

# Aspectos Metrológicos na Estimativa da Atividade Administrada em Pacientes de Medicina Nuclear

A Ruzzarin<sup>1</sup>, AM Xavier<sup>2</sup>, A Iwahara<sup>1</sup>, L Tauhata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes/Instituto de Radioproteção e Dosimetria (LNMRI/IRD), Av. Salvador Allende, s/no – Barra da Tijuca/Rio de Janeiro CEP 22783-127

<sup>2</sup> Comissão Nacional de Energia Nuclear – Escritório de Porto Alegre (CNEN-ESPOA) Av. Bento Gonçalves, nº 9500 -Porto Alegre- RS – Brasil. CEP 91501-970

E-mail: anelise@bolsista.ird.gov.br

**Resumo:** A fim de investigar o desempenho em qualidade das medições de rotina dos Serviços de Medicina Nuclear (SMN), desde 1998, o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes/Instituto de Radioproteção e Dosimetria (LNMRI/IRD) vem conduzindo um programa de intercomparação para medições de atividade de radiofármacos administrados em pacientes de medicina nuclear. A partir do resultado do desempenho, são determinados fatores de correção para a atividade a fim de determinar com melhor exatidão a atividade a ser administrada nos pacientes.

**Palavras-chave:** medicina nuclear, ativímetro, atividade.

**Abstract:** In order to investigate the performance quality of routine measurements of Nuclear Medicine Services (NMS), the National Metrology Laboratory of Ionizing Radiation/Institute of Radiation Protection and Dosimetry (LNMRI/IRD) has been conducting, since 1998, a program of comparison for activity measurements of radiopharmaceuticals administered to patients in nuclear medicine. Correction factors are determined from the result of performance analysis in order to determine with better accuracy the activity to be administered to the patients.

**Keywords:** nuclear medicine, radionuclide calibrator, activity.

## 1. INTRODUÇÃO

Medicina Nuclear é uma especialidade da medicina que visa, principalmente, o diagnóstico de doenças. Apresenta vantagens como a de permitir a detecção precoce de doenças que não são diagnosticadas em outros exames, assim fazendo com que a chance de um prognóstico bem sucedido seja maior. A quantidade de

material radioativo introduzido é controlada, de forma que o exame seja eficiente, mas que apresente riscos mínimos ao paciente relativos ao desenvolvimento de um câncer tardio. Dentre os principais radionuclídeos utilizados na medicina nuclear, estão o <sup>99m</sup>Tc, utilizado em cerca de 90% dos exames de diagnóstico, e o <sup>131</sup>I, comumente aplicado nas investigações da tireóide ou para tratamento de câncer e hipertireoidismo.

1º Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes, Rio de Janeiro/RJ, novembro de 2014

A medida da atividade de uma solução radioativa a ser administrada é obtida por meio do uso do medidor de atividade, denominado ativímetro. Para que a atividade a ser administrada não seja nem maior e nem menor que o valor adequado, é fundamental que as calibrações sejam rastreadas aos padrões dos laboratórios nacionais de metrologia, de modo a não expor os pacientes a doses desnecessárias. A exatidão necessária para a medida de atividade de diferentes radionuclídeos é especificada por organismos com responsabilidades legais nesta área, por meio de normas ou recomendações. No Brasil, a exatidão requerida está expressa no Regulamento CNEN NE- 3.05 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2013), admitindo desvios de até  $\pm 10\%$ , com um nível de confiança de 90%.

A fim de investigar o desempenho em qualidade das medições de rotina dos Serviços de Medicina Nuclear (SMN), desde 1998, o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes/Instituto de Radioproteção e Dosimetria (LNMRI/IRD) vem conduzindo um programa de intercomparação para medições de atividade de radiofármacos administrados em pacientes de medicina nuclear. O programa é importante para garantir a confiabilidade dos resultados e promover o controle de qualidade, pois a literatura mostra que alguns desses equipamentos mal calibrados, ou com intervalos de tempo muito longos entre as calibrações, apresentam valores errôneos das medidas das atividades, podendo submeter os pacientes a doses de radiação desnecessárias ou insuficientes, prejudicando a qualidade da imagem (Tauhata, 2008).

Baseado no histórico de desempenho apresentados pelos SMN durante o período que participaram do programa de intercomparação do LNMRI/IRD, pode ser determinado fatores de correção para a atividade, e esses fatores

incorporados nas medições rotineiras dos SMN, a fim de determinar com melhor exatidão a atividade a ser administrada. Com os valores de atividade corrigida obtidos, pode-se empregar estes valores para calcular com maior exatidão a dose efetiva recebida pelo paciente, bem como o risco de indução de câncer.

## 2. DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CORREÇÃO NA ATIVIDADE ADMINISTRADA

A partir dos resultados obtidos na intercomparação de ativímetros, para os radionuclídeos  $^{99m}\text{Tc}$  e  $^{131}\text{I}$ , foram calculados os fatores de correção de atividade administrada aos pacientes de Medicina Nuclear. Os valores de referência das amostras foram obtidos empregando o sistema de medição padrão e rastreado a câmara de ionização IG11 do LNMRI.

O desempenho dos ativímetros dos SMN é avaliado em função da razão R, obtida pelo quociente do valor médio das medidas realizadas no ativímetro do SMN, pelo valor de referência, determinado no ativímetro do LNMRI, calculada segundo (1):

$$R = \frac{\bar{X}}{X_R} \quad (1)$$

Se o parâmetro R apresentar valores entre 0.9 e 1.1, é considerado em conformidade com os requisitos estabelecidos pela CNEN. Quanto mais próximo de 1 for o valor de R, melhor o desempenho alcançado pelo SMN. A avaliação final do desempenho do SMN participante é feita utilizando-se a Equivalência Metrológica, expressa por dois parâmetros: o desvio do SMN ( $D_i$ ) em relação ao valor de referência ( $X_{\text{ref}}$ ) do LNMRI, e a incerteza combinada ( $U_i$ ) correspondente, com nível de confiança de aproximadamente 95 %, ou seja,  $k=1$ . O desvio  $D_i$  é obtido por:

$$D_i = (X_i - X_R) \quad (2)$$

Para os resultados das sucessivas comparações (i) de um radionuclídeo, o desvio do SMN ( $D_i$ ) é expresso por:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{D_i}{X_{Ri}} \right) \quad (3)$$

Conhecido o valor do desvio médio  $\bar{d}$ , pode-se corrigir o valor da atividade ( $A_j$ ), obtido do registro de um determinado procedimento no prontuário do SMN, buscando obter uma estimativa do valor da atividade real administrada, ou seja:

$$(A_j)_{real} = \bar{d} A_j \quad (4)$$

O valor da incerteza combinada é calculado de acordo com a equação 5, assumindo  $k=1$ .

$$U_i = k \left[ \left( 1 - \frac{2}{n} \right) u_i^2 + \left( \frac{1}{n^2} \right) \sum_{i=1}^n u_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores obtidos para o fator de correção da atividade administrada, para cada SMN, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores de correção de atividade .

SMN	Fator de Correção de Atividade	
	$^{99m}\text{Tc}$	$^{131}\text{I}$
POA1	$1,0008 \pm 0,0161$	$1,0172 \pm 0,0339$
POA2	$0,9974 \pm 0,0325$	$1,1531 \pm 0,2768$
RIO	$1,1266 \pm 0,0101$	$1,2914 \pm 0,0135$

Pode ser observado que apenas o SMN POA1 apresentou um valor dentro dos limites de aceitação de  $\pm 10\%$ , para ambos os radioisótopos. O SMN POA2 apresentou um valor de leitura da atividade de, aproximadamente, 15% acima do valor de referência para o  $^{131}\text{I}$ . Já o SMN RIO apresentou valores de leitura de atividade acima do valor de referência para ambos os radioisótopos, aproximadamente 13% para o  $^{99m}\text{Tc}$  e 30% para o  $^{131}\text{I}$ . Para o caso da leitura de atividade de  $^{131}\text{I}$  no SMN RIO, o resultado obtido é mais preocupante devido ao uso deste radioisótopo também para terapia. Consequentemente, o paciente de terapia recebe uma atividade muito menor que a prescrita, podendo comprometer no tratamento e aumentando consideravelmente o risco de falha no tratamento.

Neste trabalho foram avaliados 1496 pacientes adultos de diagnóstico em dois SMN de Porto Alegre e um SMN do Rio de Janeiro. Os exames onde a diferença entre a atividade administrada e a atividade administrada corrigida em pacientes adultos é mais significativa estão apresentados nas figuras 1 a 4.

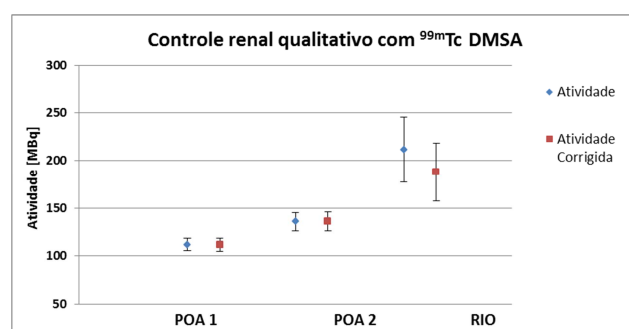


Figura 1. Valores médios de atividade e atividade corrigida obtidos no exame de controle renal qualitativo com  $^{99m}\text{Tc}$  DMSA.

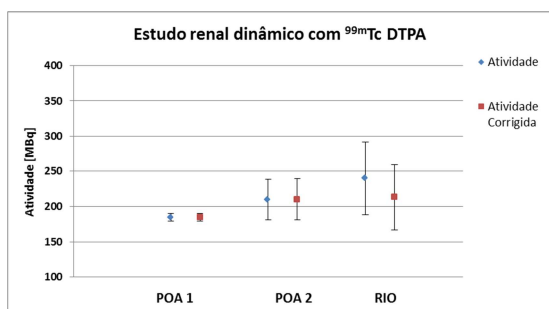


Figura 2. Valores médios de atividade e atividade corrigida obtidos no exame de estudo renal dinâmico com <sup>99m</sup>Tc DTPA em pacientes adultos.

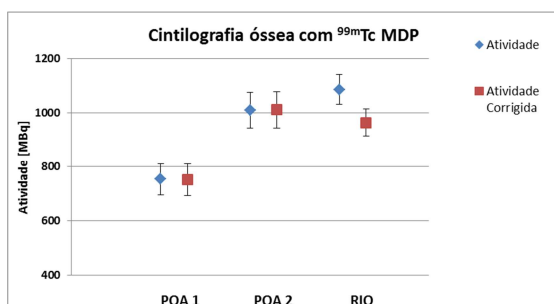


Figura 3. Valores médios de atividade e atividade corrigida obtidos no exame de cintilografia óssea com <sup>99m</sup>Tc MDP em pacientes adultos.

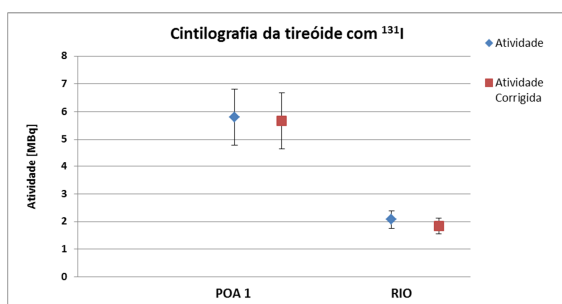


Figura 4. Valores médios de atividade e atividade corrigida obtidos no exame de cintilografia da tireóide com <sup>131</sup>I em pacientes adultos.

Como pode ser observado nas figuras anteriores, os valores médios de atividade administrada nos pacientes variam de acordo com o SMN. Apesar desta diferença, todos os valores de atividade administrada estão de acordo com as recomendações internacionais (ACR, 2013; SNM, 2006; SNM 2003). Porém, observa-se uma considerável variação entre a atividade administrada e a atividade corrigida para os exames realizados no SMN RIO. Esta variação é maior no exame de cintilografia da tireóide, onde a atividade administrada no paciente recebida pelo paciente é menor em aproximadamente 23%.

Neste trabalho, foram avaliados pacientes pediátricos apenas para exames envolvendo <sup>99m</sup>Tc, pois exames de diagnóstico com <sup>131</sup>I não apresentaram um número de pacientes estatisticamente significativo. A figura 5 mostra os resultados para o SMN RIO, nos exames pediátricos estudo renal dinâmico com <sup>99m</sup>Tc DTPA e controle renal qualitativo com <sup>99m</sup>Tc DMSA.

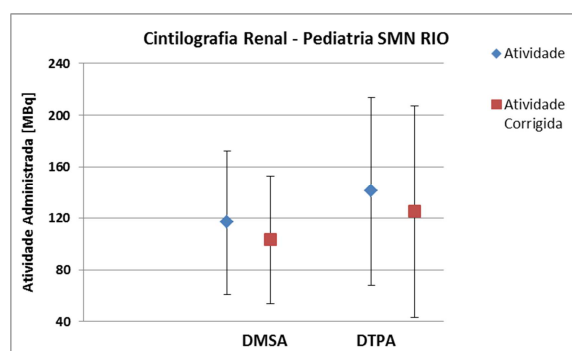


Figura 5. Valores médios de atividade e atividade corrigida obtidos em exames de investigação renal para pacientes pediátricos no SMN RIO.

Observa-se uma diferença considerável entre a atividade administrada e a atividade corrigida. As

consequências desta diferença não são muito críticas, pois a atividade corrigida foi inferior a atividade lida no ativímetro antes da administração, causando assim uma dose efetiva inferior no pacientes pediátrico. Porém, essa redução na atividade pode acarretar em problemas na obtenção da imagem e, consequentemente, falhas no diagnóstico. As atividades administradas em pacientes pediátricos exigem uma atenção maior pois, mesmo sendo as atividades inferiores àquelas administradas em adultos, a dose recebida por esses pacientes é maior. Isso se deve ao fato que o organismo de crianças ainda está em desenvolvimento e suas células se dividem mais rapidamente, consequentemente a radiosensibilidade é maior. Os riscos relativos de certos efeitos negativos após uma exposição à radiação durante os primeiros dez anos de vida são de 3 a 4 vezes maiores em comparação com uma exposição entre 30 a 40 anos de idade e de 5 a 7 vezes maiores em comparação com uma exposição após a idade de 50 anos (IAEA,2001).

#### 4. CONCLUSÕES

Para a proteção radiológica de pacientes em medicina nuclear, é importante que a atividade administrada seja a mais exata possível dentro dos limites de exatidão recomendados pela norma CNEN. Para as medições realizadas com  $^{99m}\text{Tc}$  e  $^{131}\text{I}$ , Porto Alegre apresenta melhor desempenho em comparação ao Rio de Janeiro. Em relação ao SMN RIO, o desempenho para o  $^{131}\text{I}$  é preocupante, pois uma diferença de 30% na atividade administrada no paciente, principalmente em terapia, pode prejudicar o tratamento, aumentando o risco de falha no tratamento.

#### 5. REFERÊNCIAS

American College of Radiology. ACR–SPR Practice Guideline for the Performance of Renal Scintigraphy. Res. 51– 2013.

CNEN-NN-3.05. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear. CNEN, 2013.

HR, BALON et al. Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Thyroid Scintigraphy. 2006;12: 1-4.

International Atomic Energy Agency. Radiological Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy. Publication 1113, 2001.

KJ DONOHOE et al. Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Bone Scintigraphy. Nucl. Med. Technol. 2003;30(12): B99-B103.

TAUHATA, L.; IWAHARA, A.; OLIVEIRA, A. E.; YACOVENCO, M.; REZENDE, E. A., DELGADO, J. U.; SILVA, C. J. DA, SANTOS, J. A., ALABARSE, F.; XAVIER, A.M. Proficiency tests in the determination of activity of radionuclides in radiopharmaceutical products measured by nuclear medicine services *in 8 year* of comparison programmes in Brazil. Applied Radiation and Isotopes. V.66, p.981 - 987, 2008.