

Estudo da radiação espalhada em fluoroscopia durante procedimentos cirúrgicos no quadril*

Study of scattered radiation during fluoroscopy in hip surgery

Oksana Lesyuk¹, Patrick Emmanuel Sousa², Sónia Isabel do Espírito Santo Rodrigues³, António Fernando Abrantes⁴, Rui Pedro Pereira de Almeida⁵, João Pedro Pinheiro⁶, Kevin Barros Azevedo⁷, Luís Pedro Vieira Ribeiro⁷

Lesyuk O, Sousa PE, Rodrigues SIES, Abrantes AF, Almeida RPP, Pinheiro JP, Azevedo KB, Ribeiro LPV. Estudo da radiação espalhada em fluoroscopia durante procedimentos cirúrgicos no quadril. Radiol Bras. 2016 Jul/Ago;49(4):234–240.

Resumo Objetivo: Medir a intensidade da dose de radiação espalhada em diferentes posições simulando uma intervenção cirúrgica no quadril.

Materiais e Métodos: Simulou-se uma intervenção cirúrgica no quadril com apoio da fluoroscopia para estudar a distribuição da radiação espalhada no bloco operatório. Para simular o paciente foi utilizado um simulador antropomórfico de corpo inteiro e para medir a radiação utilizou-se um detector específico para medir raios X. Realizaram-se incidências com um equipamento de raios X tipo arco em C móvel, em modo de escopia contínua, com a ampola a 0° (configuração 1) e a 90° (configuração 2). Os parâmetros operacionais utilizados (voltagem, corrente, tempo de exposição) foram determinados por meio de um estudo estatístico resultante da observação de cirurgias ortopédicas de quadril.

Resultados: Em todas as medições observaram-se exposições mais elevadas na configuração 2. Nas medições em função da altura, observaram-se os valores máximos da taxa de dose de 1,167 (\pm 0,023) μ Sv/s e 2,278 (\pm 0,023) μ Sv/s nas configurações 1 e 2, respectivamente, correspondendo à altura do tórax dos profissionais. No estudo em torno do paciente os valores máximos registraram-se na posição ocupada pelo médico cirurgião.

Conclusão: Concluiu-se que a exposição à radiação dos profissionais é baixa, podendo ainda ser reduzida mediante o uso de equipamentos de proteção individual.

Unitermos: Radiação ionizante; Salas cirúrgicas; Espalhamento de radiação; Proteção radiológica; Radiologia intervencionista.

Abstract Objective: To measure the scattered radiation dose at different positions simulating hip surgery.

Materials and Methods: We simulated fluoroscopy-assisted hip surgery in order to study the distribution of scattered radiation in the operating room. To simulate the patient, we used an anthropomorphic whole-body phantom, and we used an X-ray-specific detector to quantify the radiation. Radiographs were obtained with a mobile C-arm X-ray system in continuous scan mode, with the tube at 0° (configuration 1) or 90° (configuration 2). The operating parameters employed (voltage, current, and exposure time) were determined by a statistical analysis based on the observation of orthopedic surgical procedures involving the hip.

Results: For all measurements, higher exposures were observed in configuration 2. In the measurements obtained as a function of height, the maximum dose rates observed were 1.167 (\pm 0.023) μ Sv/s and 2.278 (\pm 0.023) μ Sv/s in configurations 1 and 2, respectively, corresponding to the chest level of health care professionals within the operating room. Proximal to the patient, the maximum values were recorded in the position occupied by the surgeon.

Conclusion: We can conclude that, in the scenario under study, health care professionals workers are exposed to low levels of radiation, and that those levels can be reduced through the use of personal protective equipment.

Keywords: Radiation, ionizing; Operating rooms; Scattering, radiation; Radiation protection; Radiology, interventional.

* Trabalho realizado no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

1. Licenciada, Técnica de Radiologia, Professora no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

2. Doutor, Engenheiro Físico, Professor no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

3. Mestre, Técnica de Radiologia, Professora no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

4. Doutor, Professor e Diretor da Área Departamental de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

5. Mestre, Técnico de Radiologia, Doutorando na Faculdade de Medicina da Universidade de Murcia, Murcia, Espanha, Professor no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

6. Mestre, Doutorando na Universidade de Coimbra, Portugal, Professor no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

7. Doutores, Professores no Departamento de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAlg), Faro, Portugal.

Endereço para correspondência: Oksana Lesyuk. Universidade do Algarve, Área Departamental de Imagem Médica e Radioterapia da Escola Superior de Saúde. Avenida Dr. Adelin da Palma Carlos, 8000-510 Faro, Portugal. E-mail: oksanalesyuk@gmail.com.

Recebido para publicação em 18/12/2014. Aceito, após revisão, em 3/8/2015.

INTRODUÇÃO

O uso de radiação ionizante para fins diagnósticos e terapêuticos tem aumentado devido ao desenvolvimento dos equipamentos e facilidades no acesso ao exame radiológico⁽¹⁾. O exercício de atividades médicas, tais como a radiologia intervencionista, implica na exposição à radiação de pacientes e profissionais de saúde, necessitando, portanto, de cuidados de radioproteção nessas atividades, visando reduzir o nível dessas exposições.

A presença de profissionais de diversas especialidades sem formação específica na área de radioproteção pode levar à exposição excessiva às radiações ionizantes de profissionais de saúde presentes no bloco operatório^(2,3).

Estudos prévios apontam que o conhecimento dos médicos não radiologistas sobre radiação ionizante é heterogêneo, inadequado e em alguns pontos poderia ser melhorado⁽⁴⁾.

A radiação ionizante produz lesões nas células e pode causar efeitos determinísticos e estocásticos^(5,6). De modo a controlar a exposição, na legislação em vigor estão estipulados os limites de dose para os trabalhadores profissionalmente expostos. A dose efetiva média anual recebida pelo trabalhador não deve exceder 20 mSv ou 100 mSv num período de cinco anos, não podendo ultrapassar 50 mSv em nenhum ano, e a dose equivalente anual não deve exceder 500 mSv para a pele e extremidades e 15 mSv para o cristalino. Doses efetivas acima de 1,5 mSv/mês devem ser investigadas, segundo as normativas de Portugal⁽⁷⁾.

Existem diversas limitações que dificultam a correta monitoração da dose, entre estas a não adesão dos profissionais ao uso de dosímetros individuais de monitoração de dose, a utilização incorreta do dosímetro e as limitações inerentes a estes, tais como a detecção da radiação num ângulo sólido, que depende da posição relativa e da proveniência da radiação incidente no dosímetro⁽⁵⁾.

A exposição do profissional à radiação tem sido valorizada nos serviços de radiologia geral, mas não são frequentes nas situações de monitoração das condições de trabalho com exposição às radiações ionizantes realizadas durante intervenções diagnósticas ou terapêuticas em ortopedia⁽⁵⁾.

Segundo informações publicadas na *site* da International Atomic Energy Agency, já são numerosos os estudos sobre os níveis de exposição à radiação ionizante dos profissionais em procedimentos de risco elevado de exposição, tais como hemodinâmica, angiografia, gastroenterologia⁽⁸⁾. Mas são também necessários estudos nos outros procedimentos de baixo risco, tais como intervenções em ortopedia, nomeadamente intervenções de coluna vertebral e de quadril, por apresentarem maior exposição à radiação ionizante⁽⁹⁾.

Com base no exposto acima, torna-se pertinente estudar a distribuição da radiação espalhada em sala cirúrgica durante uma intervenção ortopédica simulada com apoio fluoroscópico, avaliar a intensidade da radiação espalhada em diferentes zonas do bloco operatório e identificar os fatores que influenciam a exposição dos profissionais durante as intervenções, estabelecendo recomendações de radioproteção

com o intuito de aplicar com maior eficácia o princípio *as low as reasonably achievable*.

MATERIAIS E MÉTODOS

No período entre 1º de janeiro e 30 de abril de 2014 efetuou-se um levantamento dos procedimentos de radiologia de intervenção realizados na ortopedia da unidade de Faro, do Centro Hospitalar do Algarve, Portugal, dos respectivos parâmetros de operação (voltagem, corrente e tempo de escopia) do produto dose-área recebido pelo paciente e dos dados relativos às posições ocupadas pelos profissionais e da configuração do arco em C em torno da mesa, de modo a determinar o procedimento que mais radiação produz e as condições de aquisição de imagem.

Após o estudo estatístico anteriormente descrito, procedeu-se à medição da taxa de dose de radiação espalhada em função da altura, da distância e do ângulo formado entre o simulador e o detector, para as configurações 1 (ampola a 0º) e 2 (ampola a 90º), durante uma simulação de um procedimento cirúrgico de quadril com apoio da fluoroscopia, em que o paciente foi substituído por um simulador de corpo inteiro AR10A (Adam, Rouilly Limited; Kent, Inglaterra)⁽¹⁰⁾.

O monitor de radiação utilizado foi o AT1123 (Atomtex; Minsk, Bielorrússia). Este monitor foi utilizado para medir a taxa de dose ambiente, referida ao longo do texto como taxa de dose, com uma incerteza intrínseca máxima de $\pm 15\%$, em modo contínuo⁽¹¹⁾. Durante o estudo utilizou-se um equipamento de fluoroscopia modelo BV300 (Philips Medical Systems; Best, Holanda), com controle de qualidade da exatidão da voltagem aferido para 80 kV, com o desvio máximo de $\pm 0,6\%$, o qual se encontra compreendido no intervalo da tolerância legal ($\pm 10\%$)⁽¹²⁾.

O simulador foi posicionado para simular uma intervenção cirúrgica no quadril esquerdo, com o membro inferior esquerdo em extensão e membro inferior direito em abdução máxima. A mesa foi colocada a uma altura de 1,05 m em relação ao piso da sala, e o equipamento de fluoroscopia foi colocado com o seu eixo longitudinal em paralelo com o eixo mais longo do membro inferior direito, centrado na articulação do quadril esquerdo (Figura 1).

Utilizaram-se os parâmetros operacionais medidos de voltagem e corrente que resultaram do estudo estatístico, em duas configurações de posicionamento do arco C: 67 kV e 2,4 mA para as aquisições com ampola a 0º (configuração 1) e 76 kV e 2,8 mA com a ampola a 90º (configuração 2). A leitura da taxa de radiação foi registrada após o feixe de radiação alcançar sua estabilidade, geralmente obtida após 5 s com o feixe ligado.

Variação da taxa de dose em função da altura

Para o estudo da taxa de dose de radiação espalhada em função da altura do dosímetro, manteve-se o posicionamento inicial da mesa, do equipamento e do simulador, e colocou-se o detector a uma distância fixa de 25 cm do centro do campo de exposição, posição aproximada da localização do

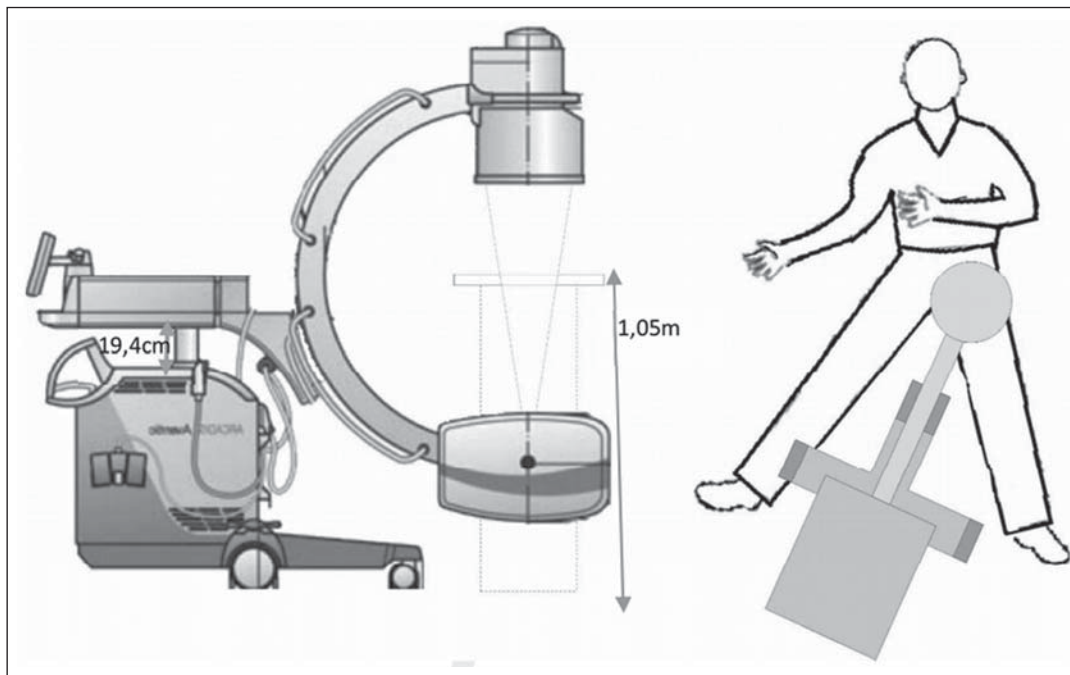


Figura 1. Esquema ilustrativo do posicionamento do fantoma e do equipamento de fluoroscopia arco em C.

cirurgião principal. As medições realizaram-se em ambas as configurações, e a 90° com a linha média sagital do simulador, medindo as doses entre 0,10 m e 1,80 m, variando a posição do detector de 10 cm em 10 cm.

Variação da taxa de dose em função da distância

No estudo da taxa de dose de radiação espalhada em função da distância, manteve-se o posicionamento inicial do simulador e do equipamento, e o monitor de radiação foi colocado a uma altura fixa de 1,25 m, correspondente ao plano de incidência do feixe de radiação no simulador em configuração 1, a 90° com a linha média sagital, variando apenas a distância entre o simulador e o detector em ambas as configurações, medindo as doses entre 0,25 m e 1,65 m, variando a posição do detector de 10 cm em 10 cm.

Variação da taxa de dose em torno do simulador

No estudo da medição da radiação espalhada em torno do simulador, manteve-se o posicionamento inicial e o monitor de radiação foi colocado a 1,0 m de distância do centro do campo de exposição, à altura de 1,25 m no plano de incidência do feixe de radiação em configuração 1, e variou-se a posição do detector de 15° em 15°, sendo o ângulo 0° correspondente à linha média sagital no sentido cefálico.

RESULTADOS

O estudo estatístico realizado previamente à medição da taxa de dose teve amostra de 55 intervenções ortopédicas e permitiu concluir que o procedimento que produz mais radiação espalhada é o cirúrgico no quadril, por ser a intervenção mais frequentemente realizada e a que produz valores de dose mais elevados. Determinaram-se os valores médios de tensão e de corrente utilizados, sendo 67 kV e 2,4 mA na

configuração 1 e 76 kV e 2,8 mA na configuração 2, e com o tempo médio de escopia por intervenção de 27 s.

Variação da taxa de dose em função da altura em relação ao piso da sala

Os resultados da medição da taxa de dose de radiação espalhada em função da altura nas configurações 1 e 2 são apresentados nas Figuras 2A e 2B, respectivamente.

Nas medições em função da altura registraram-se os valores máximos das taxas de dose de 1,167 ($\pm 0,023$) $\mu\text{Sv/s}$ e 2,278 ($\pm 0,023$) $\mu\text{Sv/s}$ nas configurações 1 e 2, respectivamente, na altura do tórax dos profissionais de saúde.

Na altura da tireoide os valores da taxa de dose registrados foram 0,481 ($\pm 0,010$) $\mu\text{Sv/s}$ e 0,692 ($\pm 0,007$) $\mu\text{Sv/s}$ nas configurações 1 e 2, respectivamente, e na altura do cristalino os valores foram 0,133 ($\pm 0,0013$) $\mu\text{Sv/s}$ e 0,367 ($\pm 0,011$) $\mu\text{Sv/s}$, respectivamente.

Variação da taxa de dose em função da distância

Os resultados das medidas da taxa de dose de radiação espalhada em função da distância ao centro do campo de exposição podem ser observados nas Figuras 3A e 3B, assim como a comparação entre os valores experimentais com os valores teóricos obtidos pela lei do inverso do quadrado da distância, para as configurações 1 e 2.

Segundo a regra geral da irradiância, uma fonte extensa pode ser considerada como uma fonte pontual se a distância à fonte for superior a cinco vezes o seu diâmetro⁽⁹⁾. Assim, para o cálculo dos valores teóricos utilizou-se o valor medido à maior distância, permitindo aplicar a lei do inverso do quadrado da distância. Verifica-se uma diferença nos dados entre os valores medidos e os valores teóricos, sendo esta mais visível na configuração 2 e para distâncias inferiores a 1,0 m.

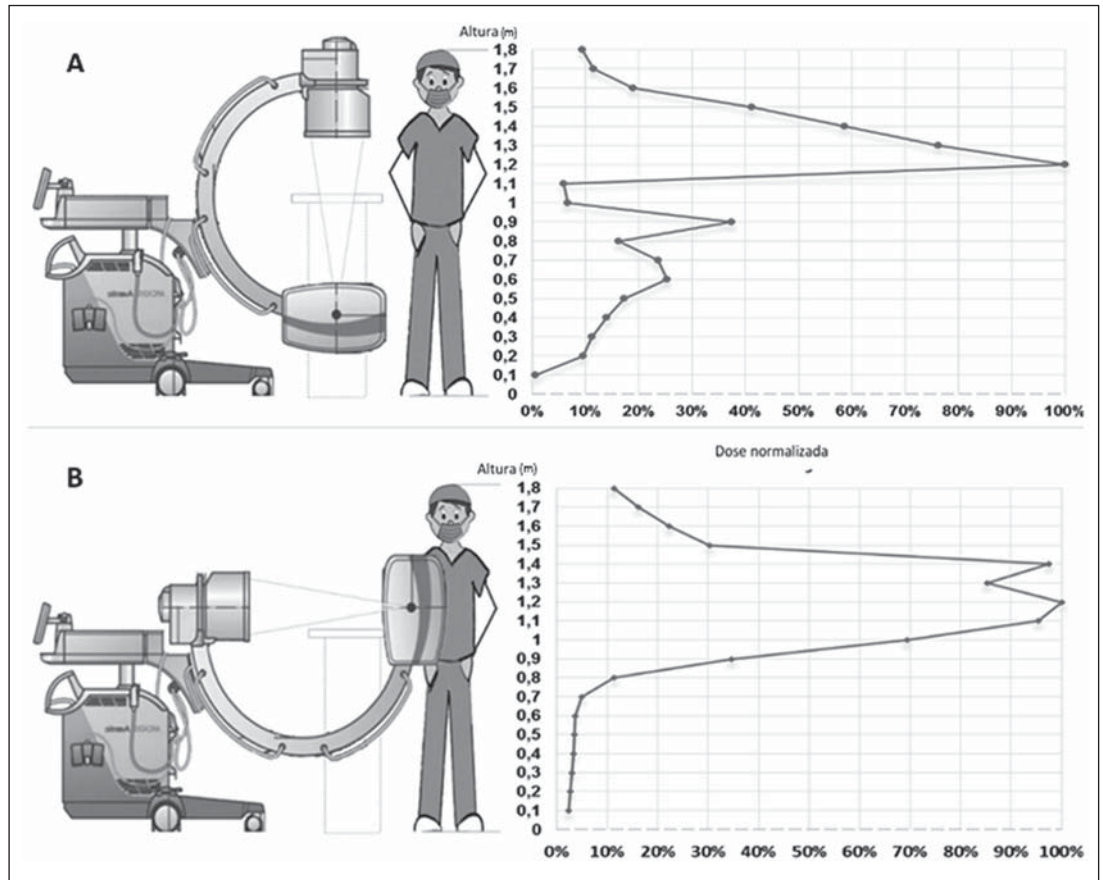


Figura 2. Gráficos ilustrativos da variação de taxa de dose em função da altura, com ampola a 0° (A) e a 90° (B) à distância de 25 cm do centro do campo de exposição, a 90° com a linha média sagital do fantoma.

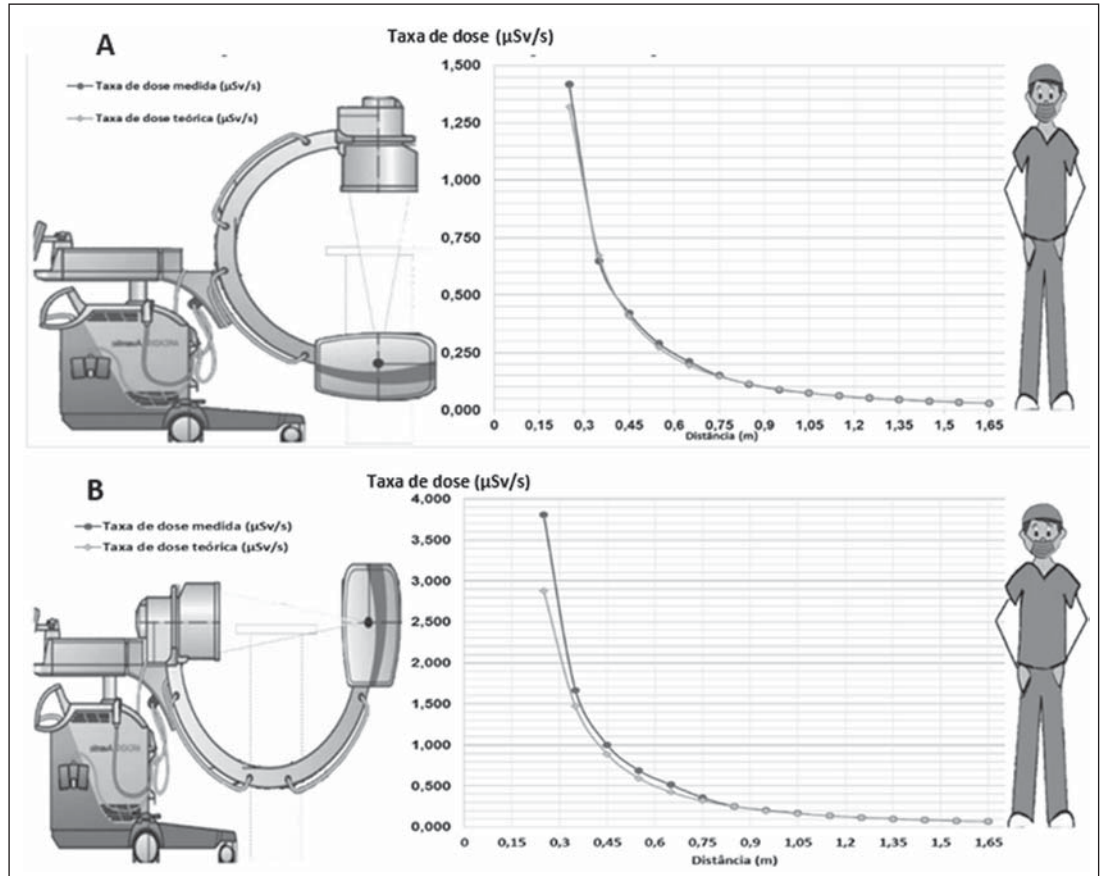


Figura 3. Gráficos ilustrativos da variação de taxa de dose em função da distância, à altura de 1,25 m e a 90° do plano médio sagital do fantoma, para a configuração 1 (A) e a configuração 2 (B).

Variação da taxa de dose em torno do simulador

Tendo em conta os dados resultantes da medição da taxa de dose de radiação espalhada em torno do simulador, por meio da fórmula da lei do inverso do quadrado da distância, para cada ângulo, estimou-se a distância a que deveria encontrar-se o detector para receber o valor máximo da taxa de dose de radiação espalhada registrado durante as medições (0,175 $\mu\text{Sv/s}$) (Tabela 1), e assim traçaram-se as curvas de isodose para as configurações 1 e 2 apresentadas nas Figuras 4A e 4B, respectivamente.

Na Figura 4 observa-se uma distribuição anisotrópica de dose em torno do simulador, evidenciada pela linha que liga os pontos de mesma dose a diferentes distâncias. Em ambas as configurações as doses mais elevadas são registradas à esquerda do paciente e o valor máximo da taxa de dose medido foi 0,175 $\mu\text{Sv/s}$, registrado em incidência de perfil, a 1,0 m de distância e nas posições correspondentes a 60° e 75°.

Estimativa de dose efetiva recebida pelos profissionais

Com base nas taxas de doses medidas em função do ângulo e da distância a que os profissionais se encontram do centro do campo de exposição, estimou-se a dose efetiva recebida na posição que cada um ocupa, considerando que estes mantêm a sua posição fixa durante toda a intervenção cirúrgica.

Tabela 1—Valores da taxa de dose de radiação dispersa em torno do simulador.

Posição	Configuração 1 (0°)		Configuração 2 (90°)	
	Taxa de dose ($\mu\text{Sv/s}$)	Distância (m)	Taxa de dose ($\mu\text{Sv/s}$)	Distância (m)
0°	0,012	0,26	0,041	0,48
15°	0,031	0,42	0,128	0,85
30°	0,048	0,52	0,009	0,23
45°	0,057	0,57	0,041	0,48
60°	0,062	0,59	0,175	1,00
75°	0,067	0,62	0,175	1,00
90°	0,070	0,63	0,161	0,96
105°	0,074	0,65	0,150	0,93
120°	0,073	0,65	0,139	0,89
135°	0,068	0,62	0,133	0,87
150°	0,054	0,56	0,131	0,86
165°	0,029	0,41	0,114	0,81
180°	0,053	0,55	0,147	0,92
195°	0,056	0,57	0,158	0,95
210°	0,015	0,29	0,007	0,20
225°	0,050	0,53	0,097	0,75
240°	0,040	0,48	0,097	0,75
255°	0,036	0,45	0,103	0,77
270°	0,045	0,51	0,092	0,72
285°	0,043	0,49	0,079	0,67
300°	0,033	0,43	0,071	0,64
315°	0,034	0,44	0,073	0,65
330°	0,029	0,41	0,069	0,63
345°	0,021	0,35	0,059	0,58

Considerou-se, para os cálculos, que uma intervenção tem uma duração média total de 27 s distribuídos equitativamente entre as configurações 1 e 2 (Tabela 2).

Com base em levantamento prévio, estima-se que são realizadas cerca de 282 intervenções cirúrgicas no quadril por ano no Departamento de Ortopedia da Unidade de Faro do Centro Hospitalar de Algarve. Assumindo que existem cinco equipes médico-cirúrgicas que realizam intervenções e considerando que cada equipe realiza cerca de 57 intervenções cirúrgicas em quadril no período de um ano, estimou-se que na posição ocupada pelo médico cirurgião que realize em média 57 intervenções do quadril com apoio fluoroscópico recebe-se uma dose de radiação espalhada de 1,974 mSv por ano e na posição ocupada pelo médico assistente, nas mesmas condições, recebe-se 0,653 mSv.

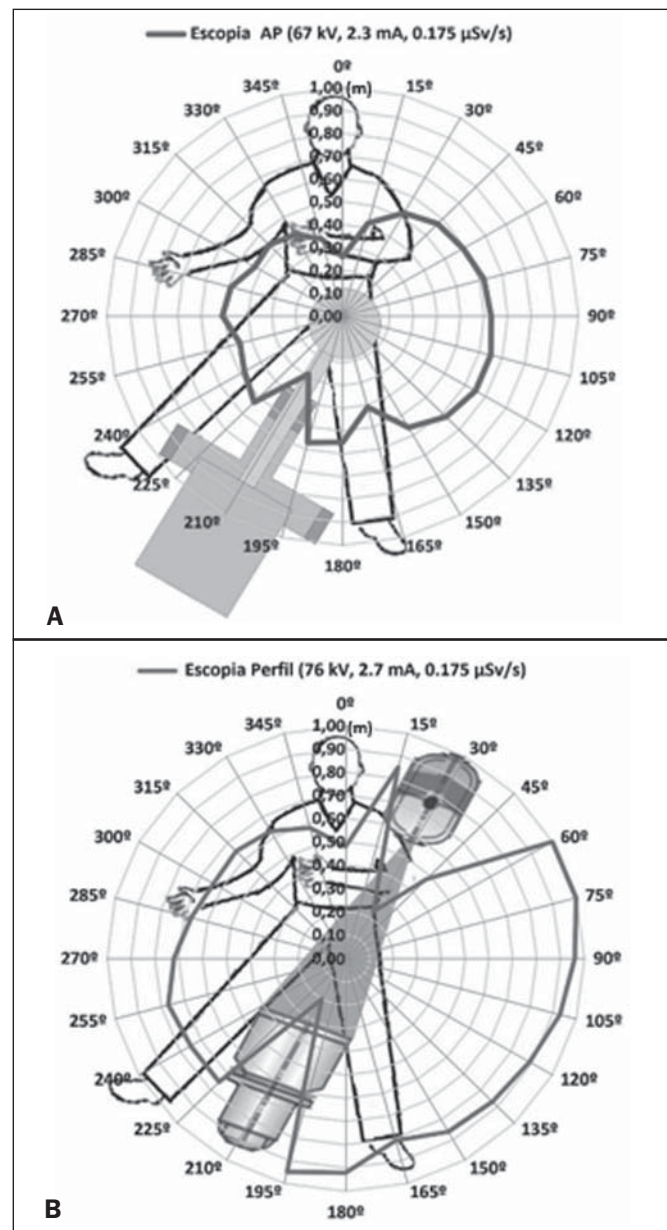


Figura 4. Curvas de isodose em torno do fantoma traçadas para a configuração 1 (A) e a configuração 2 (B).

Tabela 2—Estimativa de dose efetiva recebida pelos profissionais de saúde baseando na taxa de dose medida a 1,25 m em relação ao plano do paciente.

	Distância (m)	Taxa de dose na configuração 1 ($\mu\text{Sv/s}$)	Taxa de dose na configuração 2 ($\mu\text{Sv/s}$)	μSv por intervenção
Médico cirurgião	0,3	0,775	1,790	34,6
Médico assistente	0,5	0,293	0,556	11,5
Enfermeiro instrumentista	1,6	0,029	0,059	1,2
Enfermeiro anestesista	1,2	0,015	0,041	0,8
Médico anestesista	1,2	0,015	0,041	0,8
Enfermeiro circulante	2,4	0,009	0,026	0,5
Técnico de radiologia	1,9	0,004	0,002	0,8

DISCUSSÃO

A fluoroscopia é frequentemente utilizada pelos profissionais de especialidades médico-cirúrgicas, sendo necessários, portanto, a formação e sensibilização desses profissionais para os riscos das radiações ionizantes e incentivos para a utilização de proteções individuais e de recomendações de radioproteção para redução das doses compatíveis com os procedimentos médicos a serem executados⁽¹⁾.

Com base em um estudo prévio realizado pelo nosso grupo de pesquisadores em que foi evidenciado que a área médica que solicita com maior frequência a fluoroscopia é o serviço de ortopedia para intervenções cirúrgicas no quadril, resolveu-se estudar a distribuição da radiação espalhada nesses procedimentos e estimar as doses de radiação efetivas recebidas pelos diferentes profissionais envolvidos nessa cirurgia.

Em relação aos parâmetros utilizados neste estudo durante a simulação do feixe de radiação e tempo de exposição, verificou-se uma concordância nos valores de tempo médio de exposição neste estudo e o indicado no estudo de Alonso et al.⁽¹³⁾, que foi 26 s, bem como o valor da corrente e voltagem indicado por Fuchs et al.⁽¹⁴⁾.

Na medição da taxa de dose em função da altura em relação ao piso da sala, observou-se que para ambas as configurações a maior intensidade de radiação foi registrada na altura do tórax do médico cirurgião.

Na altura do cristalino e assumindo que a exposição tem uma duração de 30s, estima-se que a dose equivalente neste órgão seja de 7,5 μSv por intervenção, ficando abaixo do intervalo de valores indicados no estudo de Fuchs et al.⁽¹⁴⁾, que é de 11,2–45,5 μSv . É importante realçar que a dose equivalente anual para o cristalino é de 15 mSv⁽¹⁵⁾.

Na altura da glândula tireoide estimou-se uma dose de 17,58 μSv por intervenção nas mesmas condições descritas anteriormente, o que está dentro dos valores de dose indicados no estudo de Fuchs et al., que é de 16,7–67,9 μSv ⁽¹⁴⁾.

Em relação à taxa de dose em função da distância, observou-se uma diferença entre os dados experimentais e os valores teóricos para curtas distâncias do campo de exposição; desse modo, nesta simulação a lei do inverso do quadrado da distância subestima a taxa de dose real.

Em relação à taxa de dose em torno do simulador indicado pelas curvas de isodose, observa-se uma quebra de dose

nas posições correspondentes à localização do equipamento de fluoroscopia – arco em C – decorrente muito provavelmente pela absorção da radiação espalhada pelo equipamento (210°). Verificou-se também uma redução de intensidade da taxa de dose nas posições correspondentes à localização da cabeça e dos membros inferiores do paciente, resultante da absorção da radiação espalhada pelo próprio paciente.

Registraram-se valores de taxa de dose mais elevados na configuração 2, pelo fato de o detector se encontrar no mesmo plano de incidência do feixe primário dos raios X, existindo uma maior concentração da radiação retroespalhada⁽¹⁶⁾.

No presente estudo, estimou-se que o médico cirurgião recebe uma dose efetiva aproximada de 34,6 μSv por procedimento, que se encontra dentro do intervalo de valores de dose obtidos no estudo de Fuchs et al.⁽¹⁴⁾. O estudo de Alonso et al.⁽¹³⁾ apresenta um valor de dose de 37 μSv , muito próximo ao valor de dose registrado no nosso estudo.

Apesar de os valores de taxa de dose obtidos neste estudo serem relativamente baixos, é recomendável a utilização de equipamento de proteção individual⁽¹⁷⁾, tendo em vista ser possível reduzir as exposições de forma substancial com a utilização dessas proteções.

Durante o acompanhamento das intervenções cirúrgicas, observou-se que a maior parte dos profissionais de saúde utiliza o avental e colar cervical plumbíferos, mas óculos de proteção para o cristalino raramente são utilizados.

Segundo a International Atomic Energy Agency, a dose efetiva recebida pelo médico cirurgião por procedimento de quadril, com 25 s de tempo de escopia e protegido com um avental de chumbo de 0,5 mm, é aproximadamente 5 μSv . Considerando que a transmissão de um feixe de raios X com energia entre 60 keV e 100 keV através de um avental de 0,5 mm de chumbo varia entre 1% e 7%, podemos concluir que nas condições apresentadas neste estudo e supondo que o médico esteja utilizando o avental de chumbo de 0,5 mm, a dose efetiva recebida por estes seria de 2,5 μSv , dose que se localiza abaixo dos valores de referência⁽¹⁸⁾.

Visando dar mais conforto aos profissionais de saúde e baseando-se nas doses estimadas neste estudo, a utilização de aventais de chumbo de 0,25 mm seria suficiente para prover segurança e proteção dos profissionais de saúde nesses procedimentos.

CONCLUSÕES

Evidenciou-se que as doses de radiação recebidas pelos profissionais de saúde durante intervenções cirúrgicas de quadril com apoio da fluoroscopia são baixas, mas considerando que não existem doses de radiação seguras, é aconselhável a utilização de aventais de chumbo, protetores de tireoide e óculos de proteção, visando reduzir substancialmente as exposições originadas nesses procedimentos médicos.

REFERÊNCIAS

1. Santana PC, Oliveira PMC, Mamede M, et al. Ambient radiation levels in positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) imaging center. *Radiol Bras.* 2015;48:21–5.
2. Le Heron J, Padovani R, Smith I, et al. Radiation protection of medical staff. *Eur J Radiol.* 2010;76:20–3.
3. Romano RFT, Salvadori PS, Torres LR, et al. Readjustment of abdominal computed tomography protocols in a university hospital: impact on radiation dose. *Radiol Bras.* 2015;48:292–7.
4. Madrigano RR, Abrão KC, Puchnick A, et al. Evaluation of non-radiologist physicians' knowledge on aspects related to ionizing radiation in imaging. *Radiol Bras.* 2014;47:210–6.
5. Oliveira AD, Jesus J, Leite E, et al. Caracterização do feixe de radiação X num bloco operatório em cirurgia ortopédica. *Rev Port Saúde Pública.* 2009;27:59–70.
6. Navarro VCC, Navarro MVT, Maia AF, et al. Evaluation of medical radiation exposure in pediatric interventional radiology procedures. *Radiol Bras.* 2012;45:210–4.
7. Portugal. Ministério da Saúde. Decreto-Lei nº 222/2008. Diário da República, 223 Série I, de 17 de novembro de 2008.
8. International Atomic Energy Agency. Patient and staff dose in fluoroscopy. [cited 2015 Apr 8]. Available from: https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/4_InterventionalRadiology/patient-staff-dose-fluoroscopy.htm.
9. International Atomic Energy Agency. Orthopedic surgery. [cited 2014 Jul 12]. Available from: https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/Orthopedic/index.htm.
10. Adam, Rouilly. AR10A X-ray/radiographic positioning doll. [cited 2014 May 29]. Available from: <http://www.adam-rouilly.co.uk/productdetails.aspx?pid=2792&cid=411>.
11. Atomtex. AT1121, AT1123 X-ray and gamma radiation dosimeters. [cited 2013 Dec 18]. Available from: <http://www.atomtex.com/en/products/portable-dosimeters/at1121-at1123-x-ray-and-gamma-radiation-dosimeters>.
12. Soma Technology. Philips BV 300. [cited 2013 Dec 18]. Available from: <http://www.somatechnology.com/MedicalProducts/philips-bv300-c-arms.asp>.
13. Alonso JA, Shaw DL, Maxwell A, et al. Scattered radiation during fixation of hip fractures. Is distance alone enough protection? *J Bone Joint Surg.* 2001;83:815–8.
14. Fuchs M, Schmid A, Eiteljörge T, et al. Exposure of the surgeon to radiation during surgery. *Int Orthop.* 1998;22:153–6.
15. Conselho da União Europeia. Diretiva 2013/59/Euratom do Conselho de 5 de dezembro de 2013. *Jornal Oficial da União Europeia.* 2014;13:1–73.
16. Bushong SC. Radiologic science for technologists: physics, biology, and protection. 7th ed. St. Louis, MO: Mosby; 2001.
17. Osman H, Sulieman A, Sam AK. Orthopedist's thyroid radiation dose during surgery. *Journal of Advanced Medical Research.* 2011;1:55–60.
18. International Atomic Energy Agency. Radiation protection in orthopaedics. [cited 2015 Mar 30]. Available from: https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/Orthopedic/index.htm.