

# Contribuição das Ações Avançadas de Segurança Radiológica, num Laboratório de Hemodinâmica, na Diminuição do Perfil de Exposição dos Pacientes e Equipe Técnica

## Advanced Radiological Safety Actions Contributions, in a Hemodynamics Laboratory, in Decreasing Exposure Profile of Patients and Technical Staff

Rogério Fachel de Medeiros<sup>1,2</sup> , Gabriel Garcia Broetto<sup>1</sup>, Leandro dos Santos Fischer<sup>1</sup>, Rogério Eduardo Gomes Sarmiento-leite<sup>1</sup>, Carlos Antônio Mascia Gottschall<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

<sup>2</sup>PhyMED – Consultores em Física Médica e Radioproteção, Porto Alegre, Brasil

### Resumo

Com base em normas vigentes no Brasil, todos os equipamentos de radiodiagnóstico médico devem fazer parte de um programa de garantia de qualidade, integrante do programa de proteção radiológica. Sendo assim, o Instituto de Cardiologia Rio Grande do Sul em 2008 iniciou um estudo pioneiro focado na elaboração, aplicação e avaliação de um conjunto de ações avançadas de Segurança Radiológica. Estas referidas ações foram centradas em orientações a AIEA, ANVISA e AAPM (1, 6, 8-10, 12, 14) e culminaram em seis específicas ações avançadas. Cabe ressaltar, que dentro de cada ação avançada temos: teste de controle de qualidade, padronização técnica/tecnológica, treinamentos e assentamentos de dose. As referidas ações são: 1 – Rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose; 2 – Rotinas de auditoria técnica para liberação do equipamento para uso após manutenção preventiva e corretiva; 3 – Rotinas de treinamentos avançados de segurança radiológica e padronização técnica; 4 – Rotinas de padronização tecnológica – Configuração de protocolos pré-selecionados (Baixa dose; sem magnificação; 10 Quadros/s); 5 – Gestão avançada dos assentamentos de dose / emissão de relatórios / criação de indicadores / investigação de dose / definição de metas; 6 – Rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO CINE de funcionamento. Como resultados, após a implementação das seis ações avançadas de física médica verificamos: A) Uma redução de 0,087 mSv/exame para 0,022 mSv/exame, totalizando 74,71% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame; B) Uma redução de 7,3 % (2015) para 1,7 %, totalizando 76,71% de diminuição da porcentagem de procedimentos realizados no laboratório de hemodinâmica que extrapolou a dose crítica de 2 Gy; C) Um aumento de durabilidade do tubo de raios X de 10 meses para 26 meses, totalizando 160% de incremento da vida útil do tubo.

**Palavras-chave:** física médica; hemodinâmica; radiologia intervencionista; cardiologia intervencionista; proteção radiológica.

### Abstract

Brazilian legislation establishes that all medical radiodiagnostic equipment should be part of a quality assurance program within a radiological protection program. Thus, in 2008, a team at the Instituto de Cardiologia Rio Grande do Sul decided to undertake a pioneering study focused on the elaboration, application and evaluation of a set of advanced Radiological Safety actions. These actions were based on guidelines to the IAEA, ANVISA as well as AAPM, which culminated in six specific advanced actions. It should be noted that within each advanced action, one finds the following: quality control test, technical/technological standardization, training, and dose setting. The set of advanced Radiological Safety actions are: 1 – Routines of special and differentiated calibration for the specific dose levels; 2 - Technical auditing routines to approve the equipment for use after preventive and corrective maintenance; 3 - Advanced training routines of radiological safety and technical standardization; 4 - Technological standardization routines - configuration of pre-selected protocols (low dose, no magnification, 10 frames/s); 5 - Advanced management of the dose settings/report issuing/creation of indicators/dose investigation/goal settings; 6 – Routines of special and differential calibration for the specific dose levels for the operating CINE MODE. The results we found after the implementation of the six medical physics advanced actions were: A) A reduction of 0.087 mSv/test to 0.022 mSv/test, which represents a 74.71% decrease in the occupational exposure index by examination; B) A decrease of 7.3% (2015) to 1.7%, which amounts to a 76.71% decrease in the percentage of procedures performed in the hemodynamics laboratory that extrapolated the critical dose of 2 Gy; C) An increase in the X-ray tube durability from 10 to 26 months, a 160% improvement in the useful life of the tube.

**Keywords:** medical physics; hemodynamics; interventional radiology; interventional cardiology; radiation protection.

### 1. Introdução

Com base em normas vigentes no Brasil, Portaria Nº 453 – Ministério da Saúde, todos os equipamentos de radiodiagnóstico médico devem fazer parte de um programa de garantia de qualidade, integrante do

programa de proteção radiológica, com os seguintes objetivos: evitar que os equipamentos sejam operados fora das condições exigidas na Portaria 453 MS (1) assegurar que as ações reparadoras necessárias sejam executadas mediante um programa adequado de manutenção preventiva e

corretiva dos equipamentos, determinar os valores representativos das doses administradas nos pacientes em decorrência dos procedimentos realizados no serviço e verificar se podem ser reduzidas, levando-se em consideração os níveis de referência estabelecidos na Portaria 453 Mas hoje, entre o/s profissionais envolvidos nos referidos programa de proteção radiológica/programa de garantia da qualidade, existe um consenso que “só realizar as ações exigidas nas legislações vigentes nacionais e internacionais não é suficiente para eliminar a possibilidade de anomalias relacionadas com as doses de radiação impingidas aos pacientes e equipe técnica”.

Sendo assim, o Instituto de Cardiologia Rio Grande do Sul em 2008 iniciou um estudo pioneiro focado na elaboração, aplicação e avaliação de um conjunto de ações avançadas de Segurança Radiológica/Física Médica direcionadas para otimização dos preceitos de segurança radiológica para equipe técnica e pacientes.

No período definido de 2008 a 2016 foram elaboradas, aplicadas e avaliadas seis ações avançadas de física médica/segurança radiológica as quais possuíam como objetivo principal diminuir a os níveis de exposição impingidos a equipe técnica e pacientes.

1 – Em 2008 – Iniciamos as rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO FLUORO de funcionamento.

I – Baixo  $\leq 50$  mGy/2;

II – Normal  $\leq 50$  mGy;

III – Alto Nível  $\leq 174$  mGy;

2 – Em 2009 – Iniciamos as rotinas de auditoria técnica para liberação do equipamento para uso após manutenção preventiva e corretiva.

3 – Em 2011 – iniciamos as rotinas de treinamentos avançados de segurança radiológica e padronização técnica

4 – Em 2012 – iniciamos as rotinas de padronização tecnológica – Configuração de protocolos pré-selecionados (Baixa dose; sem magnificação; 10 Quadros/s).

5 – Em 2015 – Iniciamos a gestão avançada dos assentamentos de dose/emissão de relatórios/criação de indicadores/investigação de dose/definição de metas.

6 – Em 2016 – Iniciamos as rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO CINE de funcionamento

I – Baixo  $\leq X/2$ ;

II – Normal  $\leq X$ ;

III – Alto Nível  $\leq 2X$ ;

Sabe-se que padrões de calibração e parâmetros técnicos (distância detector-paciente, número de quadros por segundo, tempo de fluoroscopia e aquisição, magnificação das lentes) estão diretamente associados aos valores dosimétricos impingidos aos pacientes e equipe técnica. Assim, deve-se conhecer os valores dosimétricos do equipamento, pois dependendo dos níveis uma limitação das doses se torna indispensável para evitar danos aos pacientes e equipe assistencial (13).

Do mesmo modo, na realização das manutenções corretivas e preventivas são comuns alterações dos parâmetros de calibração dos equipamentos. Isto também está relacionado a variações nos valores representativos de dose (taxa de kerma no ar máxima na entrada da pele do paciente) e conseqüentemente nos níveis de exposição da equipe técnica envolvida nos procedimentos.

O nível de exposição à radiação está relacionado diretamente com o grau de conhecimento do operador médico possui referente ao equipamento de cinefluoroscopia e as ações de segurança radiológica. Sabe-se, que a implementação de rotinas de padronização técnica somadas com rotinas de padronização tecnológica e assentamentos de dose reduzem, ainda mais, os referidos níveis de exposição à radiação para o paciente e equipe técnica (4).

Associado ao benefício maior de segurança radiológica, não podemos deixar de comentar o aumento da vida útil dos tubos de raios X resultante das relatadas ações de otimização de dose.

Para diminuição do perfil de exposição dos pacientes e equipe técnica e aumento da vida útil dos equipamentos, este trabalho propõe a implementação de um conjunto de ações avançadas de segurança radiológica/física médica para um laboratório de hemodinâmica.

## 2. Materiais e Métodos

Durante 8 anos, quatro equipamentos de cinefluoroscopia foram monitorados, avaliados e tiveram seus dados técnicos de desempenho de equipamento, doses pacientes e equipe técnica assentados. Após um estudo detalhado nos referidos dados idealizamos, implementamos e avaliamos seis ações avançadas de segurança radiológica / física médica.

Estas referidas ações avançadas de segurança radiológica foram centradas em orientações a AIEA, ANVISA e AAFM. Considerando uma revisão bibliográfica específica e orientações normativas, desenvolvemos cada uma das seis referidas ações avançadas. Cabe ressaltar, que dentro de cada ação avançada temos: teste de controle de qualidade e segurança radiológica, com suas periodicidades mínimas, ações de padronização técnica/tecnológica, treinamentos e assentamentos de dose

Para realização dos referidos testes, por exemplo, existe a necessidade de utilizar o instrumental mínimo: Uma câmara de ionização e eletrômetro, um “phantom” (simulador atenuador de chumbo com 0,3 cm de espessura), um espaçador com dimensões mínimas de 7,5 cm x 15 cm x 15 cm e trena métrica.

A metodologia de realização do teste é descrita por quatro passos: 1) Determinação da a menor distância entre o tubo de raios x e a mesa; 2) Posicionamento do “phantom” de chumbo na entrada do intensificador de imagem; 3) Centralização da câmara de ionização na posição que seria ocupada pela pele do paciente, na região de entrada do feixe; 4) Série de quatro exposições e registro dos valores obtidos.

O cálculo é dividido em dois passos: 1) Cálculo da média das leituras obtidas em ambos os modos de aquisição; 2) Cálculo da taxa de kerma no ar máxima (mGy/min), conforme a seguinte equação:

$$\text{Kar} = E \times 0,0087 \times \text{Ftp} \times \text{Fc} \quad (1)$$

Onde, **Kar** = taxa de kerma no ar, **E** = taxa de exposição média (mR/min), **Ftp** = fator de correção para temperatura e pressão, **Fc** = fator de calibração da câmara para qualidade do feixe.

Conforme definido pela legislação nacional, estabeleceu-se que o valor da taxa de kerma no ar máxima na entrada da pele do paciente, no modo FLUORO de utilização, deve ser  $\leq 50$  mGy/min.

Após as medidas e levantamento dos dados foram realizadas as seguintes análises:

A–Verificação dos valores dosimétricos mensurados em cada equipamento e se estavam dentro dos limites definidos pela Portaria 453 MS

B–Comparação dos desempenhos entre os equipamentos de cinefluoroscopia.

C–Comparação dos valores dosimétricos pré e pós manutenção corretiva.

D–Realização de ensaios de resolução de alto contraste. (ensaio previsto na Portaria 453 que tem o objetivo de averiguar os preceitos de qualidade de imagem)

E – Realização dos ensaios de discriminação de baixo contraste (ensaio previsto na Portaria 453 que tem o objetivo de averiguar os preceitos de qualidade de imagem).

### 3. Resultados

Com o objetivo de quantificar e avaliar os resultados das ações avançadas de física médica criamos um parâmetro técnico que chamamos de “exposição ocupacional por exame - EO” – perfil de exposição - o qual é definido como sendo:

**EO = Total da exposição da equipe técnica/número de exames;**

- Total exposição da equipe técnica = Soma de todas as doses efetivas recebidos por todos os profissionais monitorados do laboratório de hemodinâmica
- Número de Exames = Soma dos exames realizados no laboratório no mês.

No gráfico 1 abaixo apresentamos os dados assentados de 2006 à 2017:

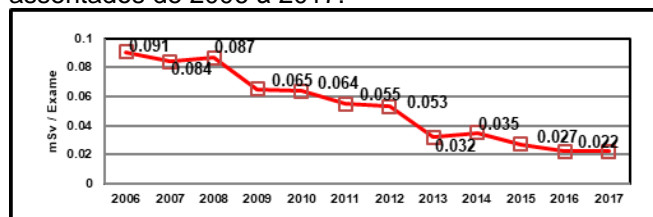


Figura 1. Total de Exposição Ocupacional / Exame - 2006/2017

Analisando detalhadamente os dados apresentados no gráfico verificamos que cada ação avançada da de física médica repercute

consideravelmente para diminuição do indicador de segurança radiológica –perfil de exposição.

1–Em 2008 – Após início das rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO FLUORO de funcionamento.

I – Baixo  $\leq 50$  mGy/2;

II – Normal  $\leq 50$  mGy;

III – Alto Nível  $\leq 174$  mGy;

Verificamos uma redução de 0,087 mSv/exame (2008) para 0,065 mSv/exame (2009), totalizando 25,28% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame EO.

2–Em 2009 – Após início das rotinas de auditoria técnica para liberação do equipamento de cinefluoroscopia para uso, após manutenção preventiva e corretiva.

Verificamos que uma redução de 0,087 mSv/exame (2008) para 0,064 mSv/exame (2010), totalizando 26,43% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame EO.

3–Em 2011 – Após início das rotinas de treinamentos avançados de segurança radiológica e padronização técnica.

Verificamos que uma redução de 0,087 mSv/exame (2008) para 0,055 mSv/exame (2012), totalizando 36,78% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame EO.

4–Em 2012 - Após início das rotinas de padronização tecnológica – Configuração de protocolos pré-selecionados (Baixa dose; sem magnificação; 10 Quadros/s).

Verificamos que uma redução de 0,087 mSv/exame (2008) para 0,032 mSv/exame (2013), totalizando 63,21% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame EO.

5–Em 2015 – Iniciamos a gestão avançada dos assentamentos de dose / emissão de relatórios / criação de indicadores / definição de metas.

Verificamos que uma redução de 0,087 mSv/exame (2008) para 0,027 mSv/exame (2016), totalizando 68,96% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame EO.

6–Em 2016 – Iniciamos as rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO CINE de funcionamento

I – Baixo  $\leq X/2$ ;

II – Normal  $\leq X$ ;

III – Alto Nível  $\leq 2X$ ;

Verificamos que uma redução de 0,087 mSv/exame (2008) para 0,022 mSv/exame (2017), totalizando 74,71% de diminuição do indicador de exposição ocupacional por exame EO.

Outro parâmetro que utilizamos com referência e indicador de segurança radiológica é a porcentagem de procedimentos realizados no laboratório de hemodinâmica que extrapolou a dose crítica de 2 Gy.

Analisando detalhadamente os dados apresentados no gráfico verificamos que cada ação avançada de física média repercute consideravelmente para diminuição do indicador de segurança radiológica.

No gráfico 2 abaixo apresentamos os dados assentados de 2015 à 2017:

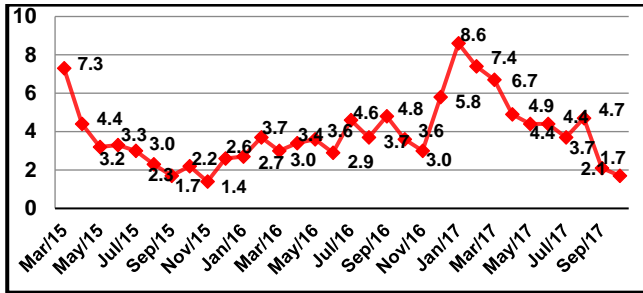


Figura 2. % dos Procedimentos acima de 2Gy

1–Em 2015 – Iniciamos a gestão avançada dos assentamentos de dose/emissão de relatórios / criação de indicadores / definição de metas. Somando em 2016, onde iniciamos as rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO CINE de funcionamento

- I – Baixo  $\leq X/2$ ;
- II – Normal  $\leq X$ ;
- III – Alto Nível  $\leq 2X$ ;

Verificamos que uma redução de 7,3 % (2015) para 1,7 % (2016), totalizando 76,71% de diminuição da porcentagem de procedimentos realizados no laboratório de hemodinâmica que extrapolou a dose crítica de 2 Gy.

Aqui valeu uma avaliação específica referente ao período de janeiro de 2017 à março de 2017 onde verificamos valores elevados da porcentagem de procedimentos realizados no laboratório de hemodinâmica que extrapolou a dose crítica de 2 Gy, respectivamente: 8,6 %, 7,4 % e 6,7 %.

Após investigações detalhadas e específicas identificamos:

1–Neste período coincide com a entrada dos novos residentes;

2–Neste período coincide também com duas anomalias de calibração – Calibrações realizadas nos equipamentos de cinefluoroscopia que não foram validadas pelo físico especialista, onde o equipamento foi liberado para uso sem a avaliação e liberação do equipamento para uso.

Por último incluímos também como outro parâmetro de referência como indicador de qualidade o tempo de durabilidade do tubo de Raios X.

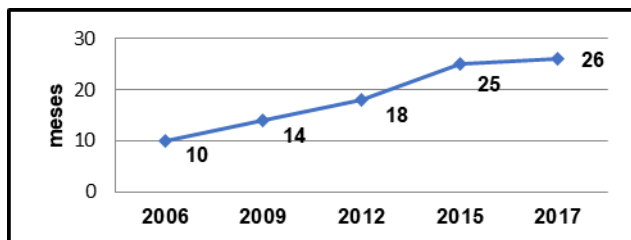


Figura 3. Tempo médio de duração dos Tubos de Raios X

1–Em 2006 – Após início das rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO FLUORO de funcionamento em 2008.

- I – Baixo  $\leq 50\text{mGy}/2$ ;
- II – Normal  $\leq 50 \text{ mGy}$ ;
- III – Alto Nível  $\leq 174 \text{ mGy}$ ;

Verificamos um aumento de durabilidade do tubo de raios X de 10 meses (2006) para 14 (2009), totalizando 28,57% de incremento da vida útil do tubo.

2–Em 2009 – Após início das rotinas de auditoria técnica para liberação do equipamento para uso, após manutenção preventiva e corretiva. Somado com, em 2011, com o início das rotinas de treinamentos avançados de segurança radiológica e padronização técnica.

Verificamos um aumento de durabilidade do tubo de raios X de 10 meses (2006) para 18 meses (2012), totalizando 55,55% de incremento da vida útil do tubo.

3–Em 2012 - Após início das rotinas de padronização tecnológica – Configuração de protocolos pré-selecionados (Baixa dose; sem magnificação; 10 Quadros/s).

Verificamos um aumento de durabilidade do tubo de raios X de 10 meses (2006) para 25 meses (2015), totalizando 150% de incremento da vida útil do tubo.

5–Em 2015 – Iniciamos a gestão avançada dos assentamentos de dose / emissão de relatórios / criação de indicadores / definição de metas. Somada as rotinas de calibrações especiais e diferenciadas para os níveis específicos de dose para o MODO CINE de funcionamento (2016).

- I – Baixo  $\leq X/2$
- II – Normal  $\leq X$
- III – Alto Nível  $\leq 2X$

Verificamos um aumento de durabilidade do tubo de raios X de 10 meses (2006) para 26 meses (2017), totalizando 160% de incremento da vida útil do tubo.

#### 4. Discussão

Como descrito por (3-5) efeitos determinísticos da radiação ionizante já estão ocorrendo em pacientes submetidos a procedimentos de cateterismo. A ocorrência dos referidos efeitos normalmente está associada a uma falta de controle de qualidade no equipamento de cinefluoroscopia somada, ocasionalmente, a uma falta de padronização da técnica/tecnológica de cateterismo cardíaco com uma falta de conhecimento das ações avançadas de segurança radiológica<sup>4</sup>.

Com o objetivo de monitorar a referida falta de controle de qualidade e falta de conhecimento das ações de segurança radiológica, se faz necessário a implementação de um conjunto de ações avançadas de segurança radiológica incluindo por exemplo a criação de uma rotina de liberação da sala após a realização das manutenções corretivas e preventivas. O processo de liberação de sala é descrito pelos ensaios definidos pela Portaria 453 MS (1); e a liberação da sala para uso estará condicionada aos limites máximos permitidos, procedimento integrante do programa de controle de qualidade em equipamentos de cinefluoroscopia (2).

Outro fator relacionado com a mudança nos valores representativos de taxa de kerma e níveis de

exposição da equipe técnica é a evolução tecnológica verificada nos modernos equipamentos de cinefluoroscopia, os quais, estão sendo comercializados com uma alteração no sistema de detecção, troca do intensificador de imagem por “Flat Detector”, e dotados de tubos de raios x mais potentes (7).

O ponto mais relevante e preocupante demonstrado por esta pesquisa é a falta de padronização e controle das intervenções técnicas realizadas pelos fabricantes, não é um hábito a realização da medida da taxa de kerma no ar máxima (mGy/min) após as intervenções. Ou seja, após as intervenções não se sabe se a dose do equipamento aumentou ou diminuiu e se esta dentro do limite definido pela Portaria 453 MS (1).

## 5. Conclusões

Considerando todos os pontos levantados nesta pesquisa: O aumento da exposição verificada nos paciente e equipe técnica, na maioria dos laboratórios de hemodinâmica do país, podemos afirmar que este problema está associadas a falta de conhecimento dos profissionais responsáveis pela proteção radiológica, dos referidos laboratório, referente as ações avançadas de segurança radiológica / física médica.

Somando a isso o desregramento e descontrole das intervenções técnicas realizadas nos equipamentos de cinefluoroscopia e a falta de padronização da técnica de cateterismo cardíaco. Podemos concluir que os Serviços de Hemodinâmica estão expostos a possibilidade de indução de efeitos determinísticos da radiação ionizante em pacientes e a extrapolação dos níveis de dose da equipe técnica envolvida no procedimento.

## Agradecimentos

Agradecemos o Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia pelo apoio incondicional ao projeto.

## Referências

- BRASIL. Portaria 453, 1º de junho de 1998. Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. Diário Oficial da União, Brasília, 1998. p29.
- MEDEIROS RF, BACELAR A. Elaboração e Aplicação de um Protocolo de Controle de Qualidade em Equipamentos de Cinefluoroscopia. In: XII Congresso Argentino de Bioingeniería y en las Primeras Jornadas de Ingeniería Clínica, nº 7, 1999, Buenos Aires, Anais, Instituto de Informática da UF, 1999. CD – ROM.
- MEDEIROS, R, F., BACELAR, A., ZIMERMAN, L, L., Existe a possibilidade de indução de Efeitos Determinísticos da Radiação Ionizante Durante Procedimentos de Cateterismo Cardíaco em Pacientes? In: V Regional Congress on Radiation Protection and Safety – Regiona IRPA Congress, Brasil: Recife, 2001.
- MEDEIROS, R, F., BACELAR, A., AMADOR, C, B., Padronização da Técnica de Cateterismo Cardíaco Visando a Proteção Radiológica In: V Regional Congress on Radiation bProtection and Safety – Regiona IRPA Congress, Brasil: Recife, 2001.
- Food and Drug Administration. Important Information for Physicians and Other Health Care Professionals. Avoidance of

serious x-ray induced skin injuries to patients during fluoroscopically guided procedures [Internet]. Rockville; 1994 [cited 2013 July 4]. Available from: <http://www.fda.gov/downloads/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicallImaging/MedicalX-Rays/ucm116677.pdf> [ Links ]

- International Atomic Energy Agency. Cardiology Training Events. Regional training courses on radiation protection in cardiology organized under TC support [Internet]. [cited 2013 July 2]. Available from: [https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-AdditionalResources/Training/2\\_TrainingEvents/Cardiology.htm](https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-AdditionalResources/Training/2_TrainingEvents/Cardiology.htm) [ Links ]
- Medeiros RF, Sarmento-Leite R, Cardoso CO, Quadros AS, Risso E, Ficher L, et al. Exposição à radiação ionizante na Sala de Hemodinâmica. Rev Bras Cardiol Invasiva. 2010;18(3):316-20. [ Links ]
- International Atomic Energy Agency. Establishing guidance levels in X ray guided medical interventional procedures: a pilot study. Vienna; 2009. (Safety Reports Series, n. 59). [ Links ]
- International Atomic Energy Agency; European Commission; Pan American Health Organization; World Health Organization. Radiological protection of patients in diagnostic and interventional radiology, nuclear medicine and radiotherapy. In: Proceedings of an International Conference Held in Málaga, Spain, 26-30 March 2001. Vienna: IAEA; 2001. [ Links ]
- International Atomic Energy Agency. Radiation Protection of Patients. IAEA Cataract study. AEA activity on Retrospective Evaluation of Lens Injuri and Dose (RELID) [Internet]. [cited 2013 July 2]. Available from: <https://rpop.iaea.org/rpop/rpop/content/news/releid-cataract-study.htm> [ Links ]
- International Commission on Radiological Protection. Statement on Tissue Reactions. Approved by the Commission on April 21, 2011 [Internet]. [cited 2013 July 2]. Available from: <http://www.icrp.org/docs/icrp%20statement%20on%20tissue%20reactions.pdf> [ Links ]
- International Atomic Energy Agency. Justification of Medical Exposure in Diagnostic Imaging. In: Proceedings of an International Workshop; Brussels, 2-4 Sept 2009 [Internet]. Vienna: IAEA; 2009 [cited 2013 July 2]. Available from: [http://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1532\\_web.pdf](http://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1532_web.pdf) [ Links ]
- Canevaro L. Aspectos físicos e técnicos da radiologia intervencionista. Rev Bras Física Méd. 2009;3(1):101-15. [ Links ]
- International Atomic Energy Agency. 10 Recomendaciones para protección de pacientes en fluoroscopia [Internet]. [citado 2013 Jul. 2]. Disponible en: <http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/Whitepapers/poster-patient-radiationprotection-es.pdf> [ Links ]

## Contato:

Rogério Fachel de Medeiros  
PhyMED - Consultores em Física Médica e Radioproteção  
Avenida Osvaldo Aranha, 1180, Bom Fim,  
CEP: 9035-191, Porto Alegre – RS – Brasil.  
[rogerio@phymed.com.br](mailto:rogerio@phymed.com.br)