

# Estudo da Dose Equivalente de Extremidades em Indivíduos Ocupacionalmente Expostos em um Serviço de Medicina Nuclear

**Autores:** BRUNO ALVES BRENDA VIEIRA<sup>1</sup>; JORGE WAGNER ESTEVES DA SILVA<sup>2</sup>; CLÁUDIA LÚCIA DE PINHO MAURÍCIO<sup>3</sup>; LÍDIA VASCONCELLOS DE SÁ<sup>4</sup>

1. Físico Médico Residente do programa de Residência em Física Médica com ênfase em Imagem do Instituto Nacional de Câncer – INCA – bruno.brenga@gmail.com

2. Físico Médico responsável pelo Serviço de Medicina Nuclear do Instituto Nacional de Câncer – INCA – jorgewagner@inca.gov.br

3. Tecnologista Sênior do Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD – claudia@ird.gov.br

4. Pesquisadora Sênior, Nível III do Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD – lidia@ird.gov.br

## INTRODUÇÃO

A dosimetria ocupacional visa mensurar e certificar que as doses recebidas pelos IOE de SMN em função de suas atividades laborativas não ultrapassem os limites estabelecidos pela CNEN<sup>1,2,3</sup>. Porém dosímetros posicionados na ponta do dedo apresentam um fator de 1,6-2,3x maior do que leituras de dosímetros na base do dedo<sup>4,5</sup>. Já dosímetros posicionados no pulso apresentam um fator de 12-27x menor do que leituras de dosímetros na ponta do dedo<sup>6,7</sup>. Dadas às dificuldades de monitoração, a busca por uma metodologia que permita a realização dos estudos de exposição nas diversas regiões das mãos vem continuamente despertando interesse da comunidade científica. A utilização de simulação física através da tecnologia de impressão 3D tem potencial para auxiliar nessa busca.

## OBJETIVO

Relacionar os resultados obtidos na monitoração com aqueles oriundos da simulação das situações de exposição ocupacionais em extremidades, utilizando-se um simulador físico construído mediante aplicação da tecnologia de impressão 3D.

## MÉTODO

Foram avaliados 4 RF envolvidos na rotina de manipulação de radiofármacos marcados com <sup>99m</sup>Tc. Para cada ponto de medida foram utilizados conjuntos dosimétricos contendo 4 dosímetros TLD-100H. A leitura dos dosímetros foi feita utilizando a leitora modelo TLD 5500 (Thermo Electronic Corporation, EUA). Os resultados obtidos foram reportados como dose equivalente na grandeza H<sub>v</sub>(0,07) para os dosímetros fixados nas mãos dos IOE. O resultado de dose obtido em cada região foi calculado como a média das doses obtida no conjunto dosimétrico.

Na determinação da distribuição de doses em extremidade, os conjuntos dosimétricos foram posicionados nos dedos polegar, indicador e médio e no pulso de ambas as mãos. A geometria de manipulação mais frequente usada pelos RF foi simulada a fim de se avaliar a dose correspondente, comparando a distribuição de dose do IOE com a observada no experimento.



Figura 1. Simulador articulado de extremidade e as localizações dos dosímetros



Figura 2. Simulação do experimento utilizando a geometria mais comum entre os radiofarmacêuticos do SMN

Para avaliar como a distribuição de dose equivalente de extremidade varia conforme cada IOE (Eq. 1) foi realizado uma média dos três dias monitorados, levado em conta a atividade manipulada e seus respectivos tempos. Essa relação foi dividida pela soma do produto do tempo com a atividade manipulada.

$$dose(média)_{i,j} = \frac{\sum(dose_{i,j,t})}{\sum(A_{j,t})} \quad (1)$$

Onde o índice *i* representa as diferentes posições de medida, e o índice *j* os diferentes dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incerteza, do valor médio das doses observadas, está em um intervalo entre 5% a 20% utilizando-se um intervalo de confiança de 95%.

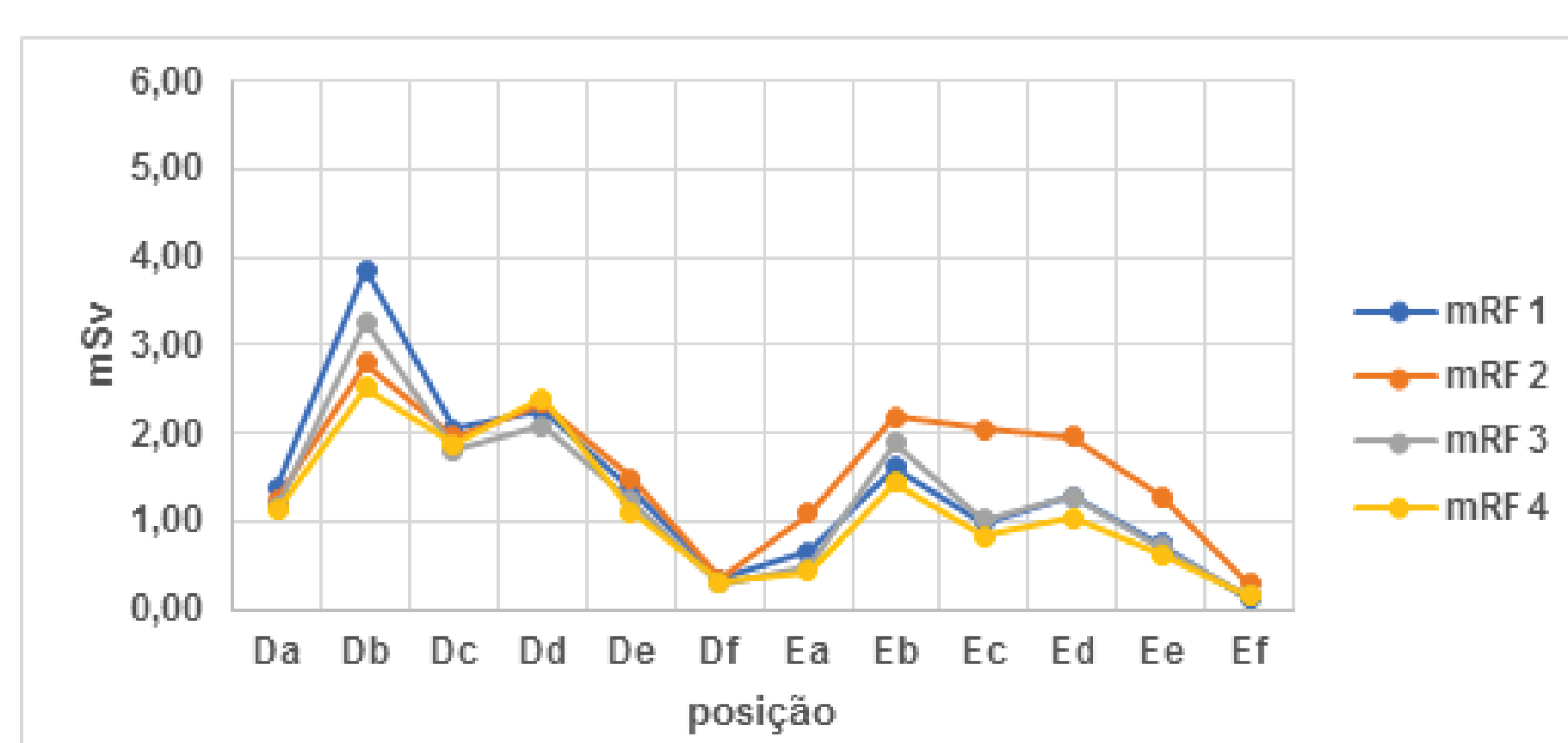


Gráfico 1. Distribuição média de dose equivalente de extremidade para os quatro radiofarmacêuticos devido à manipulação de <sup>99m</sup>Tc, mRF representa a média observada nos dias de coleta e os números os respectivos participantes.

A partir dos resultados é possível observar que a distribuição da dose equivalente de extremidade para a manipulação de <sup>99m</sup>Tc é muito semelhante entre os radiofarmacêuticos, o que sugere uma geometria de manipulação comum entre eles.

É possível verificar que a correspondência do ponto quente resultante da representação geométrica no experimento manteve-se como o observado na rotina devido à manipulação do IOE. O Gráfico 2 mostra semelhança entre os dados coletados em campo (nos IOE) e os observados experimentalmente (simulador articulado).

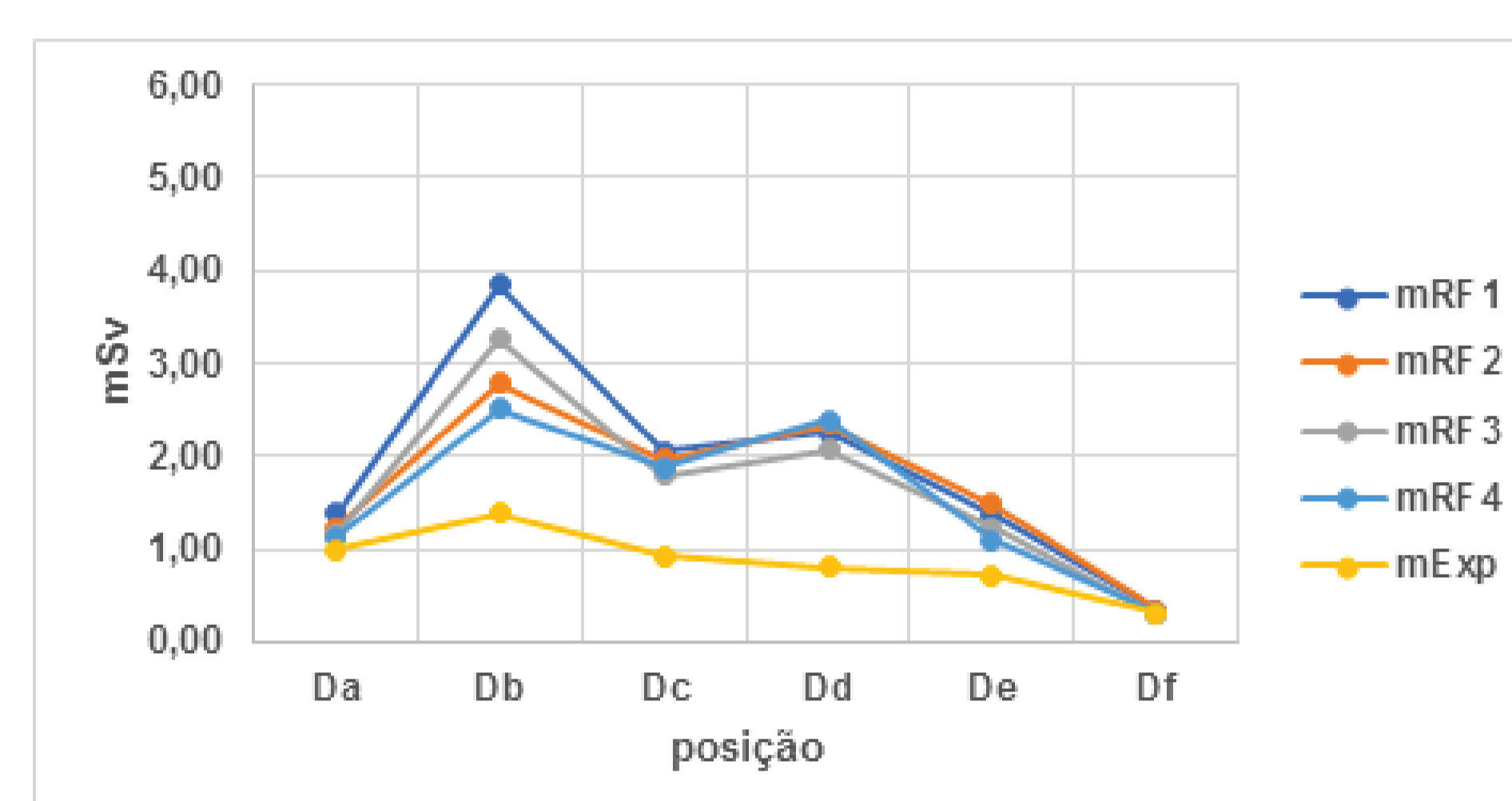


Gráfico 2. Representação da distribuição média de dose para a mão dominante dos quatro radiofarmacêuticos (mRF) e a distribuição média observada pela simulação da geometria observada em serviço com o simulador articulado (mExp).

Na tabela 1 podemos observar as razões da dose equivalente de extremidade na região mais exposta (m) para a região de mais fácil monitoração, base do dedo (b) e pulso (p), do IOE.

Tabela 1. Razão dos pontos de monitoração dos radiofarmacêuticos devido a manipulação de <sup>99m</sup>Tc

	m/b	m/p
<b>Média</b>	1,72	10,92
<b>Mediana</b>	1,71	9,56
<b>3º Quartil</b>	1,96	11,51

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados observamos que a monitoração ocupacional para extremidade está sujeita a subestimações de até 2 a 12 vezes a dose real absorvida devido ao modelo de monitoração que o serviço adota (anel ou pulseira).

Por fim, a partir dos resultados obtidos pelo experimento de simulação, esse trabalho propõem o uso de um simulador de extremidade articulada para determinar a viabilidade da aplicação de um modelo baseado em um simulador físico de baixo custo para extremidades, na tentativa de diminuir as complicações relativas ao processo de avaliação da distribuição de dose dos IOE para extremidade.

## REFERÊNCIAS

1. CNEN-NN-3.01: Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Comissão Nacional de Energia Nuclear; 2014:01-22.
2. CNEN-NN-3.01: Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Comissão Nacional de Energia Nuclear; 2014:01-22.
3. CNEN-NN-3.05: Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Medicina Nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear; 2013:1-26.
4. Kopisch A, Martin CB, Grantham V. Exposure to technologists from preparing and administering therapeutic <sup>131</sup>I: how frequently should we bioassay? J Nucl Med Technol 2011;39:60-2.
5. Vanhavere F, Carinou E, Gualdrini G, Clairand I, Merce MS, Ginjaume M. The ORAMED Project: Optimisation of Radiation Protection for Medical Staff. In: Dössel O, Schlegel WC, eds. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, September 7 - 12, 2009, Munich, Germany: Vol 25/3 Radiation Protection and Dosimetry, Biological Effects of Radiation. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009:470-3.
6. Vanhavere F, Carinou E, Donadille L, et al. An overview on extremity dosimetry in medical applications. Radiat Prot Dosimetry 2008;129:350-5.
7. Sans Merce M, Ruiz N, Barth I, et al. Extremity exposure in nuclear medicine: preliminary results of a European study. Radiation Protection Dosimetry 2011;144:515-20.