

## EXPOSIÇÃO DE PACIENTES E QUALIDADE DA IMAGEM EM RADIOGRAFIAS DE TÓRAX: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA \*

Adelaja Otolorin Osibote<sup>1</sup>, Ana Cecília Pedrosa de Azevedo<sup>2</sup>, Antonio Carlos Pires Carvalho<sup>3</sup>, Helen Jamil Khoury<sup>4</sup>, Sergio Ricardo de Oliveira<sup>5</sup>, Marcos Otaviano da Silva<sup>6</sup>, Carla Marchon<sup>7</sup>

**Resumo** **OBJETIVO:** Foi realizada avaliação da dose de entrada na pele, da dose efetiva e da qualidade da imagem em radiografias de tórax de pacientes adultos. **MATERIAIS E MÉTODOS:** O estudo realizou-se em oito hospitais, sendo sete públicos (dois filantrópicos) e um particular nos municípios de Angra dos Reis, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Itaperuna, Niterói, Recife e Rio de Janeiro. Foram avaliadas a dose de entrada na pele e a dose efetiva de 735 radiografias de tórax nas incidências pósterio-anterior/ântero-posterior e perfil. No que se refere aos critérios de imagem, foram avaliadas 44 radiografias. **RESULTADOS:** Constatou-se variação de até nove vezes nos valores da dose de entrada na pele e de até seis vezes na dose efetiva para um mesmo tipo de projeção. Os valores das técnicas radiográficas também apresentaram grandes discrepâncias. A qualidade das imagens também não é boa, pois foi obtido valor médio de presença dos critérios de apenas 55%. **CONCLUSÃO:** Há necessidade de melhoria/padronização de procedimentos em radiologia convencional, o que pode ser atingido se for implantado um programa de controle e garantia de qualidade no setor de radiologia, incluindo o treinamento dos técnicos, a aferição do desempenho dos equipamentos emissores de radiação e o controle sensitométrico do sistema de processamento radiográfico.

*Unitermos:* Radiografia torácica; Controle de qualidade; Dosimetria.

**Abstract** *Patients exposure and imaging quality in chest radiographs: a critical evaluation.*

**OBJECTIVE:** Entrance skin dose, effective dose, and imaging quality in chest radiographs of adult patients have been evaluated. **MATERIALS AND METHODS:** The study has been developed in eight institutions — seven public hospitals (two of them philanthropic institutions) and one private — in the cities of Angra dos Reis, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Itaperuna, Niterói, Recife and Rio de Janeiro. Entrance skin dose and effective dose have been evaluated in 735 chest radiographs obtained in posteroanterior/anteroposterior and lateral projections. As regards imaging criteria, 44 radiographs have been evaluated. **RESULTS:** Variations of up to nine times in entrance skin dose, and six times in effective dose have been detected for a same type of projection. Also, significant discrepancies have been found in values resulting from radiographic techniques employed. Besides, imaging quality has not been good since the rate of compliance with imaging criteria was only 55%. **CONCLUSION:** There is a pressing need for improvement/standardization of procedures in conventional radiology; this can be achieved by implementing a quality control and assurance program in the department of radiology, including training of technicians, x-ray equipment calibration, and sensitometric control of films processors.

*Keywords:* Chest x-ray; Quality control; Dosimetry.

### INTRODUÇÃO

Com a publicação, em 1998, da Portaria 453/98 — “Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico” — da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde<sup>(1)</sup>, os estabelecimentos médicos que fazem uso de radiação ionizante têm procurado se adequar às exigências de controle de qualidade e proteção radiológica preconizadas nesta Portaria.

Nos Estados do Rio de Janeiro e de Pernambuco, vários hospitais e clínicas têm sido alvo de pesquisas acadêmicas na área de proteção radiológica e controle de qualidade em radiologia diagnóstica. Essas pesquisas são coordenadas pelo Grupo de Proteção Radiológica e Controle de Qualidade da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca-CESTEH da Fundação Oswaldo Cruz e pelo Grupo de Dosimetria e Instrumentação do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco.

Este trabalho apresenta parte dos resultados dessa ação conjunta que vem sendo desenvolvida pelas duas instituições e apresenta uma avaliação de doses e qualidade

\* Trabalho realizado na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1. Física, Doutoranda, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca-CESTEH, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Doutora em Física, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca-CESTEH, Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3. Médico, Doutor em Medicina, Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

4. Doutora em Física, Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil.

5. Físico, Doutorando, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

6. Físico, Doutorando, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca-CESTEH, Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

7. Médica, Serviço de Radiologia do Hospital da Força Aérea do Galeão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência: Dra. Ana Cecília Pedrosa de Azevedo. Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de

Saúde Pública Sergio Arouca-CESTEH. Rua Leopoldo Bulhões, 1480, Mangunhos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 21041-210. E-mail: [acpa@ensp.fiocruz.br](mailto:acpa@ensp.fiocruz.br)

Recebido para publicação em 18/4/2006. Aceito, após revisão, em 29/9/2006.

da imagem de radiografias de tórax efetuadas em oito hospitais de sete municípios dos dois Estados citados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em oito hospitais de sete municípios: Angra dos Reis, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Itaperuna, Niterói, Recife e Rio de Janeiro. Os hospitais foram denominados pelas letras A, B, C, D, E, F, G e H, aleatoriamente.

Foram avaliadas a dose de entrada na pele (DEP) e a dose efetiva (DE) de 520 radiografias de tórax na incidência pósterio-anterior/ântero-posterior (PA/AP) e 215 radiografias de tórax na incidência perfil de pacientes adultos. Paralelamente à avaliação dessas doses, foi feita análise crítica da qualidade da imagem em 44 radiografias adotando como modelo os Critérios de Imagem da Comunidade Européia<sup>(2)</sup>.

### 1. Avaliação das doses

A fim de agilizar o processo de obtenção de doses em pacientes, foi utilizado um programa computacional sob plataforma Windows, chamado de DoseCal<sup>(3)</sup>. Este programa, já descrito anteriormente<sup>(4)</sup>, calcula a DEP, a dose nos órgãos (DO) e a DE a partir dos valores da técnica radiográfica empregada, do rendimento do tubo e dos dados antropométricos dos pacientes. O DoseCal foi construído no Radiological Protection Center do Hospital Saint Georges (Londres) e constitui uma ferramenta da maior importância para avaliação de doses de um grande número de pacientes. O programa foi generosamente cedido para este projeto de pesquisas no Brasil.

Para que o programa funcione adequadamente, é necessário fornecer o rendimento do tubo de raios X em mGy/mAs, o qual pode ser facilmente obtido utilizando-se uma câmara de ionização devidamente calibrada. Neste trabalho utilizamos o Nero 8000-Inovision e a Radcheck Plus 06-526. Uma vez conhecidos os valores do rendimento, a corrente, a quilovoltagem, o tempo de exposição e a distância foco-pele (DFP), a equação (1) fornecerá a DEP.

$$DEP = \text{Rendimento} \times \left(\frac{kV}{80}\right)^2 \times \left(\frac{100}{DFP}\right)^2 \times \text{mAs} \times \text{FRE} \quad (1)$$

onde: Rendimento é o valor obtido em mGy/mAs, do tubo de raios X a 80 kV e na distância de 1 m normalizado para 10 mAs; kV é o potencial aplicado ao tubo (em quilovolts); mAs é o produto da corrente pelo tempo de exposição; a DFP está em cm; e FRE é o fator de retroespalhamento. O DoseCal utiliza os fatores de conversão das tabelas da NRPB-SR262<sup>(5)</sup>, os quais são aplicados para o cálculo da DEP, DO e DE.

### 2. Critérios de imagem

Baseada na afirmação que “a melhor imagem proporcionará um melhor diagnóstico”, a Comunidade Européia organizou um comitê que elaborou critérios para imagens radiográficas com fins diagnósticos. Outros critérios também foram elaborados pela Comunidade Européia, tais como critérios de boas práticas e doses de referência para pacientes. A versão mais recente desse documento<sup>(2)</sup> foi publicada em 1996 (EUR 16260 EN-European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images). Nessa publicação podem ser encontrados os critérios de imagem para radiografias de tórax, crânio, coluna lombar, pelve, trato urinário e mama. Esses critérios foram basicamente definidos considerando ou não a presença de estruturas anatômicas da região radiografada, assim

como o grau de visualização delas. Os critérios são classificados em três graus: visualização – as características anatômicas são detectadas, porém não são totalmente reproduzidas; reprodução – os detalhes anatômicos são identificados, mas não estão necessariamente claramente definidos; reprodução nítida – os detalhes anatômicos estão claramente definidos.

Os critérios de imagem, de acordo com a Comunidade Européia, para tórax em incidências PA/AP e perfil estão apresentados na Tabela 1.

## RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os valores estatísticos (média, primeiro e segundo quartis) da DEP (em mGy) de radiografias de tórax nas incidências PA/AP e perfil. Observa-se que, na projeção PA/AP, os valores médios variaram de 0,07 mGy (hospitais E e H) a 0,64 mGy (hospital C), com valor médio de 0,24 mGy. Na projeção perfil, os valores oscilaram de 0,14 mGy a 1,02 mGy, com média de 0,47 mGy. No que se refere à DE, os valores oscilaram entre 0,01 mSv (hospitais B, D, E e H) e 0,06 mSv (hospital C), com valor médio de 0,03 mSv para a projeção PA/AP, e de 0,01 mSv a 0,7 mSv, com média de 0,2 mSv, na projeção perfil.

**Tabela 1** Critérios de imagem segundo a Comunidade Européia para exames de tórax nas projeções PA/AP e perfil.

Tórax – PA/AP
1 – Executada em inspiração profunda (dez arcos posteriores) e apnéia 2 – Reprodução simétrica do tórax sem rotação ou basculação 3 – Borda medial das escápulas fora dos campos pulmonares 4 – Reprodução de todo o gradil costal acima do diafragma 5 – Reprodução nítida da vascularização pulmonar (principalmente na periferia) 6 – Reprodução nítida da traquéia e parte proximal dos brônquios 7 – Reprodução nítida do diafragma e ângulos costo-frênicos 8 – Reprodução nítida do coração e aorta 9 – Visualização da parte retrocardíaca dos pulmões e mediastino 10 – Visualização da coluna através da sombra cardíaca
Tórax – Perfil
1 – Executada em inspiração profunda e apnéia 2 – Os braços devem estar elevados liberando o tórax 3 – Superposição das bordas posteriores dos pulmões 4 – Reprodução da traquéia 5 – Reprodução dos ângulos costofrênicos 6 – Reprodução nítida da borda posterior do coração, aorta e mediastino 7 – Reprodução nítida do diafragma, esterno e coluna torácica

**Tabela 2** Valores estatísticos (média, primeiro e segundo quartis) da DEP e da DE para os oito hospitais nas incidências PA/AP e perfil.

Projeção	PA/AP	Perfil
Hospital A		
Média (DEP [mGy])	0,36	—
Primeiro quartil	0,20	—
Segundo quartil	0,54	—
Número de radiografias	55	—
DE (mSv)	0,04	—
Hospital B		
Média (DEP [mGy])	0,13	—
Primeiro quartil	0,06	—
Segundo quartil	0,18	—
Número de radiografias	79	—
DE (mSv)	0,01	—
Hospital C		
Média (DEP [mGy])	0,64	—
Primeiro quartil	0,38	—
Segundo quartil	0,86	—
Número de radiografias	8	—
DE (mSv)	0,06	—
Hospital D		
Média (DEP [mGy])	0,09	—
Primeiro quartil	0,08	—
Segundo quartil	0,10	—
Número de radiografias	58	—
DE (mSv)	0,01	—
Hospital E		
Média (DEP [mGy])	0,07	0,14
Primeiro quartil	0,04	0,11
Segundo quartil	0,06	0,15
Número de radiografias	17	13
DE (mSv)	0,01	0,01
Hospital F		
Média (DEP [mGy])	0,37	1,02
Primeiro quartil	0,27	0,77
Segundo quartil	0,45	1,20
Número de radiografias	142	61
DE (mSv)	0,04	0,70
Hospital G		
Média (DEP [mGy])	0,19	0,54
Primeiro quartil	0,15	0,43
Segundo quartil	0,21	0,61
Número de radiografias	66	61
DE (mSv)	0,02	0,05
Hospital H		
Média (DEP [mGy])	0,07	0,18
Primeiro quartil	0,02	0,08
Segundo quartil	0,10	0,20
Número de radiografias	95	80
DE (mSv)	0,01	0,02

**Tabela 3** Valores médios das técnicas radiográficas utilizadas nos oito hospitais e dados antropométricos médios dos pacientes.

Projeção	PA/AP	Perfil
Hospital A		
kV	80	—
mAs	12	—
Distância foco-pele (cm)	121	—
Idade pacientes (anos)	44	—
Peso pacientes (kg)	66	—
Hospital B		
kV	70	—
mAs	15	—
Distância foco-pele (cm)	124	—
Idade pacientes (anos)	44	—
Peso pacientes (kg)	67	—
Hospital C		
kV	70	—
mAs	36	—
Distância foco-pele (cm)	120	—
Idade pacientes (anos)	46	—
Peso pacientes (kg)	62	—
Hospital D		
kV	79	—
mAs	5	—
Distância foco-pele (cm)	160	—
Idade pacientes (anos)	51	—
Peso pacientes (kg)	76	—
Hospital E		
kV	93	95
mAs	3	7
Distância foco-pele (cm)	150	144
Idade pacientes (anos)	51	50
Peso pacientes (kg)	65	65
Hospital F		
kV	73	85
mAs	15	24
Distância foco-pele (cm)	121	109
Idade pacientes (anos)	47	47
Peso pacientes (kg)	66	66
Hospital G		
kV	83	95
mAs	8	16
Distância foco-pele (cm)	162	157
Idade pacientes (anos)	52	53
Peso pacientes (kg)	63	63
Hospital H		
kV	75	85
mAs	5	11
Distância foco-pele (cm)	151	153
Idade pacientes (anos)	46	46
Peso pacientes (kg)	68	68

Na Tabela 3 e na Figura 1 são apresentados os valores das técnicas radiográficas e os dados antropométricos dos pacientes. Os valores médios da quilovoltagem variaram entre 70 kV (hospitais B e C) e 93 kV (hospital E), com valor médio de 78 kV na projeção PA/AP. Na projeção perfil os valores oscilaram entre 85 kV e 95 kV, com média de 90 kV. Com relação à miliampereagem, os valores oscilaram entre 3 mAs (hospital E) e 36 mAs (hospital C), com média de 12 mAs na projeção PA/AP. Na projeção perfil a variação foi de 7 mAs a 24 mAs, com média de 15 mAs. A DFP variou de 120 cm (hospital C) a 162 cm (hospital G), com valor médio de 139 cm na projeção PA/AP. Na projeção perfil essa variação ficou entre 109 cm e 157 cm. A idade média dos pacientes foi de 48 anos na projeção PA/AP e de 49 anos na projeção perfil. O peso médio foi de 67 kg em ambas as projeções.

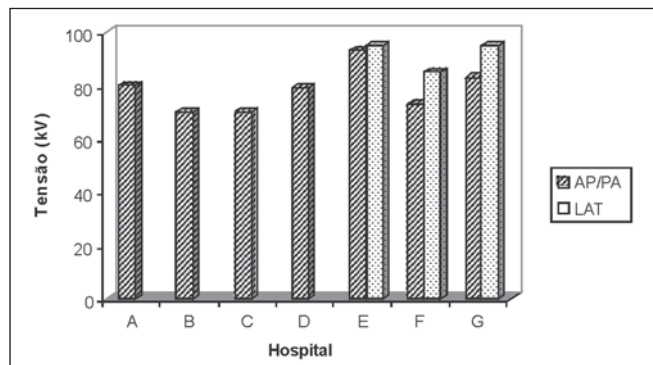
No que se refere aos critérios de imagem, os resultados estão apresentados na Tabela 4 e na Figura 2. Os critérios que apresentaram os percentuais mais altos de conformidade foram o critério 8 com 97% de presença nos exames e o critério 9 com 94%, ambos na projeção PA/AP. Já os critérios que estavam ausentes em todas as imagens foram o critério 6 (para ambas as projeções) e o critério 7 na projeção perfil.

## DISCUSSÃO

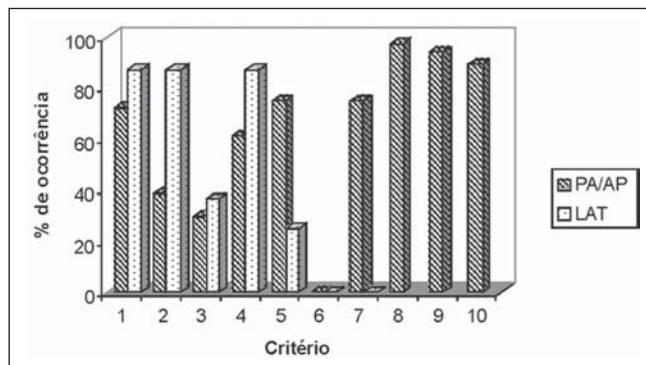
Os valores de DEP atestam que há grandes variações entre os hospitais avaliados. Uma diferença de mais de nove vezes foi

**Tabela 4** Porcentagem da presença dos critérios de imagem nas projeções PA/AP e perfil.

Critério	Projeção	
	PA/AP	Perfil
Critério 1	72	87
Critério 2	39	87
Critério 3	30	37
Critério 4	61	87
Critério 5	75	25
Critério 6	0	0
Critério 7	75	0
Critério 8	97	—
Critério 9	94	—
Critério 10	89	—
Nº de radiografias	36	8



**Figura 1.** Valores médios da tensão utilizados nos hospitais em estudo para as radiografias de tórax nas projeções PA/AP e perfil.



**Figura 2.** Porcentagem de ocorrência dos critérios de qualidade de imagem nas radiografias avaliadas.

encontrada na DEP e de seis vezes, nos valores da DE. Essas discrepâncias refletem a disparidade das técnicas radiográficas empregadas em cada um dos estabelecimentos. Pode-se observar que o hospital C, que apresentou o maior valor da DEP (0,64 mGy), foi o que utilizou quilovoltagem média mais baixa (70 kV) e miliamperagem mais alta (36 mAs). Além disso, emprega uma distância foco-filme muito reduzida (120 cm). Esses fatores contribuem para o aumento na dose fornecida ao paciente.

Além disso, vários fatores também contribuem para a variação das doses, sendo os mais importantes: o treinamento dos técnicos, o sistema de revelação dos filmes radiográficos, a luminância dos negatoscópios utilizados para a avaliação das imagens radiográficas e a filtração do feixe.

No que se refere aos critérios de qualidade das imagens, o critério 6 na projeção PA/AP (“Reprodução nítida da traquéia e parte proximal dos brônquios”) esteve ausente em todas as imagens, o que indica ser impossível obter uma reprodução nítida da traquéia e da parte proximal dos brônquios nessas incidências. O critério 6 na projeção perfil (“Reprodução nítida da borda posterior do coração, aorta e mediastino”) também não foi detectado em nenhuma imagem. O critério 7 (“Reprodução nítida do diafragma, esterno e coluna torácica”), para a projeção perfil, também não esteve presente em nenhuma das imagens analisadas. O valor percentual médio de presença dos critérios foi de 55%, sendo de 63% para as

projeções PA/AP e de 46% para a projeção perfil.

Observa-se também, pelos dados, que na projeção PA/AP da radiografia de tórax os critérios 2 e 3 apresentaram o menor percentual de ocorrência. Estes critérios referem-se à reprodução simétrica do tórax e borda medial das escápulas fora dos campos pulmonares, e portanto, ao posicionamento do paciente. Este resultado mostra a importância da necessidade da capacitação dos técnicos.

## CONCLUSÃO

A padronização/redução das doses poderá ser atingida através de medidas (quase sempre muito simples) de fácil implementação nos serviços de radiologia. Essas medidas devem fazer parte de um programa de controle e garantia de qualidade a ser implementado em todo serviço de radiologia diagnóstica. O treinamento adequado dos técnicos, o desempenho dos equipamentos de raios X e das processadoras automáticas de filmes, assim como o emprego das técnicas de alta quilovoltagem, poderão ser de grande valia para a redução das doses nos pacientes e obtenção de imagens de qualidade superior.

Em relação aos critérios de qualidade estabelecidos pela Comunidade Européia, certamente uma radiografia na qual todos os critérios estejam adequados servirá para o melhor diagnóstico. Uma boa radiografia depende, basicamente, do bom treina-

mento do técnico que a realizará, o qual, na ausência do radiologista, deverá ter capacidade de decidir se ficou ou não adequada, o que se torna mais fácil se os critérios de qualidade forem conhecidos. O valor médio de presença dos critérios da norma europeia nas imagens avaliadas (55%) atesta que as imagens talvez não possuam a qualidade necessária para possibilitar o diagnóstico mais confiável e adequado.

## Agradecimentos

Ao Centro de Vigilância Sanitária-SES/RJ, à Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), à Universidade Federal de Pernambuco, à Third World Organization for Women in Science, e ao International Centre for Theoretical Physics-ICTP de Trieste, Itália.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Portaria 453/98, de 1/6/1998. Brasília: Diário Oficial da União 103, 2/6/1998.
2. Commission of European Communities. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. Report EUR 16260EN. Bruxelas: European Communities/Union, 1996.
3. Kyriou JC, Newey V, Fitzgerald MC. Patient doses in diagnostic radiology at the touch of a button. London, UK: The Radiological Protection Center, St. George's Hospital, 2000.
4. Azevedo ACP, Mohamadain KEM, Osibote AO, Cunha ALL, Pires Filho A. Estudo comparativo das técnicas radiográficas e doses entre o Brasil e a Austrália. *Radiol Bras* 2005;38:343-346.
5. Hart D, Jones DG, Wall BF. Normalized organ doses for medical x-ray examinations calculated using Monte Carlo techniques. NRPB-SR262. Chilton: NRPB, 1994.