



## Avaliação da eficiência de diferentes métodos de dosimetria pessoal em radiologia intervencionista vascular

F. A. Bacchim Neto<sup>a</sup>; A. F. F. Alves<sup>b</sup>; M. E. D. Rosa<sup>b</sup>; D. R. Pina<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais, CEP 13083-970, Campinas-SP, Brasil*

<sup>b</sup> *Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu-SP, Brasil*

<sup>c</sup> *Departamento de Doenças Tropicais e Diagnóstico por Imagem - Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu-SP, Brasil*

*fernando.bacchim@lnls.br*

---

### RESUMO

A Radiologia Intervencionista é a área da medicina que proporciona as maiores exposições ocupacionais. Os valores de dose aos quais os intervencionistas são expostos são difíceis de padronizar. O objetivo deste trabalho é realizar uma avaliação completa das exposições ocupacionais e determinar a eficiência de distintos métodos de dosimetria pessoal utilizados na RI. Foram avaliadas as eficiências de 6 diferentes metodologias de dosimetria pessoal empregadas internacionalmente para estimar a dose efetiva recebida por profissionais intervencionistas. E, com base nessa análise, determinar as características de cada metodologia. Um dos métodos de dosimetria pessoal recomendados pela legislação brasileira se mostrou o mais conservador, superestimando, em média, a dose efetiva em dos profissionais em até 200%, atingindo valores máximos próximos de 400%. O método mais preciso foi o utilizado na América do Norte. Este método não superestimou a dose efetiva dos profissionais mais do que alguns por cento e seu desvio padrão em relação à dose efetiva de referência foram os mais baixos. Com base nesses resultados, a escolha de metodologias que empregam, pelo menos, dois dosímetros, um por baixo e por cima de aventais protetores é recomendada. Além disso, em algumas situações onde a dose nas mãos pode ser alta, dosímetros adicionais para esta região também são recomendados.

Palavras-chave: Radiologia Intervencionista, Dosimetria Pessoal, Proteção Radiológica, Fantoma Antropomórfico, Dosimetria Termoluminescente.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à extrema proximidade e ao longo período de exposição dos intervencionistas à radiação espalhada, a RI é a área da medicina responsável pelas maiores doses de radiação ionizante na equipe médica [1]. Diversas regiões do corpo dos profissionais apresentam níveis de dose diferentes, portanto, medir as doses efetivas (E) desses indivíduos com precisão durante a rotina clínica se torna mais complexo do que nas demais áreas do radiodiagnóstico. Internacionalmente diversos métodos são empregados para estimar a dose efetiva dos profissionais em RI. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de 6 métodos empregados nacionalmente e internacionalmente para estimar a E dos profissionais de RI vascular.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi realizada em três etapas principais. O primeiro passo foi construir um banco de dados de dosimetria na prática clínica. Foram monitoradas doses equivalentes incidentes na cabeça, pescoço, tórax, abdômen, pés e mãos de 7 profissionais, que conduziram 50 procedimentos de RI vascular no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu.

Utilizando o monitoramento dos profissionais do passo 1, o segundo passo foi estimar os valores de E dos profissionais de acordo com os 6 métodos comumente usados internacionalmente.

No Brasil, a regulamentação exige que a E seja medida com um dosímetro posicionado na altura mais exposta do tronco do profissional, fora dos aventais de proteção. A dose indicada nestes dosímetros deve ser corrigida por um fator de 0,1, de acordo com esta normativa [2].

- Doses do tórax fora dos aventais de proteção, corrigidas pelo fator 0,1 (Método 1);
- Doses no abdômen fora dos aventais de proteção, corrigidas pelo fator 0,1 (Método 2).

Nos Estados Unidos, o National Council on Radiological Protection (NCRP) recomenda a combinação de valores de leitura do dosímetro de pescoço, fora dos aventais protetores (indicando doses para a cabeça desprotegida) e a leitura de dosímetros de abdômen (altura da cintura), usando a seguinte equação [3]:

$$E_{\text{NCRP}} (\text{estimada}) = 0.5 H_{\text{DENTRO}} + 0.025 H_{\text{FORA}}$$

- Doses no pescoço acima das proteções para  $H_{\text{FORA}}$  e doses no tórax abaixo das proteções para  $H_{\text{DENTRO}}$  (Método 3);

- Doses no pescoço acima das proteções para  $H_{\text{FORA}}$  e doses no abdômen abaixo das proteções para o  $H_{\text{DENTRO}}$  (Método 4).

Embora um único dosímetro sob o avental de proteção não forneça nenhuma informação sobre as regiões desprotegidas, estimativas das Es dos profissionais foram realizadas usando mais dois outros métodos:

- Doses no tórax corrigidas pelo fator de atenuação de 0,05 (Método 5);
- Doses no abdômen corrigidas pelo fator de atenuação de 0,05 (Método 6).

Para avaliar a eficiência dos 6 métodos utilizados para estimar a E dos profissionais um valor mais preciso de E foi necessário para ser usado como referência. Portanto, o terceiro passo foi determinar uma avaliação mais abrangente da E dos profissionais para cada procedimento avaliado para comparação com as Es obtidas de acordo com métodos internacionalmente utilizados. Para tanto, foram calculados fatores de correlação (FCs) entre doses equivalentes na superfície dos profissionais (obtidas durante a prática clínica - Passo 1) e doses nos 24 órgãos ou tecidos internos listados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) para medições de E. Essas correlações dosimétricas foram obtidas utilizando um fantoma antropomórfico e um fantoma simulador do paciente em uma simulação de procedimento. Após a aplicação dos FCs nas doses externas dos profissionais monitorados no passo 1, obteve-se a E dos profissionais para cada procedimento (E de referência).

As Es estimadas obtidas no passo 2 utilizando os 6 métodos avaliados foram comparados com as Es de referência obtidas no passo 3. Portanto, a eficiência destes métodos foi avaliada em comparação com a E de referência para cada procedimento monitorado.

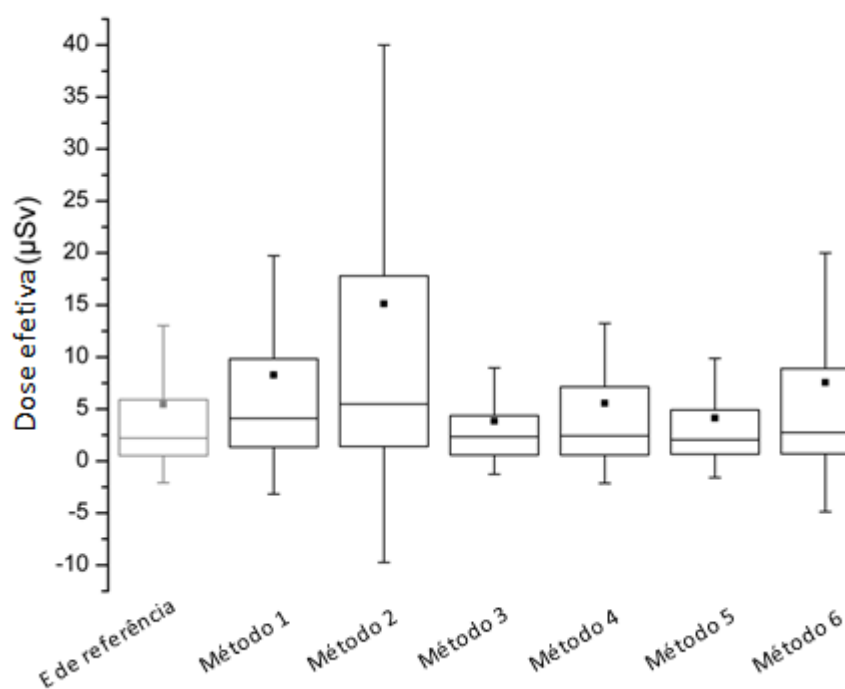
Essas etapas foram aplicadas em 50 procedimentos realizados no Hospital das clínicas de Botucatu, Botucatu, Brasil. Os procedimentos foram realizados utilizando um equipamento LCV Plus (Advantx General Electric Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, EUA).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra os gráficos de *boxplot* da E de referência e as Es estimadas de acordo com os 6 métodos avaliados.

Os métodos 1 e 2 superestimaram a E em aproximadamente 100% e 200% em média, respectivamente. Os seus valores de desvio padrão são extremamente elevados, atingindo mais de 400% no método 2. No entanto, essas metodologias não subestimaram os valores de E mais do que as outras.

**Figura 1:** E de referência calculada utilizando os FCs e os 6 métodos para estimar as doses efetivas adotados neste estudo. Cada caixa representa os seguintes valores estatísticos: os limites inferior e superior da caixa indicam os 25° e 75° percentis; A linha horizontal sólida na caixa marca a mediana; o quadrado representa o valor médio e as barras de erro acima e abaixo da caixa representam o desvio padrão.



Os Métodos 3, 4 e 5 apresentaram médias e medianas de diferenças próximas de 0% e seus desvios padrão foram os menores. Dentre estas três estimativas, para fins de proteção radiológica, a 5 é a metodologia menos adequada para aplicação na rotina, uma vez que não utiliza dosímetros externos. Portanto, as informações sobre regiões não protegidas não são registradas. O método 6 superestimou em média e mediana as Es em aproximadamente 50%.

#### 4. CONCLUSÕES

O método mais conservador para estimativa da E dos profissionais foi o recomendado pela legislação brasileira com dosímetro posicionado no abdômen (Método 2). Este método superestimou a E em 200% em média, porém não subestimou esta grandeza mais que outros métodos. O método mais preciso foi o utilizado na América do Norte, recomendado pelo NCRP (Método 4). Este método não superestimou a E dos profissionais mais do que alguns por cento e seu desvio padrão em relação à E referência foram os mais baixos. Portanto, recomenda-se a escolha de metodologias que empregam, pelo menos, dois dosímetros, um por baixo e por cima de aventais protetores. Assim, a E pode ser avaliada com mais precisão e informações sobre regiões protegidas e não protegidas estarão disponíveis. Além disso, em algumas situações onde a dose nas mãos pode ser alta, dosímetros adicionais para esta região também são recomendados.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. HAUSLER, U.; CZARWINSKI, R.; BRIX, G. **Radiation exposure of medical staff from interventional x-ray procedures: a multicentre study.** Eur Radiol, 19, 2000-8. 2009.
2. ANVISA. Portaria N° 453. **Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária: Diário Oficial da União 1998.
3. NCRP. **Use of personal monitors to estimate effective dose equivalent and effective dose to workers for external exposure to low-LET radiation.** Bethesda, MD, National Council on Radiation Protection and Measurements. 1995.