

## Implantação das Qualidades de Radiação Específicas para Fluoroscopia no Laboratório de Calibração do IPEN

Jurema A. Miranda, Maria da Penha A. Potiens

*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Comissão Nacional de Energia Nuclear,  
São Paulo, Brasil.*

**Resumo.** Radiologia intervencional é a técnica aonde as imagens produzidas por raios X são utilizadas como uma ferramenta na condução de procedimentos terapêuticos ou diagnósticos. Os tempos de exposição são longos e podem causar sérios danos ao paciente, além de contribuir para a dose ao corpo clínico. No Brasil ainda não existem regras claras para a determinação das doses e realização da dosimetria em feixes de fluoroscopia. Neste trabalho foi utilizado um sistema de radiodiagnóstico Medicor Neo Diagnomax, no modo fluoroscopia para o desenvolvimento de um método de calibração de instrumentos utilizados no controle de qualidade em radiologia intervencional. Uma câmara de ionização plana de placas paralelas da PTW foi utilizada como câmara monitora. Foram implantadas as qualidades de radiação RQR3, RQR5 a RQR7, assim como as qualidades específicas para fluoroscopia RQC3, RQC5 e RQC7 seguindo a norma IEC 61267. Foram encontradas as taxas de kerma no ar de  $4,5 \times 10^{-3}$ ,  $1,2 \times 10^{-2}$  and  $1,9 \times 10^{-2}$  Gy/min para as RQC3, RQC5 e RQC7 respectivamente.

**Palavras-chave:** radiologia, fluoroscopia, instrumentação, controle de qualidade, calibração

### **Establishment of the Radiation Qualities Fluoroscopy at the Calibration Laboratory of IPEN**

**Abstract.** Interventional radiology is the technique where X radiation images are used as a tool in the conduction of diagnostic or/and therapeutic procedures. The exposition times are long for both procedures diagnostic and therapeutic, and may cause serious injuries in the patient, besides to contributing in the dose to the clinical staff. In Brazil there are not yet well established rules to determine the doses and to make the dosimetry in fluoroscopic beams. In this work a Medicor Neo Diagnomax clinical X ray generator, fluoroscopy mode, was used to develop a calibration methodology for instruments used to interventional radiology quality control. One flat plane parallel ionization chamber PTW was used as monitor chamber. The RQR3, RQR5 and RQR7 radiation qualities and the specific ones for fluoroscopy, RQC3, RQC5 and RQC7, were established following the norm IEC 61267. The results obtained show air kerma rates of  $4.5 \times 10^{-3}$ ,  $1.2 \times 10^{-2}$  and  $1.9 \times 10^{-2}$  Gy/min for RQC3, RQC5 and RQC7 respectively.

**Keywords:** radiology, fluoroscopy, instrumentation, quality control, calibration.

### 1. Introdução

O radiodiagnóstico é a prática na qual um feixe de radiação, geralmente radiação X é usado para produzir uma imagem com o propósito de se obter um diagnóstico, que irá excluir ou avaliar o desenvolvimento de uma condição patológica. Radiologia Intervencional é a prática na qual imagens geradas por radiação X são usadas como uma ferramenta na condução de procedimentos terapêuticos ou diagnósticos. Neste último caso devem ser utilizados sistemas de radiação X específicos, que utilizem acessórios visando à otimização das doses ao paciente, assim como uma manutenção adequada e um controle de qualidade apropriado[1,2].

As técnicas fluoroscópicas e as cinefluoroscópicas são as bases para procedimentos cardiovasculares. Importantes realizações diagnósticas e terapêuticas como cateterismo, angiografias cardíacas e vasculares, estudos eletrofisiológicos. *Pacemakers*

permanentes ou temporários estão entre os procedimentos que requerem ou são facilitados pelas imagens radiográficas[2,3].

Embora as qualidades de radiação para calibração dos instrumentos utilizados em radiodiagnóstico já estejam bem definidas na norma IEC 61267 em sua última revisão[4], ainda não existe um método específico para a calibração das câmaras de ionização utilizadas na dosimetria dos sistemas de radiologia intervencional, que leve em consideração os fatores de retroespalhamento. O Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN (LCI) realiza, há mais de 30 anos, calibração de instrumentos medidores de radiação, que são empregados em medidas de radioproteção, radiodiagnóstico e radioterapia. Este serviço é prestado a hospitais, indústrias, clínicas e outros usuários localizados em todo o Brasil. O surgimento de instrumentos de medida específicos determinados procedimentos faz necessário o desenvolvimento contínuo de novos projetos para

o aperfeiçoamento e a implementação dos métodos já existentes, bem como o estabelecimento de novas técnicas e a conseqüente ampliação dos serviços de calibração prestados[5].

O objetivo deste trabalho é a implantação de qualidades de radiação específicas para a calibração de instrumentos medidores de radiação utilizados em técnicas fluoroscópicas seguindo as recomendações da norma IEC 61267[4].

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Materiais

As qualidades foram estabelecidas em um sistema de radiação X, marca Medicor Móvek Röntgengyara, Hungria, modelo Neo-Diagnomax, no modo fluoroscopia. O sistema de medida de referência utilizado foi uma câmara de ionização de placas paralelas padrão secundário, com volume de 1cm<sup>3</sup> da marca PTW, modelo 77334, série 2052, e acoplada a um eletrômetro PTW modelo Unidos, 10001, série 1474, com rastreabilidade ao Laboratório de Padronização Primária Alemão PTB. Como padrão de trabalho para fluoroscopia foi utilizada uma câmara de ionização marca Radcal específica para fluoroscopia, modelo 10x5-60 e número de serie 9785. Além disso, foram utilizados filtros de alumínio e de cobre de alta pureza, e acessórios como termômetros, barômetros, higrômetros e desumidificadores.

### 2.2. Determinação da filtração adicional

A Norma IEC 61627<sup>(4)</sup> recomenda para a implantação das qualidades dos feixes em fluoroscopia, um método para a determinação da filtração adicional que leva em conta a curva de atenuação para cada qualidade a ser implantada, para cada série de qualidades devem ser utilizados filtros com espessura e material específicos. A Tabela 1 mostra os valores de filtração para cada qualidade.

RQR → Qualidade da radiação utilizando filtros de alumínio

RQC → Qualidade da radiação utilizando filtros de cobre (fluoroscopia)

Tabela 1. Filtração adicional recomendada pela IEC para as qualidades RQR e RQC.

Tensão aplicada (kV)	RQR	Filtração adicional (mm Al)	RQC	Filtração adicional (mm Cu)
50	RQR 3	1,78	RQC 3	0,5
70	RQR 5	2,58	RQC 5	1,5
90	RQR 7	3,48	RQC 7/8	2,0

### 2.3. Determinação das Camadas Semi-redutoras, CSR

A filtração adicional determinada foi, então, inserida na saída do feixe de radiação e foi realizada outra curva de atenuação para a determinação da Camada Semi Redutora, CSR.

Os valores foram plotados e um ajuste polinomial de quarta ordem forneceu o valor correto da CSR.

### 2.4. Implantação das qualidades de radiação

Para ser utilizada em medidas de kerma no ar em fluoroscopia, uma câmara de ionização deve ter um intervalo dinâmico de utilização e ser fina o suficiente para medir tanto as baixas doses de entrada na posição do receptor de imagem assim como as altas doses normalmente encontradas em fluoroscopia.

Após a determinação da filtração adicional e dos respectivos valores de camada semi-redutora para cada qualidade, já com a filtração adicional posicionada. Foram realizadas as seguintes etapas:

- Medidas de carga com a câmara de ionização de referência, K<sub>0</sub>, sem adição de material atenuador.
- Medidas de carga com a câmara de ionização de referência, K, após acrescentar a espessura de material atenuador (mmAl) recomendado pela norma IEC 61267, com a CSR para cada qualidade.
- Se a razão entre os valores encontrados na segunda e na primeira e situação, K/K<sub>0</sub> estiver entre de 0,485 e 0,515, a qualidade da radiação deve ser considerada estabelecida.

### 2.5. Determinação das taxas de kerma no ar

As taxas de kerma no ar  $\dot{K}_{ar}$ , em Gy/min, para cada qualidade de feixe estabelecida foi determinada pela fórmula:

$$\dot{K}_{ar} = N_K \cdot K_q \cdot M \cdot f_{T,p} \quad (1)$$

Onde N<sub>K</sub> é o coeficiente de calibração do instrumento de referência, dado em Gy/C; K<sub>q</sub> é o coeficiente de correção para a qualidade de radiação; M é a leitura obtida pelo instrumento de referência, em C/min e f<sub>T,p</sub> é o fator de correção para as condições ambientais de referência (20°C e 102,3 kPa).

## 3. Resultados

A determinação da filtração adicional para o estabelecimento de cada uma das qualidades foi realizada seguindo a metodologia sugerida pela norma IEC 61267. Foi encontrada a filtração adicional de 2,2 mmAl para a qualidade RQR 3, 2,0 mmAl para a RQR 5 e 2,5 mmAl para RQR7.

### 3.1 Determinação das taxas de kerma no ar

Para a determinação das taxas de kerma no ar para as qualidades RQR, foi necessário se determinar os fatores de calibração da câmara de ionização de referência nas energias das qualidades recomendadas, utilizando-se sua curva de dependência energética fornecida pelo laboratório padrão primário PTB. Todas as

características dos feixes estabelecidos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Principais características das qualidades RQR implantadas neste trabalho.

Características	Qualidade de Radiação		
	RQR 3	RQR 5	RQR 7
Tensão aplicada (kV)	50	70	90
Filtração adicional (mmAl)	2,2	2,0	2,5
CSR (mmAl)	1,85	2,5	3,9
Coefficiente de homogeneidade	0,75	0,70	0,68
Energia efetiva (keV)	28,0	30,0	37,0
Taxa de kerma no ar (mGy/min)	1,68	4,51	7,50

Para a implantação das qualidades RQC foram adicionados os filtros de cobre recomendados em conjunto com os filtros de alumínio determinados na implantação das qualidades RQR. Os valores de CSR foram determinados então nesta condição e os valores encontrados estiveram muito próximos aos da norma IEC 61267, com uma variação de 0, 4,5 e -3,6% para RQC3, RQC5 e RQC 7, respectivamente. Lembrando que no caso da RQC 7 a tensão aplicada foi de aproximadamente 90kV e não 100kV como recomenda a norma, devido a uma limitação do sistema de radiação X utilizado. Conhecendo-se a CSR de cada feixe de radiação X, foi possível determinar-se o valor de energia efetiva por meio de tabelas e fórmulas que relacionam os dois valores, considerando-se os coeficientes de atenuação ( $\mu$ ) do material utilizado para a determinação da camada semi-redutora<sup>(Erro! Indicador não definido.)</sup>. Os valores encontrados estão na Tabela 3.

Tabela 3. Principais características das qualidades RQC implantadas neste trabalho

Q	Tensão aplicada (kV)	Filtração Adicional (mm)		CSR (mmAl)	Energia efetiva (keV)	$K_{ar}$ (mGy/min)
		Al	Cu			
RQC3	50	2,2	0,5	4,5	39,7	0,131
RQC5	70	2,0	1,5	8,8	58,8	0,180
RQC7	90	2,5	2,0	11,1	70,4	0,844

#### 4. Discussão e Conclusões

As qualidades recomendadas pela norma IEC para fluoroscopia foram implantadas com pequena variação em relação aos valores sugeridos. Todas as características destas qualidades foram estabelecidas. Foram implantadas as qualidades de radiação RQR3, RQR5 e RQR7 e as específicas para a fluoroscopia RQC3, RQC5 e RQC7 seguindo as recomendações da norma IEC 61267. Todas as características dos feixes foram determinadas, desde a sua CSR até as taxas de kerma no ar.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, Projeto: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) em Metrologia das Radiações na Medicina), pelo apoio financeiro parcial.

#### Referências

- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Dosimetry in Diagnostic Radiology an International*. (IAEA). Code of Practice TRS 457; Vienna, 2007.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 453. *Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico*. Diário Oficial da União, Brasília, 02 de junho de 1998.
- HIRSHFELD, J. W., JR, BALTER, S, BRINKER J A. et al, ACCF/AHA/HRS/SCAI Clinical Competence Statement on Physician Knowledge to Optimize Patient Safety and Image Quality in Fluoroscopically Guided Invasive Cardiovascular Procedures: A Report of the American College of Cardiology. Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training; **Circulation**. n. 111, p. 511 - 532. Feb 2005.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *Medical diagnostic X-ray equipment radiation conditions for use in determination of characteristics*. (IEC 61267). Revision 2005.
- POTIENS, M.P.A. *Metodologia dosimétrica e sistema de referência para radiação X nível diagnóstico*.: 1999. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Univ. de São Paulo, São Paulo

#### Contato:

Maria da Penha A. Potiens  
E-mail: mppalbu@ipen.br