

# Riscos associados ao Uso de Equipamento Móvel de Radiação X pelos Técnicos de Radiologia durante Exames de Tórax em Pronto Socorro e em UTI Semi-Intensiva: Estudo de caso em um Hospital Público de Sergipe.

W.S. Santos & A. F. Maia

*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil*

*williathan@yahoo.com.br*

O objetivo deste estudo foi avaliar e quantificar as taxas de kerma no ar a diferentes distâncias do equipamento e estimar as doses recebidas pelos indivíduos ocupacionalmente expostos, além de determinar uma distância segura para posicionamento destes indivíduos para diferentes técnicas radiográficas. Para tanto, foram acompanhados diferentes exames e, a partir dos dados coletados durante a realização dos exames, foram realizadas medidas das taxas de kerma no ar utilizando um objeto simulador de tórax. Com os resultados, foi possível traçar um mapa de dose no pronto socorro e na UTI semi-intensiva de um hospital público de Sergipe. Os resultados sugerem que o técnico deve permanecer distante mais de 1,0 m do paciente e use o avental de chumbo.

Palavras-chave: Proteção radiológica, limites de doses, raios X no leito.

The objective of this study was to evaluate and quantify the air kerma rates at different distances from the equipment and to estimate the doses received by occupationally exposed individuals, and to determine a safe distance for placement of these individuals for different radiographic techniques. Therefore, different examinations were accompanied, and, from the collected data, it was estimated the air kerma rates using a chest phantom. With the results, it was possible to draw a dose map for these rooms (emergency room and ITU semi-intensive) for one public hospital in Sergipe. The results suggest that the coach should stay away more than 1.0 m from the patient and use the lead apron.

Keywords: Radiation protection, dose limits and portable X-rays equipment.

## 1. INTRODUÇÃO

Os benefícios gerados pelo radiodiagnóstico para a humanidade são notórios, porém a utilização da radiação ionizante traz o risco inerente dos efeitos biológicos deletérios aos indivíduos expostos, o que requer uma contínua adoção dos princípios de otimização. A monitoração das doses em radiodiagnóstico fundamenta-se no aspecto inerente aos efeitos biológicos da radiação. Os efeitos das radiações ionizantes nos seres humanos resultam da interação da energia depositada nos tecidos e/ou órgãos do indivíduo exposto, cujas conseqüências podem, em casos excepcionais de doses altas, até causar efeitos severos, clinicamente observáveis, dentro de um intervalo pequeno de tempo após a exposição. Além disso, a exposição à radiação também pode, até para doses baixas, induzir certas malignidades que aparecem após um período de latência, como por exemplo, o câncer [1,2].

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica, em sua publicação 103 (ICRP 103), e Comissão Nacional de Energia Nuclear, em sua normal NN 3.01, adotam alguns princípios básicos de proteção radiológica, inclusive um de limitação das doses, com base na hipótese de que toda a radiação, não importa quão pequena, carrega consigo um determinado risco, que é proporcional ao nível de exposição [3,4].

Devido à condição clínica do paciente nos setores do pronto Socorro e da UTI semi-intensiva, na maioria das vezes, é impossível a locomoção desses pacientes para a realização de raios X em ambientes apropriados sob o aspecto da proteção radiológica. Assim, muitos exames radiológicos são realizados com equipamento móvel de radiação X para diagnosticar e ou acompanhar a evolução clínica dos pacientes no leito, sendo muitas vezes necessário que o técnico de radiologia permaneça junto ao paciente. No entanto, como a operação deste equipamento se dá em ambiente livre (sem barreiras de proteção nem blindagem adequadas) devem-se tomar precauções redobradas quanto ao risco de exposição dos técnicos de radiologia [5,6]. Outro fator relevante é dificuldade de cumprimento do princípio da otimização, que defende a busca por uma boa qualidade de imagem com a menor dose absorvida pelo paciente. Isto se deve principalmente pela impossibilidade do uso da grade anti-difusora no controle da radiação espalhada, o que aumenta muito a necessidade de repetição dos exames [6,7,8].

A demanda de solicitação de exame de tórax ocorre com grande freqüência no setor do Pronto Socorro e da UTI Semi-intensiva para controle de infecções pulmonares e depende sobremaneira das funções

respiratórias dos pacientes, pois os mesmos necessitam de assistência ventilatória mecânica e consequentemente de acompanhamento dessas funções, que ocorrem mediante aquisição de imagens radiológicas do sistema pulmonar (raios X de tórax), geralmente realizados diariamente no leito [9,10].

Visando contribuir para a minimização dos riscos associados à realização de exames de raios X de tórax, este estudo analisou a real situação a qual estão submetidos os indivíduos ocupacionalmente exposto durante a realização de exames com equipamentos móveis de radiação X no pronto socorro e na UTI semi-intensiva de um hospital público do estado de Sergipe.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As medidas foram feitas por meio de simulação das condições típicas de exames. Portanto, foi utilizado um objeto simulador de tórax construído com material de acrílico de dimensões 30 cm × 30 cm × 15 cm. Este material foi escolhido por ser um dos mais utilizados para simular tecido mole em feixe de radiação ionizante. Para a obtenção das medidas de taxa de kerma no ar, foi utilizada uma câmera de ionização modelo Radcal 10x6-180 e série 08-0135. O objeto simulador de tórax e a câmera de ionização utilizada estão apresentados na Figura 1.



*Figura 1. Câmera de ionização posicionada a 0,5 m do objeto simulador de tórax.*

A câmera de ionização foi posicionada numa altura de 1,30 m em relação ao piso da sala e afastada do centro do campo de radiação nas distâncias de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 m. Para cada distância, foram efetuadas três medidas em condições técnicas similares de cada setor, de modo a obter um valor médio do kerma no ar para cada distância.

Os parâmetros para simulação dos exames foram determinados por meio da avaliação de 140 exames, sendo 80 no pronto socorro e 60 na UTI semi-intensiva, realizados no período de maio a setembro de 2009. Durante os procedimentos, foram coletadas várias informações como: distância do técnico de radiologia ao paciente sob raios X; tipo de exame; espessura da região examinada; projeção, parâmetros radiográficos e distância foco-pele. Observou-se que a diferença entre as técnicas radiográficas utilizadas nos dois setores foi apenas na distância foco superfície (DFS). Os parâmetros mais utilizados nestes dois setores foram: tempo de exposição de 0,01s, tensão nominal de 60 e 70 kVp, corrente no tubo de 300 mA, campo colimado de 35 cm×43 cm, produto corrente-tempo de 3 mAs e distância foco-superfície (DFS) de 80 e 90 cm respectivamente no setor do pronto socorro e da UTI semi-intensiva. O equipamento raios X móvel utilizado foi do fabricante VMI, modelo Águila Plus 300, com tubo de raios X VMI (modelo Rotax), com 2,3mm de espessura total de alumínio.

### 2.1. Cálculos das doses

Os cálculos de dose para indivíduos ocupacionalmente exposto, para diferentes distâncias, foram efetuados através da expressão:

$$H = (W \cdot \bar{K} \cdot U \cdot T \cdot F) / i \quad (1)$$

onde  $H$  é a dose efetiva (mSv),  $W$  é a carga de trabalho do indivíduo ocupacionalmente exposto dada em (mA.s/mês),  $\bar{K}$  é a taxa de kerma no ar média em (mGy/s) para cada distância obtida em três medições em condições similares,  $U$  é o fator de uso que representa a fração do tempo durante a qual o feixe de radiação está dirigido ao ponto de interesse,  $T$  é o fator ocupacional definido como a fração do tempo durante a qual o trabalhador permanece na área em questão,  $F$  representa o fator de conversão de Gy para Sv utilizado para grandeza de monitoração de área, determinada por instrumentos calibrados em termos de kerma no ar,  $i$  é a corrente no tubo medido em (mA). O valor de  $W$  foi calculado pela seguinte expressão:

$$W = (E \cdot D \cdot S \cdot P) / Y \quad (2)$$

onde,  $E$  representa o número médio de exames realizados por dia,  $D$  é o número de dias que o aparelho é utilizado por semana,  $S$  é o número de semanas por mês em que o aparelho é utilizado,  $P$  é o produto corrente elétrica no tubo de raios X, em mA, pelo tempo de exposição em segundo (s) e  $Y$  é o número de turnos por dia.

Os fatores de ocupação e de uso foram introduzidos nos cálculos com a função de ponderar a quantidade de radiação que alcança uma determinada área pela fração média do tempo que um indivíduo possa ocupar esta área. Neste trabalho, utilizamos esses fatores como sendo igual a unidade [11,12]. Para a conversão de unidades de kerma no ar para dose efetiva, foi utilizado o fator de conversão 1,14 Sv/Gy [13]. A partir dos dados coletados, foi possível estimar o fator  $W$ . Em média, em cada setor estudado são realizados 6 exames de tórax nos leitos por dia. Além disso, são realizados, com menos frequência, exames de extremidades, bacia, abdômen e outros. Os aparelhos de raios X são utilizados em todos os turnos por um período de 12 horas ininterruptamente, 7 dias por semana, 4 semanas por mês. Considerando que os produtos de corrente-tempo típicos dos exames avaliados é de 3 mAs e que os aparelhos são utilizados em 3 turnos durante o dia, a carga de trabalho mensal para os aparelhos, por turno, devido aos exames de tórax no setor do pronto socorro e da UTI semi-intensiva é de 168 mAs/mês.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os técnicos de radiologia cumprem escalas em plantões de quatro horas diárias trabalhando cinco dias por semana. Além dessas quatro horas, os técnicos também cumprem escala de plantão chegando a trabalhar doze horas ininterruptamente uma vez ao mês.

A Tabela 1 apresenta os valores médios das doses efetivas encontradas nos setores do pronto socorro e da UTI semi-intensiva para diferentes distâncias, com tensão de 60 e 70 kVp e distância foco-superfície (DFS) 80 e 90 cm, e os respectivos valores das incertezas, com níveis de confiança de 95%.

Tabela 1. Valores médios de doses efetivas para diferentes distâncias durante a realização de exames de raios X de tórax em uma unidade de terapia semi-intensiva e no pronto socorro de um hospital público, 2009.

| Distância do Objeto Simulador (m) | Dose Efetiva (mSv/mês) |               |               |               |
|-----------------------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                                   | 80 cm                  |               | 90 cm         |               |
|                                   | 65 kVp                 | 70 kVp        | 65kVp<br>kVp  | 70            |
| 0,5                               | 1,419 ± 0,016          | 1,742 ± 0,021 | 0,513 ± 0,010 | 1,008 ± 0,014 |
| 1,0                               | 0,279 ± 0,004          | 0,346 ± 0,005 | 0,200 ± 0,011 | 0,300 ± 0,012 |
| 1,5                               | 0,108 ± 0,002          | 0,136 ± 0,003 | 0,090 ± 0,002 | 0,107 ± 0,002 |
| 2,0                               | 0,051 ± 0,003          | 0,062 ± 0,002 | 0,045 ± 0,003 | 0,058 ± 0,001 |
| 2,5                               | 0,028 ± 0,002          | 0,034 ± 0,001 | 0,023 ± 0,002 | 0,032 ± 0,001 |
| 3,0                               | 0,023 ± 0,003          | 0,025 ± 0,002 | 0,016 ± 0,002 | 0,020 ± 0,003 |

Com base na Tabela 1, pode-se observar que a dose efetiva em cada ponto é tanto menor quanto maior for a distância do paciente sob raios X. Caso não haja um objeto atenuador entre o paciente sob raios X e técnico de radiologia, este deve ter sempre em conta a lei do inverso do quadrado da distância e os princípios básicos da proteção radiológica, pois o paciente é uma fonte de radiação espalhada. Recorda-se que a dose de radiação efetiva média mensal não deve exceder 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano [3,4]. Assim, em conformidade com as boas praticas, e importante para estes profissionais utilizarem sempre a proteção radiológica.

Nas Figuras 2 e 3, são apresentadas a variação dos valores das doses efetivas em função da distância.

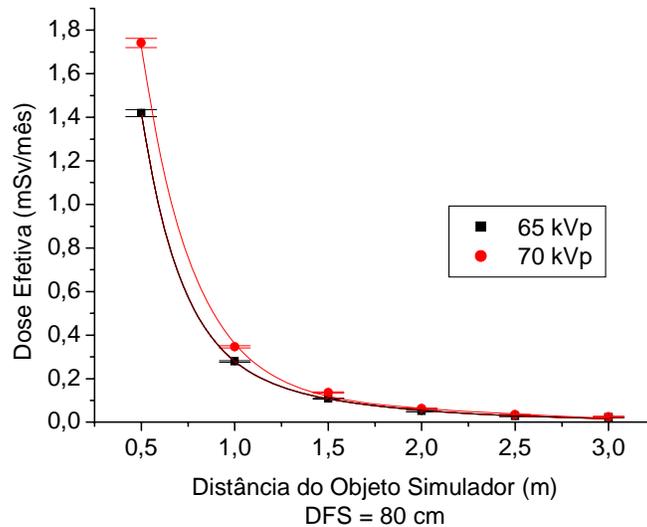


Figura 2. Valores das doses efetivas em função da distância, no pronto socorro de um hospital público, durante a realização de radiografias de tórax..

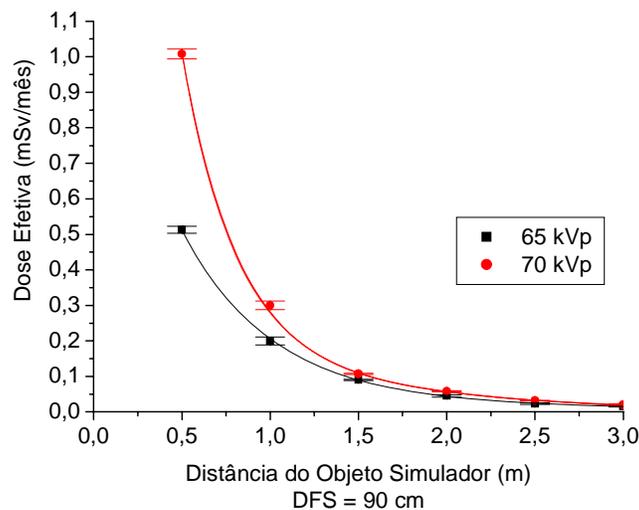


Figura 3. Valores das doses efetivas em função da distância, na UTI semi-intensiva de um hospital público, durante a realização de radiografias de tórax.

As doses efetivas encontradas no pronto socorro e na UTI semi-intensiva apresentam maiores valores a distância de 0,5 m, cujos valores aproximadamente foram respectivamente 1,7 e 1 mSv/mês.

Observa-se, pelas Figuras 2 e 3, que os valores de doses efetivas caem rapidamente de intensidade com o aumento da distância do centro do campo de radiação e aumentam gradativamente de com o acréscimo do kVp e com a diminuição da distância foco superfície (DFS).

Dentre os valores encontrados, apenas as doses efetivas determinadas para 0,5 m no setor do pronto socorro superam o limite recomendável para o mês. Entretanto, há outras considerações que precisam ser feitas. Algumas são atenuantes e outras agravantes neste cálculo de dose.

O principal fator atenuante é o uso de equipamento de proteção individual (EPI). Os técnicos de radiologia têm a sua disposição aventais de chumbo, que eles usam durante a execução dos exames. Considerando que durante a execução dos exames o técnico em Radiologia utiliza o avental protetor em equivalente em chumbo de 0,25mm, as doses efetivas são reduzidas por um fator de 10 [13]. Portanto, considerando o uso deste EPI, as doses efetivas encontradas não são superiores aos limites recomendados para um mês estabelecidos internacionalmente pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica e pela portaria Ministerial da Saúde para os profissionais ocupacionalmente exposto que é aproximadamente 1,6 mSv/mês [3, 4].

Entretanto, há dois fatores agravantes que precisam ser considerados. Primeiramente, a carga de trabalho do técnico de radiologia devido a exames em leitos da UTI semi-intensiva e do pronto socorro é uma fração da carga de trabalho mensal. O técnico de radiologia realiza exames nas salas com equipamentos fixos e exames com os equipamentos móveis nas enfermarias, UTIs, centros cirúrgicos, unidade de terapia de queimados (UTQ) e nos setores estudados neste trabalho. A carga de trabalho do técnico na UTI semi-intensiva e no pronto socorro é aproximadamente 1/6 da carga de trabalho total referente a todo o seu turno de trabalho. Portanto neste caso, por segurança, é recomendável que as doses efetivas dos técnicos referentes aos exames nestes dois setores não exceda 1/6 do limite de dose da norma nacional, ou seja, não superem 0,26 mSv/mês.

Além de o indivíduo ocupacionalmente exposto ter outras atribuições envolvendo radiação ionizante, é preciso considerar também que as recomendações internacionais e normas nacionais não recomendam que as doses sejam próximas aos limites legais. Para tanto, a Comissão Nacional de Energia Nuclear, na norma CNEN-NN-3.01 [4], define valores para níveis de registro e níveis de investigação. Segundo a CNEN-NN-3.01, as doses efetivas dos indivíduos ocupacionalmente expostos devem ser registradas se o valor medido na monitoração individual mensal for superior a 0,2 mSv. Entretanto, se o valor for superior a 1 mSv em qualquer mês ou a 6 mSv por ano, a norma determina que é preciso realizar investigações locais para verificar o ocorrido, sendo necessária a justificativa de procedimentos do profissional durante o mês de referência. Considerando o fato de que os exames nos leitos da UTI semi-intensiva e pronto socorro é apenas 1/6 da carga de trabalho dos técnicos de radiologia deste hospital, é possível que os níveis de registro e de investigação sejam atingidos se os valores de dose referentes aos exames superem 0,03 mSv/mês e 0,16 mSv/mês respectivamente.

Pelos valores encontrados de dose efetiva, e considerando que o EPI seja utilizado, é possível que os níveis de registro não sejam alcançados para nenhuma das distâncias investigada neste trabalho. Entretanto, caso os aventais de chumbo não sejam usados, é provável que os limites de dose ocupacional no pronto socorro sejam ultrapassados para distâncias menores ou iguais a 0,5 m.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para as doses efetivas, mostram a dependência da intensidade do espalhamento com a tensão aplicada ao tubo (kVp) e com a distância foco superfície (DFS). Pode verificar-se que a dose efetiva diminui significativamente com a distância ao eixo do feixe de raios X, sendo mínima na distância de 3,0 m do paciente sob raios X.

Portanto, com base nos valores apresentados pela Tabela 1 é possível concluir que os procedimentos de radiografias de tórax realizados nos leitos da UTI semi-intensiva e no pronto socorro deste hospital são seguros, desde que o técnico permaneça distante mais de 1,0 m do paciente e use o avental de chumbo. Observou-se que a distância média durante a realização dos exames foi de 3,0 m, o que confirma que as práticas estão sendo realizadas de forma segura sob o ponto de vista da exposição ocupacional.

A partir dos resultados obtidos foi possível traçar o panorama geral das doses na UTI semi-intensiva e no pronto socorro dos procedimentos de raios X de tórax nela realizados. Com isto, o técnico poderá executar os procedimentos radiográficos de forma mais segura, minimizando os riscos para eles e para indivíduos do público.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os nossos agradecimentos a CAPES, UFS e CNPq pelo apoio financeiro parcial, aos técnicos de radiologia pela disponibilidade e apoio e aos responsáveis técnicos pelo setor de radiologia do hospital por entenderem a importância do estudo realizado e por permitirem à realização deste trabalho.

- 
1. OKUNO, E. Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios. *Ed. Harba*. São Paulo, SP. 1988.
  2. BIRAL, A.R. Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos. Florianópolis; *Insular*, 2002.
  3. ICRP 103. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, *annals of ICRP* v.37/24, 2007.
  4. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Rio de Janeiro, 2005. (*Norma NE3.01*).
  5. BURRAGE, J.W. et. Scatter and transmission doses from several pediatric X-ray examinations in a nursery. *Pediatr Radiol* (2003) 33: 704–708 DOI 10.1007/s00247-003-0999-.
  6. MEDEIROS, R.B.; ALVES, F.F.R.; RUBERTI FILHA, E.M. Proteção à radiação nos exames radiológicos efetuados no leito. In: **32ª Jornada Paulista de Radiologia**. *Anais...* São Paulo: 2002.
  7. ANDERSON, D.W. Introduction of grids to mobile ICU radiography in a teaching hospital. *The British Journal of Radiology*, 79 (2006), 315–318.
  8. SACADURA, E.L et al. Exposição a radiação ionizante em cirurgia ortopédica num hospital público de Lisboa. *Revista portuguesa de saúde pública*. Exposição Ocupacional.v.6, 2006,p.55-66.
  9. DUETTING, T; FOERSTE, B; KNOCH, T; DARGE, K et al. Radiation exposure during chest X-ray in premature intensive care unit: phantom studies. *Pediatr Radiol* 1999; 29: 158-162.
  10. POZNANSKI,A; KANELITSAS,K; ROLOFFI,C.H; BORER, R. Radiation exposure to personnel in a neonatal nursery. *Pediatrics* 1974; 54: 139-141.
  11. SIMPKIN, D.J; DIXON, R.L. Secondary shielding Barriers for Diagnostic X- Ray Facilities: *Scatter and Leakage Revisited Health Physics*, v. 74. n°3,p.350-365, 1998.
  12. NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS. Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X rays and gamma Rays of energies up to 10MeV. *NCRP Publications*, Bethesda, MD, 1976. (NCRP Report 49)
  13. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Brasília: 1998. (*Portaria n° 453*).
  14. VUOLO, J.H. Fundamentos da teoria de erros, 2ª Ed., São Paulo. Brasil: Editora Edgard Blucher Ltda., 1996.
  15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Guia para a Expressão da Incerteza de Medição*. 3ª Edição Brasileira. Rio de Janeiro, 2003.