers handling radioactive sources in these services. However, Brazil does not have a sufficient amount of monitoring laboratories to meet this demand. This study evaluates the uncertainties of a detection system proposed for *in vivo* monitoring of ¹³¹I in the thyroid of workers in nuclear medicine, aiming to circumvent the problem of scarcity of internal monitoring laboratories.

Keywords: Assessment of uncertainties, nuclear medicine, internal monitoring.

1. INTRODUÇÃO

A prática em medicina nuclear consiste na utilização de radioisótopos tanto para o diagnóstico quanto para terapia. Os radioisótopos são capazes de emitir radiação ionizante e a sua manipulação representa um risco à saúde devido à possibilidade de contaminação interna (incorporação) e/ou externa. Devido a esse risco, faz-se necessário a monitoração individual e periódica dos trabalhadores que manipulam esses radioisótopos. Existem aproximadamente 415

instalações de medicina nuclear autorizadas no Brasil atualmente, porém, o Brasil atualmente não dispõe de laboratórios de monitoração interna suficientes em todas as regiões do país para atender a toda essa demanda. Tendo em vista este cenário, foi avaliada uma alternativa simples de monitoração de profissionais de manipulam fontes de ¹³¹I, utilizando monitores de contaminação superficial.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a resposta do sistema de detecção proposto e as incertezas combinadas de cada modelo de

detector utilizado nos experimentos no setup proposto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

2.2.1 Detectores portáteis de contaminação de superfície

Os detectores de contaminação de superfície foram previamente calibrados no Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI - IRD/CNEN).

Os modelos avaliados estão listados na tabela 1.

Tabela 1 - Modelos de detectores utilizados.

Fabricante	Modelo
MRA	GP-500
Prólogo	PSN-7013
Berthold	LB-124 SCINT
IEN	MIR-7026 (Sonda SPQ 7026)

2.1.2. Simulador de tireoide-pescoço

Consiste numa peça de papel de filtro recortado simulando a tireoide humana, e impregnada com solução-padrão de Ba-133, que tem propriedades físicas semelhantes ao I-131 e meia vida mais longa, certificada pelo LNMRI – IRD/CNEN. Esta peça é selada com adesivo plástico, fixada em um suporte de acrílico e posicionada em bloco de poliuretano com características tecido-equivalentes, representando um pescoço humano [6], como na figura 1. Outra peça idêntica, inerte, foi utilizada para contagem do *background* (BG).

Figura 1 - Simulador tireoide-pescoço.



O simulador continha uma atividade de Ba-133 de 4531 Bq.

2.2 Métodos

2.2.1. Medidas e avaliação de incertezas

O setup de detecção consiste no do simulador de tireoide posicionado a 3 cm em relação à face anterior da sonda e registro da taxa de contagem instantânea. Foram realizadas 4 medidas das taxas de contagens e BG de cada detector. Foram obtidos os valores das contagens líquidas através da subtração dos valores do BG dos valores das taxas contagens, assim foram obtidos 4 valores de contagens líquidas, utilizados na avaliação de incertezas. As incertezas são avaliadas conforme a sua distribuição estatística, como na tabela 2.

Tabela 2 - Distribuições estatísticas e fórmulas.

Distribuição	Média e Desvio Padrão
Retangular	μ e $U(xi) = \frac{a}{\sqrt{3}}$ onde a é o semi-intervalo da distribuição.
Triangular	μ e $U(xi) = \frac{a}{\sqrt{6}}$, a é a base do triângulo.
Normal	μ , a média aritmética $\bar{X} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \right)$, σ sua variância, seu estimador é $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})^2}{n-1}}$. A incerteza é $s = \frac{s(xi)}{\sqrt{n}}$

Os parâmetros de incertezas que foram avaliados estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Incertezas avaliadas

Estimativa	Distribuição
Repetitividade	Normal
Resolução (digital)	Retangular
Resolução (analógica)	Triangular

Também foram consideradas as incertezas da fonte de Ba-133 do simulador tireoide-pescoço e a incerteza do laboratório de calibração para cada detector.

3. RESULTADOS

Os valores das contagens líquidas e média das contagens líquidas de cada detector de superfície estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Contagens líquidas e médias das contagens

Modelo	Contagens líquida (cpm)				
	1	2	3	4	Méd.
GP-500	50	100	80	60	72,5
PSN-7013	40	60	30	60	47,5
MIR-7026	29	43	24	36	33
Modelo	Contagens líquida (cps)				
	1	2	3	4	Méd.
LB-124 SCINT	67	65	67	69	67

Os valores obtidos através da avaliação da repetitividade e resolução de cada modelo estão representados na Tabela 4, onde:

Rep. = Repetitividade;

Res. = Resolução;

Inc. L. = Incerteza do laboratório de calibração;

Inc. F. = Incerteza da fonte no simulador.

Tabela 5 – Resultado das estimativas de resolução e repetitividade

Modelo	Estimativa (%)			
	Rep.	Res.	Inc. L.	Inc. F.
GP-500	15,28	2,81	3	1,19
PSN-7013	15,78	8,59	4,3	1,19
LB-124 SCINT	1,12	0,04	3	1,19
MIR-7026	12,54	0,87	4,3	1,19

3.1. Incerteza padrão combinada

Com a obtenção do valor da incerteza de cada parâmetro, foi estabelecida a incerteza padrão combinada de cada detector para o setup de detecção. Os valores finais estão na tabela 5.

Modelo	Contagens líquidas média (cpm)	Incerteza (%)
GP-500	72,5	22,28
PSN-7013	47,5	29,86
MIR-7026	33	18,9
Modelo	Contagens líquidas média (cps)	Incerteza (%)
LB-124 SCINT	67	5,35

4. CONCLUSÃO

Nos resultados de incertezas obtidos, observa-se o alto valor da incerteza associada aos detectores, exceto o de modelo “LB-124 SCINT”, que obteve a incerteza de medição de aproximadamente 5%. Isso deve ao fato do modelo ser um detector do tipo cintilador, que tem uma maior eficiência na contagem de fótons, enquanto os outros modelos são detectores do tipo Geiger-Mueller, que apresenta menor eficiência na contagem de fótons. Outro fator a ser observado é a baixa atividade do simulador, o que também faz a incerteza dos modelos Geiger-Mueller serem mais elevadas, na faixa de aproximadamente 19% a 30%.

4.1. Sugestões para um próximo trabalho

O estudo das incertezas não levou em consideração as influências da temperatura e da pressão exercida nos detectores, sugere-se que seja feita a avaliação da influencia destes dois parâmetros num próximo trabalho.

Sugere-se também a utilização de simuladores com maior atividade de Ba-133 na obtenção das taxas de contagens, e a comparação com os dados obtidos neste estudo.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Knoll G. F. - Radiation Detection and Measurement, 3rd ed., 2000.
- [2] Guia para a expressão da incerteza de medição, 3ra Edição revisada, INMETRO, 2003, 120p.
- [3] Assis J. C. - Avaliação da Sensibilidade de um Monitor de Contaminação para Aplicação da Exposição Interna de Trabalhadores em medicina Nuclear, Monografia de especialização - IRD/CNEN, Agosto 2013, 38p.