

# Caracterização do feixe de radiação X num bloco operatório em cirurgia ortopédica

AUGUSTO D. OLIVEIRA  
J. JESUS  
EMA LEITE  
FLORENTINO SERRANHEIRA  
ANTÓNIO DE SOUSA UVA

Na radiologia de intervenção, e concretamente em ortopedia, os raios X são intensamente utilizados permitindo a visualização de diversas técnicas de intervenção cirúrgica. Do ponto de vista médico as vantagens dessa prática são enormes, contudo, os profissionais de saúde envolvidos são susceptíveis de estarem expostos a valores de dose de radiação que significam a sua classificação como trabalhadores expostos.

O presente estudo realizou-se num hospital e teve como objectivo obter uma estimativa das doses envolvidas em ortopedia de intervenção, utilizando várias metodologias experimentais para caracterização do campo de radiação primário e secundário.

Observaram-se distintos níveis de dose de acordo com a zona anatómica exposta à radiação X: (i) gónadas — 0,02

a 3 mGy/h; (ii) cristalino — 0,06 a 1 mGy/h e (iii) mãos — 0,6 mGy/h.

Tais resultados evidenciam uma clara necessidade de utilização de equipamentos de protecção e de vigilância dosimétrica pelos profissionais de saúde envolvidos no acto cirúrgico.

**Palavras-chave:** saúde ocupacional; raios X; exposição profissional; avaliação do risco; percepção do risco.

## 1. Introdução

O exercício de actividades clínicas, tais como a cirurgia ortopédica, pode implicar a exposição a radiações ionizantes de profissionais de saúde dos blocos operatórios e, conseqüentemente, originar efeitos adversos para a sua saúde. A ionização de elementos da célula constitui o mecanismo pelo qual esses efeitos ocorrem podendo originar conseqüências, cuja gravidade depende da dose (efeitos determinísticos) ou, pelo contrário, outros efeitos em que se verifica uma relação dose-resposta mas não uma relação dose-efeito, designadamente a mutagénese e a cancerígenese (efeitos estocásticos).

Tradicionalmente, têm sido valorizadas as exposições de profissionais de saúde que exercem a sua actividade profissional em Serviços de Radiologia, de Radioterapia e de Medicina Nuclear. No entanto, nas últimas décadas, tem-se assistido ao desenvolvimento de diversas técnicas efectuadas em especialidades médi-

□

Augusto D. Oliveira é investigador auxiliar, Unidade de Protecção e Segurança Radiológica, Instituto Tecnológico e Nuclear.

J. Jesus é técnico, Unidade de Protecção e Segurança Radiológica, Instituto Tecnológico e Nuclear.

Ema Leite é assistente no Grupo de Disciplinas de Saúde Ambiental e Ocupacional, Escola Nacional de Saúde Pública — Universidade Nova de Lisboa.

Florentino Serranheira é professor auxiliar no Grupo de Disciplinas de Saúde Ambiental e Ocupacional, Escola Nacional de Saúde Pública — Universidade Nova de Lisboa.

António de Sousa é professor catedrático no Grupo de Disciplinas de Saúde Ambiental e Ocupacional, Escola Nacional de Saúde Pública — Universidade Nova de Lisboa

Submetido à apreciação: 7 de Maio de 2008

Aceite para publicação: 2 de Outubro de 2008

cas e cirúrgicas, as quais recorrem à utilização de fluoroscopia para a sua «monitorização» por raios X.

A cirurgia ortopédica é uma área clínica que utiliza frequentemente imagens radiográficas obtidas através da emissão de radiação por ampolas de raios X com (ou sem) intensificadores de imagem. Os equipamentos de raios X, dotados de sistemas de Controlo Automático da Exposição (CAE), permitem a variação automática dos valores de tensão e corrente, compensando as variações da espessura, da densidade dos órgãos e, em geral, dos tecidos explorados clinicamente, mantendo a imagem «legível», mesmo sem controlo directo. Estes equipamentos permitem observar (por vezes também manipular) os valores de corrente e de tensão durante o procedimento, bem como proceder ao controlo do tempo de fluoroscopia.

A exposição a radiações ionizantes tem uma distribuição heterogénea e variável, o que determina a opção de vigilância da exposição através de estratégias de monitorização individual (Áustria. International Atomic Energy Agency, 1998). Em profissionais de saúde, estimam-se níveis médios de dose efectiva da ordem de 1 mSv/ano (Áustria. International Atomic Energy Agency, 1998), mas estas doses podem ser muito variáveis em função do controlo da qualidade do equipamento utilizado, das práticas de trabalho e das barreiras de protecção existentes. Por exemplo, em radiodiagnóstico, e de acordo com a Comissão Internacional de Radioprotecção (ICRP), a taxa de kerma no ar de 1 mGy/hora, medida à distância de um metro do equipamento, não deve ser excedida e a área de secção do feixe deve ser limitada à área de interesse clínico. Em todos os tipos de procedimentos diagnósticos, a emissão de raios X deverá ser controlada por profissionais com formação na área das radiações ionizantes no sentido de administrar a menor dose e, ainda, da exposição ser limitada ao absolutamente necessário, sendo essenciais as boas condições do equipamento (Noz e Maguire, 2007). Os dispositivos de protecção contra a radiação X, tais como as cortinas plúmbeas, são fundamentais durante procedimentos com fluoroscopia.

Apesar da dosimetria individual corresponder efectivamente à dose recebida por cada profissional, nas condições de trabalho específicas em que este desenvolve a sua actividade, ela está essencialmente limitada pela adesão (ou não) dos profissionais e pela utilização correcta (ou não) do dosímetro.

O Decreto Regulamentar 9/90 de 19 de Abril estabelece como limite de dose anual efectiva 50 mSv para os profissionais de saúde que utilizam radiações ionizantes, sendo os limites de dose equivalente para a pele de 500 mSv e para o cristalino de 150 mSv. A Directiva Europeia 96/29/EURATOM recomenda

uma diminuição da dose efectiva para um limite de 100 mSv em cinco anos, sem ultrapassar os 50 mSv em nenhum dos anos (Directiva 96/29/Euratom do Conselho de 13 de Maio de 1996).

Entre nós, não são frequentes situações de diagnóstico das condições de trabalho com exposição a radiações ionizantes de profissionais de saúde, realizadas durante intervenções diagnósticas ou terapêuticas.

## 2. Objectivos

O presente estudo desenvolve um trabalho realizado anteriormente (Oliveira e Jesus, 2003) e tem por principais objectivos:

- Caracterizar a qualidade do feixe de radiação do aparelho de raios X utilizado num bloco operativo e caracterizar a dose de radiação dispersa em diferentes condições;
- Determinar a dose dispersa de radiação X durante uma cirurgia ortopédica em pontos que se situam à altura das gónadas, das mãos e do cristalino de alguns dos profissionais envolvidos;
- Identificar factores que possam influenciar a dose de radiações ionizantes a que os profissionais estão expostos durante a realização de cirurgias ortopédicas.

## 3. População e métodos

Trata-se de um estudo transversal, descritivo, de avaliação da exposição a radiações ionizantes numa sala de um bloco operativo.

Estudou-se a exposição da equipa de cirurgia numa intervenção, com uma duração de cerca de duas horas, em que a utilização do feixe de radiação teve a duração de cerca de quinze minutos. A equipa de cirurgia era constituída por dois ortopedistas, um anestesista, um enfermeiro instrumentista, um enfermeiro circulante e um enfermeiro de apoio à anestesia.

Utilizou-se um equipamento Babyline® 81 Eurisys Measures para as medições de dose de raios X provenientes do equipamento móvel da marca Philips®, modelo BV 25 Gold usado em cirurgias ortopédicas, naquele bloco operativo.

O feixe de radiação era circular com um diâmetro mínimo de 10 cm e máximo de 15 cm, tendo sido sempre utilizado o seu valor máximo.

Para caracterizar o feixe, e medidas de dose, utilizou-se o equipamento:

- Keitley Digital kVp meter 35075.
- Keitley Dosimeter 35065.

### 3.1. Determinação da espessura hemi-redutora

De modo a caracterizar a qualidade do feixe de radiação (medida indirecta da distribuição em energia dos fótons do feixe de radiação) determinou-se a espessura hemi-redutora em condições de feixe largo, fixando as condições de funcionamento em 70 kVp e 2,6 mA que são valores representativos dos parâmetros utilizados durante a intervenção.

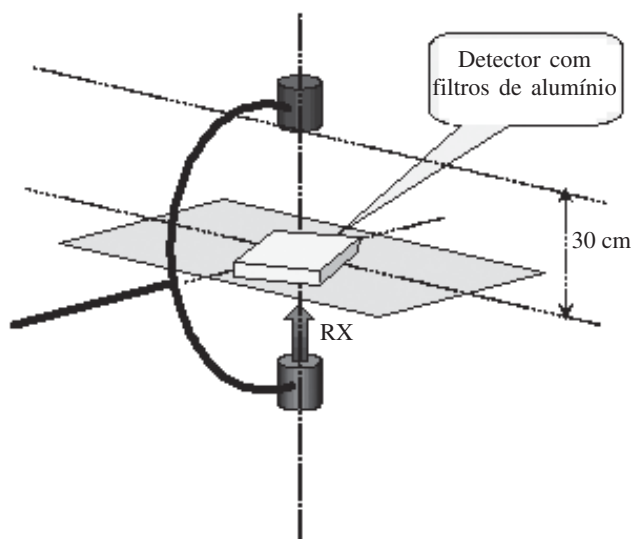
As medições foram efectuadas com o equipamento Keitley, com tempos de exposição de 15 segundos e filtros de alumínio adequados, colocados entre a fonte e o detector (*Figura 1*).

### 3.2. Determinação da dose absorvida em condições máximas de funcionamento

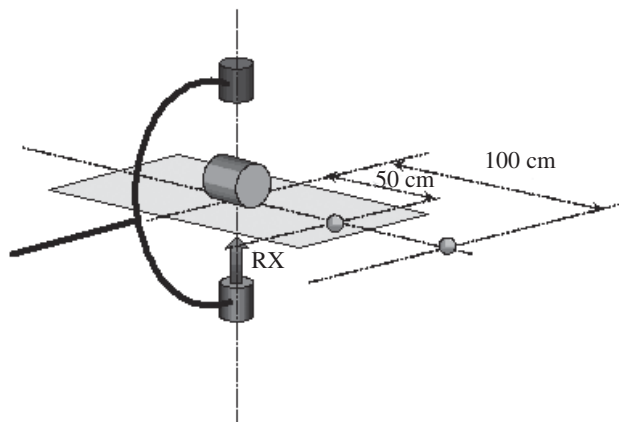
Para a determinação da dose absorvida, devida à radiação dispersa, a 0,5 m e 1 m do eixo do feixe de radiação, em condições máximas de funcionamento, determinaram-se primeiro os parâmetros máximos.

Utilizando a funcionalidade do CAE, colocou-se sobre a mesa de operação, entre o tubo de raios X e o intensificador de imagem, uma camada de chumbo de espessura adequada, para forçar o CAE a aumentar os parâmetros de funcionamento até aos valores máximos obtendo-se 100 kVp e 3,1 mA.

**Figura 1**  
Geometria de irradiação para determinação da espessura hemi-redutora



**Figura 2**  
Geometria para a determinação da dose máxima



Com estes parâmetros e o fantoma colocado como se mostra na *Figura 2*, mediu-se a dose absorvida sobre a mesa.

### 3.3. Medições junto à porta da sala

Foram também efectuadas medições junto à porta da sala de operações, utilizando a câmara de ionização Babyline® 81 Eurisy Measures.

### 3.4 Medições efectuadas com a utilização de um fantoma

A utilização de um fantoma permite realizar medições em condições bem definidas e reprodutíveis, ao contrário das realizadas durante a intervenção cirúrgica em que distâncias e tempos de exposição não

podem ser determinados com precisão, pois a sua realização poderia interferir com o próprio acto cirúrgico.

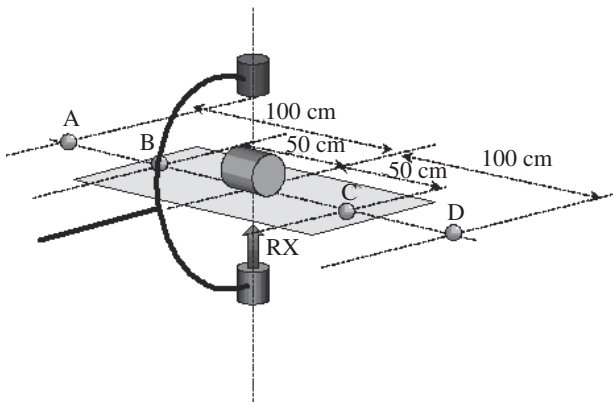
O fantoma utilizado tinha uma forma cilíndrica com 28 cm de diâmetro e 30 cm de altura.

Durante a intervenção, o tubo de raios X foi colocado debaixo da mesa e o intensificador de imagem por cima. Nessa situação, com a sala livre, colocou-se o fantoma sobre a mesa de operações e fez-se a radiação incidir sobre ele, conforme se ilustra na *Figura 3*. Nessa figura também se representam os pontos de medida (A, B, C e D).

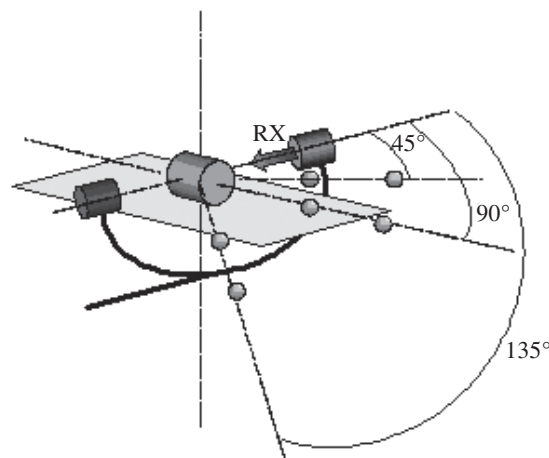
O controlo automático de exposição foi mantido em funcionamento obtendo-se os valores para os parâmetros de funcionamento de 70 kVp e 2 mA.

Realizaram-se ainda outras medições à distância de 50 cm e 100 cm na direcção perpendicular ao eixo do feixe de radiação, cuja geometria e posições se apresentam na *Figura 4*.

**Figura 3**  
Pontos de medição utilizando o fantoma



**Figura 4**  
Pontos de medição para radiação dispersa segundo ângulos diferentes



### 3.5 Medições durante a intervenção cirúrgica

Acompanhou-se uma intervenção cirúrgica e efectuaram-se medições da dose de radiação dispersa na fase em que os raios X foram utilizados, nomeadamente durante a perfuração do osso e colocação de parafusos.

Os pontos de medição corresponderam, nos profissionais expostos, à altura das gónadas, cristalino e mãos.

## 4. Resultados

O equipamento de raios X estudado dispunha de um sistema de controlo automático de exposição (CAE) que permitia a variação automática dos valores da tensão (kVp) e corrente (mA), compensando varia-

ções da espessura e densidade do tecido a observar, mantendo uma boa qualidade de imagem no monitor. Durante a cirurgia, o tubo de raios X foi posicionado, predominantemente, debaixo da mesa de operações ficando o intensificador de imagem por cima. Durante a intervenção cirúrgica, que teve uma duração aproximada de 2 horas, o tempo de emissão de radiação foi aproximadamente de 15 minutos.

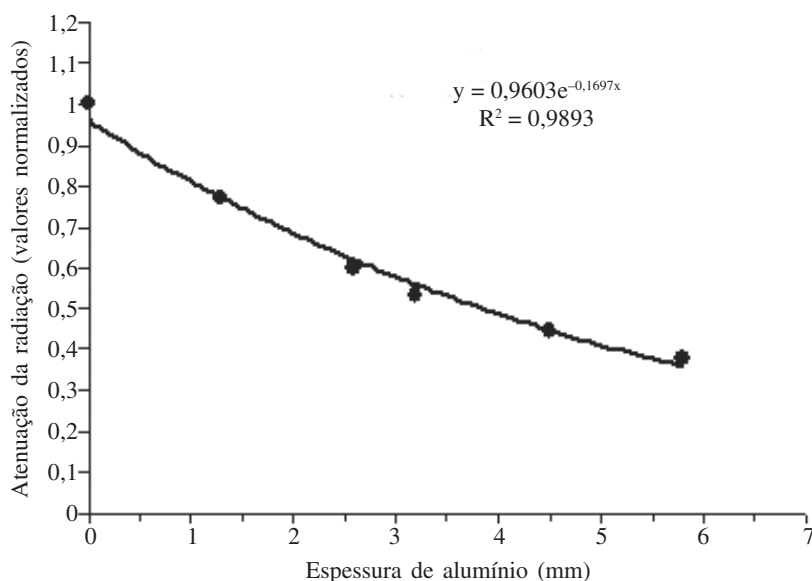
### 4.1 Espessura hemi-redutora

Para caracterização do feixe de radiação, foi inicialmente determinada a espessura hemi-redutora, tendo-se obtido os resultados que se apresentam na *Tabela I*. Na *Figura 5* apresenta-se, graficamente, a atenuação da radiação e o respectivo ajuste que permite concluir que a espessura hemi-redutora é de 4,1 mm Al.

**Tabela I**  
Medidas de atenuação da radiação para 70 kV e 2,6 mA com tempo de exposição de 15 s

Espessura de alumínio (mm)	Exposição (mR)
0	415
1,3	319
2,6	249
3,2	221
4,5	184
5,8	156

**Figura 5**  
Atenuação da radiação para 70 kV, 2,6 mA em feixe largo



#### 4.2 Dose dispersa em condições máximas de funcionamento

As doses absorvidas, devido à radiação dispersa, a 0,5 m e 1 m do eixo do feixe de radiação, em condições máximas de funcionamento, são apresentadas na *Tabela II*.

#### 4.3. Resultados das medições nas portas de acesso à sala de operações

Realizaram-se medições junto às portas de acesso à sala de operações durante a emissão de raios X e obtiveram-se os seguintes resultados (*Tabela III*).

**Tabela II**  
Dose dispersa em condições máximas de funcionamento (100 kV<sub>p</sub>, 3,1 mA)

Distância ao eixo do feixe de RX (cm)	Dose absorvida (μGy h <sup>-1</sup> )
50	400
100	52

**Tabela IV**  
Resultados das medições com fantoma na geometria indicada na Figura 3

Pontos	Medida (μGy h <sup>-1</sup> )
A (100 cm)	40
D (100 cm)	50
B (50 cm)	210
C (50 cm)	300

**Tabela VI**  
Resultados das medições de dose numa direcção a 90° do eixo do feixe

Distância (cm)	Medida (μGy h <sup>-1</sup> )
50	300
100	50

#### 4.4 Resultados das medições com fantoma

Os resultados das medições em diversos pontos utilizando um fantoma apresentam-se nas *Tabelas IV a VII*. Pode-se observar que a dose é maior a 45° e menor a 135°.

#### 4.5. Resultados das medições durante a intervenção cirúrgica

De seguida, apresentam-se os resultados das medições obtidas durante a intervenção cirúrgica em pontos correspondentes às gónadas, cristalino e mãos, dos profissionais expostos, na fase em que os raios X foram utilizados, fazendo referência esquemática às posições de medição (*Figuras 6 a 11*).

**Tabela III**  
Resultados das medições nas portas de acesso à sala

Medida no exterior da sala (μGy h <sup>-1</sup> )
4
3
6

**Tabela V**  
Resultados das medições de dose numa direcção a 45°

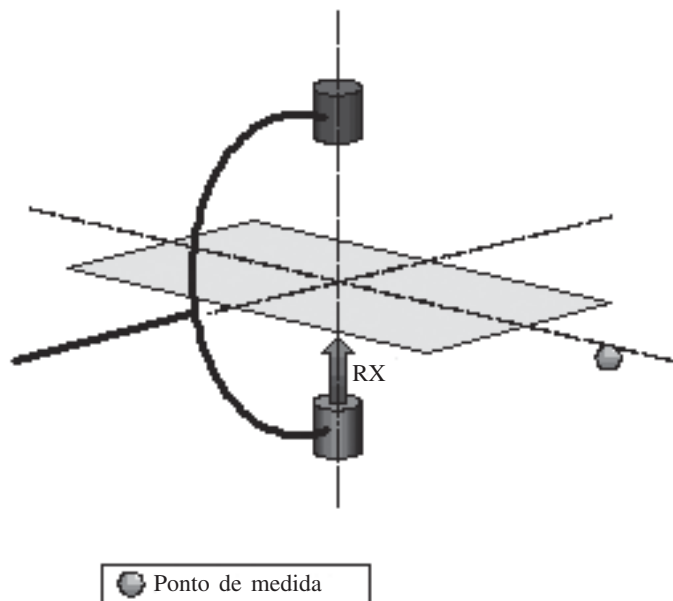
Distância (cm)	Medida (μGy h <sup>-1</sup> )
50	500
100	140

**Tabela VII**  
Resultados das medições de dose numa direcção a 135° do eixo do feixe

Distância (cm)	Medida (μGy h <sup>-1</sup> )
50	180
100	40

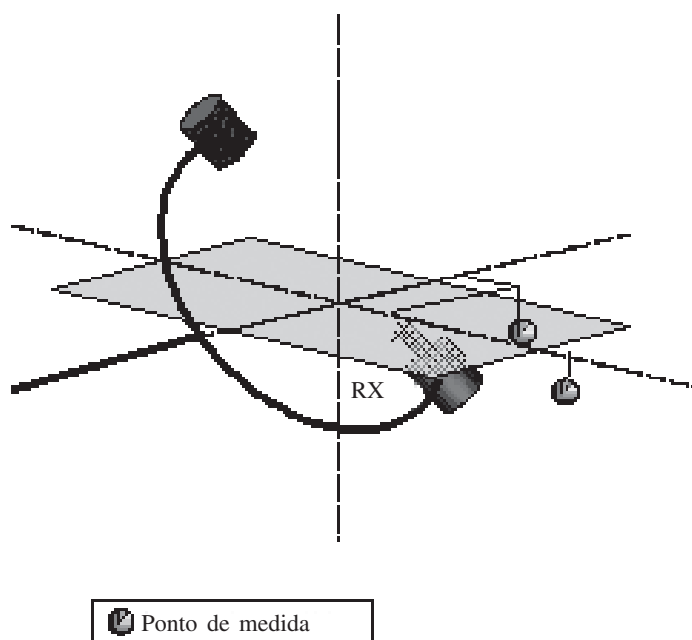
**Figura 6**  
**Gónadas, frente da mesa**

Gónadas, frente à mesa:  $20 \mu\text{Gy h}^{-1}$ , 67 kV, 2,3 mA



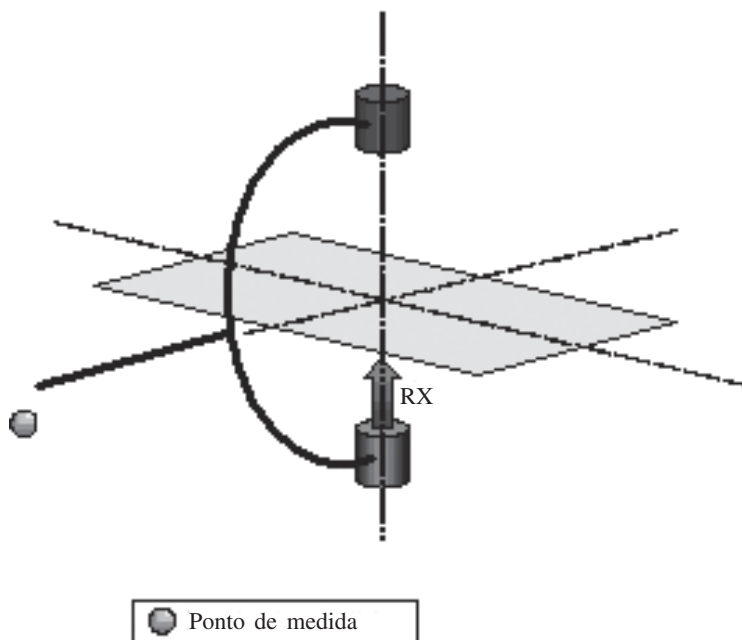
**Figura 7**  
**Gónadas, junto do tubo de raios X**

Junto ao tubo de raios X, gónadas:  $2.0 \text{ mGy h}^{-1}$ , 68 kV, 2,4 mA  
Frente da mesa:  $600 - 800 \mu\text{Gy h}^{-1}$ , 68 kV, 2,4 mA



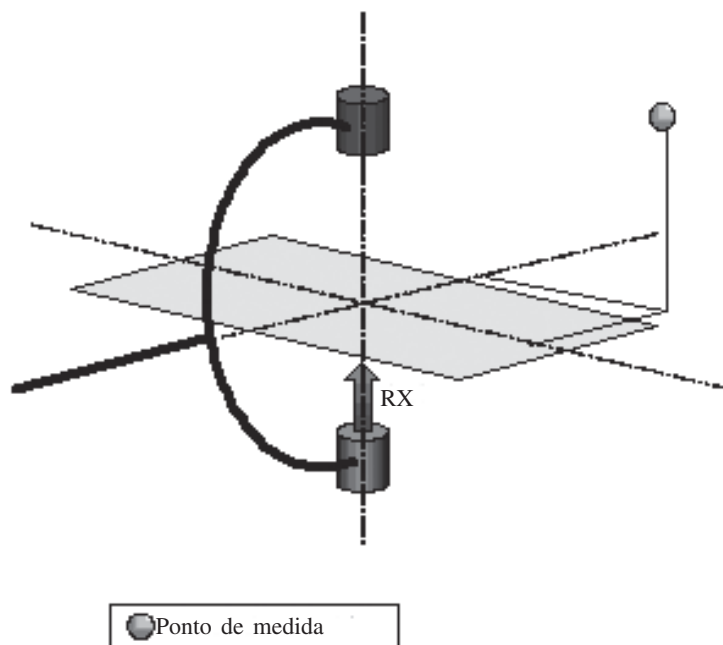
**Figura 8**  
**Gónadas, junto do comando do equipamento**

Junto ao comando do equipamento (gónadas):  $40 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ;  $20 \mu\text{Gy h}^{-1}$ , 75 kV, 2,8 mA



**Figura 9**  
**Cristalino, altura da cabeça**

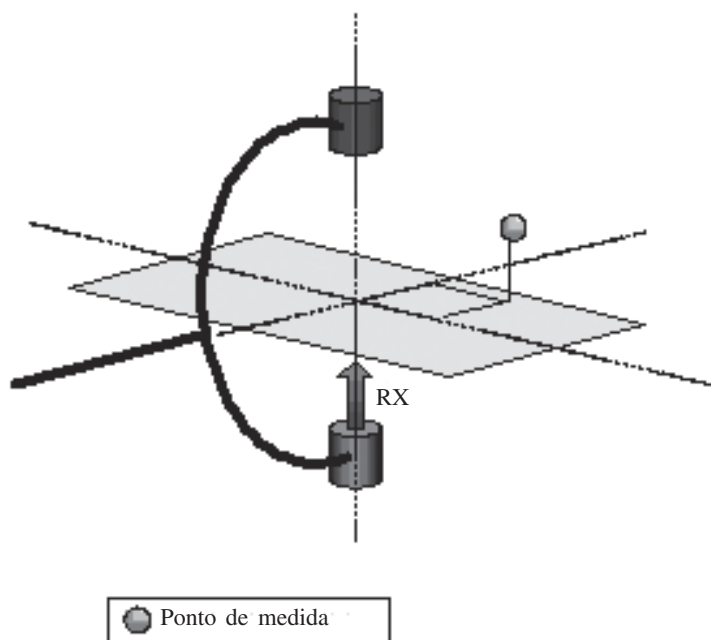
Altura da cabeça (cristalino):  $1,0 \text{ mGy h}^{-1}$ , 73 kV, 2,7 mA;  $60 \mu\text{Gy h}^{-1}$ , 74 kV, 2,7 mA





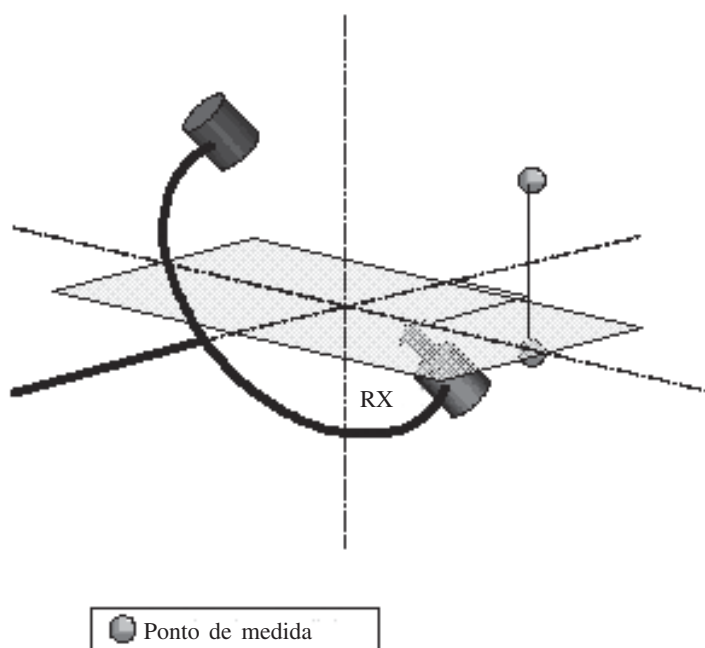
**Figura 10**  
**Mãos, zona superior da mesa**

Zona superior da mesa ao nível das mãos, na posição dos profissionais de medicina.  
600  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ , 79 kV, 2,8 mA  
600  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ , 75 kV, 2,8 mA



**Figura 11**  
**Junto ao tubo de raios X: ao nível da mesa e do cristalino**

Junto ao tubo de raios X:  
Na mesa de operação: 3,0 mGy  $\text{h}^{-1}$ , 82 kV, 2,8 mA  
cristalino: 400  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ , 105 kV, 3,0 mA



A *Tabela VIII* sintetiza os resultados medidos nos diversos pontos, e em diferentes condições, durante a intervenção cirúrgica.

Os resultados permitem ainda destacar que as doses poderão ser relativamente elevadas próximo à mesa operatória, enquanto que, junto às portas, as doses determinadas são muito semelhantes à radiação de fundo, sendo a taxa de kerma no ar a um metro do feixe sempre inferior a 1 mGy/hora. Por outro lado, estes resultados evidenciam que a orientação do feixe influencia a dose medida num determinado ponto.

## 5. Discussão

Pela caracterização do aparelho de raios X utilizado naquele bloco operatório, verificámos que a espessura hemi-reduzora determinada foi de 4,1 mm Al, sendo portanto superior ao mínimo aceitável de 2,5 mm Al. Por outro lado, em condições máximas de funcionamento, os parâmetros obtidos foram de 100 kV<sub>p</sub>, e de 3,1 mA. As taxas de dose absorvida, devido à radiação dispersa, a 0,5 m e 1 m do eixo do feixe de radiação, reduziram em cerca de oito vezes quando foi aumentada a distância de 50 cm para 1 m do feixe e junto às portas da sala corresponderam, praticamente, à radiação de fundo. Também se verificou que a taxa de kerma do ar a um metro do feixe foi sempre inferior a 1 mGy/hora. Por outro lado, estes resultados evidenciam que a

orientação do feixe influencia a dose medida num determinado ponto.

Através das medições efectuadas, utilizando um fantoma e no próprio acto cirúrgico, verificou-se que as doses determinadas no mesmo ponto de medição foram influenciadas pelas diferentes zonas anatómicas analisadas, pelas consequentes variações de intensidade e de corrente fornecidas pelo CAE e pela orientação do feixe de radiação. As diferentes posições ocupadas pelos profissionais que intervieram no mesmo acto cirúrgico (anestesista, cirurgiões, enfermeiro instrumentista, enfermeiro circulante, enfermeiro de apoio à anestesia e técnico de radiologia) condicionaram, só por si, diferentes exposições a radiações ionizantes.

Contrariamente às expectativas iniciais, a exposição parece ser mais elevada à altura das gónadas, do que à altura das mãos. No entanto, todas as medições foram efectuadas a 50 cm do feixe pelo que não foi tida em consideração a maior proximidade das mãos dos cirurgiões que, eventualmente, podem estar posicionadas no feixe directo. Nesse caso, espera-se que a exposição possa ser bastante superior e justificar-se-á a utilização de um segundo dosímetro, de punho ou de anel, para determinação da dose equivalente na pele. Por outro lado, as gónadas estão habitualmente protegidas pelo avental plúmbeo.

As doses obtidas a nível do cristalino foram muito diferentes nas várias medições efectuadas, provavelmente porque as condições de medição também

**Tabela VIII**  
**Doses medidas por localização anatómica**

Localização	Dose medida (mGy h <sup>-1</sup> )
<b>Gónadas</b>	
Ortopedistas e enfermeiros instrumentistas	2,0 (68 kV, 2,4 mA, com feixe de Rx não perpendicular à marquesa) 3,0 (82 KV, 2,8 mA, com feixe de Rx não perpendicular à marquesa)
Anestesista (100 cm do solo)	0,02 (67 KV, 2,3 mA, com feixe de Rx perpendicular à marquesa) 0,7 (68 kV, 2,4 mA, com feixe de Rx não perpendicular à marquesa)
Operador do intensificador	0,02 (75 kV, 2,8 mA, com feixe de Rx perpendicular à marquesa)
<b>Cristalino</b>	
Ortopedistas e enfermeiros instrumentistas	0,06 (74 kV, 2,7 mA, com feixe de Rx perpendicular à marquesa) 1 (73 KV, 2,7mA, com feixe de Rx perpendicular à marquesa) 0,4 (105 KV; 3,0 mA, com feixe de Rx não perpendicular à marquesa)
<b>Mãos</b>	
Ortopedistas e enfermeiros instrumentistas	0,6 (79 kV, 2,8 mA, com feixe de Rx perpendicular à marquesa) 0,6 (75 KV, 2,8 mA 79 kV, 2,8 mA, com feixe de Rx perpendicular à marquesa)

foram distintas (intensidade e corrente, orientação do feixe). É pois possível que o cristalino dos profissionais que procedem a intervenções ortopédicas, especialmente dos que estão próximos do doente durante a emissão de raios X, possa estar exposto a doses de radiação capazes de determinar a ocorrência de efeitos adversos, uma vez que podem ocorrer opacidades no cristalino com doses equivalentes superiores a 100 mSv/ano (trata-se de um efeito determinístico). Uma vez que os óculos plúmbeos constituem um equipamento de protecção relativamente ao qual os profissionais apresentam uma reduzida adesão, o presente estudo poderá auxiliar o processo de comunicação do risco aos profissionais de saúde e, dessa forma, contribuir para a mudança de comportamentos e atitudes dos trabalhadores expostos.

## 6. Conclusões

Os resultados do estudo sugerem que a dosimetria de área, só por si, é insuficiente para a avaliação da exposição dos profissionais que utilizam equipamento de fluoroscopia durante a sua actividade em cirurgia ortopédica. De acordo com a Agência Internacional de Energia Atómica, a dose efectiva média para profissionais de saúde é aproximadamente de 1 mSv/ano (Áustria. International Atomic Energy Agency, 1998) o que corresponde a uma dose de radiação inferior a três décimos do limite anual de dose efectiva. Apesar disso, considera-se que deverão usar dosimetria individual, pois os profissionais variam a sua posição ao longo do acto cirúrgico o que condiciona significativamente a exposição, pelo que aquela dose não poderá ser determinada pela dosimetria de área.

O presente trabalho permite ainda evidenciar que, por exemplo, junto às portas, as doses determinadas são muito semelhantes à radiação de fundo, enquanto que próximo da mesa elas poderão ser significativamente elevadas. Mais uma vez se confirma a necessidade de afastamento dos profissionais relativamente à fonte de radiação, quando não é imprescindível, por razões médicas, a sua localização junto do doente.

Sempre que algum profissional tenha que permanecer próximo da fonte durante a emissão de radiação deverá usar o equipamento de protecção individual. Por exemplo, o anestesista e os enfermeiros poderão proteger-se, na maioria das situações, colocando-se na rectaguarda de um biombo de protecção. De qualquer forma, nas avaliações efectuadas a um metro do feixe, em nenhum caso foi ultrapassada a taxa de kerma no ar de 1 mGy/hora, conforme as recomendações da ICRP.

Apesar das medições efectuadas não poderem estimar com exactidão a dose recebida pelos profissionais, e estas só poderem ser determinadas através de dosimetria individual, este estudo contribuiu para a identificação dos principais factores que poderão interferir com o nível de exposição, o que poderá facilitar a sensibilização dos profissionais que intervêm nesse tipo de procedimentos que utilizam fluoroscopia com intensificador de imagem.

Verificou-se ainda a importância da utilização correcta dos dosímetros individuais para determinação da dose efectiva. A utilização de dosímetros de pulso deveria ser recomendada para os profissionais que se encontram mais próximos do feixe de radiação, principalmente para os que possam trabalhar com as mãos no feixe directo.

Finalmente, o aumento da percepção do risco é, só por si, susceptível de alterar atitudes que implicam a adopção de medidas de protecção radiológica, tão importantes como as medidas dos dispositivos técnicos. Bastaria para tanto evocar o papel que essas medidas têm na prevenção dos efeitos não dose-dependentes, em que não pode ser fixado um nível abaixo do qual não existe risco de ocorrerem efeitos adversos para a saúde.

## □ Referências bibliográficas

ABADIA, G.; GIMENEZ, C. — Effects des rayonnements ionizants. In *Encycl. Méd. Chir. Toxicologie — Pathologie Professionnelle*. Paris : Editions Techniques, 1994. 16-510-A-10.

ABADIA, G.; GAURON, C.; ROUSSILE, F. — Affections provoquées par les rayonnements ionisants. In : Catilina, P.; Roure-Mariotti, M. C., coord. — *Guide du médecin en milieu de travail*. Paris : Masson, 2002. 317-332. (Médecine et risqué au travail).

AUSTRIA. IAEA — Health surveillance of persons occupationally exposed to ionizing radiation : guidance for occupational physicians. Vienna : International Atomic Energy Agency, 1998.

BUSHONG, S. T. — Procedimientos de protección frente a la radiación. In BUSHONG, S. T., ed.lit. — *Manual de radiología para técnicos*. Madrid : Clamades, 1994. 646-664.

DECRETO REGULAMENTAR n.º 9/90. D.R. I Série. 91 (90-04-19) 1853-1903 — Estabelece a regulamentação das normas e directivas de protecção contra as radiações ionizantes.

DIRECTIVA 96/29/EURATOM DO CONSELHO de 13 de Maio de 1996. *Jornal Oficial n.º L 159 de 29/06/1996. 0001-0114* — Fixa as normas de segurança de base relativas à protecção sanitária da população e dos trabalhadores contra os perigos resultantes das radiações ionizantes.

ESPAÑA. SEPR (Sociedad Española de Protección Radiológica) — *Prevención de riesgos laborales y protección radiológica*. Madrid : Logos Editorial, 1998.

GAMBINI, D. J.; GRANIER, R.; BOISSIÉRE, G. — *Manuel pratique de radioprotection*. Paris : Éditions Médicales Internationales., 1997. (Techniques et Documentation Lavoisier).

GAURON, M. C.; BOULAY, M. H. — Radioprotection. In EMC : toxicologie et pathologie professionnelle. Amsterdam, The Netherlands : Elsevier, Jan-Mars, 2006. 1-10.

GEHANO, J.; LEDOSSEUR, P. — Radiations problems in the health care professions. In HASSELHORN, H.-M. *et al.* ed.lit. — Occupational health for health care workers : a practical guide. Amsterdam : Elsevier Science, 1999. 143-151.

LEITE, E. S.; UVA, A. S.; SERRANHEIRA, F. — Exposição a radiações ionizantes em cirurgia ortopédica num hospital público de Lisboa. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*. Volume temático : 6 (2006) 55-66.

LIMACHER, M. *et al.* — Radiation safety in the practice of cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*. 31 : 4 (1998) 892-913.

NOZ, M. E.; MAGUIRE, G. Q. — Radiation protection in the health sciences. Singapore: World Scientific Publishing, 2007. 1-307.

OLIVEIRA, A. D.; JESUS, J. — Estimativa de doses de radiação para profissionais em radiologia de intervenção no Hospital N.S.R. — Barreiro. Sacavém : Instituto Tecnológico e Nuclear, 2003. (Relatório DPRSN-C; 1/2003).

PORTUGAL. SPPCR (Sociedade Portuguesa de Protecção Contra Radiações) — Risk estimation in association with diagnostic techniques in the nuclear medicine service of the Camaguey-Ciego de Avila Territory. *Radioprotecção*.1 : 6-7 (1999-2000) 65-71.

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) — Sources and effects of ionizing radiation : 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Vol 1 : Sources. New York : United Nations, 2000.

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation) — Sources and effects of ionizing radiation : 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Vol 2 : Effects. New York : United Nations, 2000.

UK. ICRP (International Commission on Radiological Protection) — Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*. 21 (1991) 1-3. (ICRP Publication; 60).

UK. ICRP (International Commission on Radiological Protection) — Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*. (1977) 1-3. (ICRP Publication; 26).

UK. ICRP (International Commission on Radiological Protection) — Radiological Protection and safety in Medicine. *Annals of the ICRP*. 26 : 2 (1996) 1-47. (ICRP Publication; 73).

UK. NRPB — Board statement on diagnostic medical exposures to ionising radiation during pregnancy and estimates of late radiation risks to the UK population. London : National Radiological Protection Board, 1993. (Documents of the NRPD).

VROUSOS, C. *et al.* — Radiations ionisantes à l'hôpital. In : Journées Nationales de Médecine de Travail du Personnel des Hôpitaux, 13, 1990. — Médecine de Travail du Personnel des Hôpitaux. [S.n.] : [s.n.] 259-281.

## □ Abstract

### RISK ASSESSMENT OF IONISING RADIATIONS EXPOSURE IN ORTHOPAEDIC SURGERIES

In intervention radiology, and more specifically in orthopaedics, X-rays are intensely used allowing the visualization of many acts of clinical intervention. From a clinical perspective, the advantages of that practice are significant; however, involved health care professionals are susceptible of being exposed to radiation dose values that mean their classification as exposed workers.

The present study, performed in a hospital, aimed to obtain an estimation of the doses involved in intervention orthopaedics through several experimental methodologies in order to characterise the primary and the secondary radiation fields.

Different levels of dose were observed according to the anatomic area exposed to X radiation: (i) gonads — 0.02 a 3 mGy/h; (ii) crystalline lens — 0.06 a 1 mGy/h e (iii) hands — 0.6 mGy/h.

Such results denote a clear need of protection equipment use and of dosimetric surveillance by the health care professionals involved in the surgical procedure.

Keywords: occupational health; X-ray; occupational exposure; risk assessment; risk perception.