

RADIO 2011

Adequação e ajuste dos elementos eletromecânicos de um gerador de radiação X para automação do sistema de filtração adicional

Iremar Alves Jr, Lucas dos Santos, Maria da Penha A. Potiens,
Vitor Vivolo

Av. Prof. Dr. Lineu Prestes, nº 2242 - Butantã Cidade Universitária,
CEP 05508-000, Brasil
iremarjr@usp.br ; lucas.se@usp.br, mppalbu@ipen.br e
vivolo@ipen.br
<http://www.ipen.br>

Abstract. Este trabalho teve como objetivo a análise dimensional dos componentes e adequação do sistema de filtração para a implantação de uma roda de filtros automatizada de marca PTW com a completa substituição da filtração anteriormente utilizada, por um novo conjunto de filtros devidamente usinados para serem utilizados nas novas qualidades. Na sequência foi realizada a caracterização do feixe de radiação X quanto à filtração utilizada em cada qualidade, em termos da grandeza kerma no ar.

1 Introdução

Os diversos laboratórios de calibração de detectores portáteis de radiação têm em seus laboratórios campos padronizados de radiação, usados tanto em calibração de detectores, como em atividades de pesquisa, para tal são necessários conjuntos de qualidades de radiação que são definidos por normas e recomendações internacionais. No caso do Laboratório de Calibração do IPEN (LCI), São Paulo, onde cerca de 140 monitores clínicos de radiação X são calibrados anualmente (dados de 2010), são utilizados como referência diversas normas, como a IEC 61267[1] e a ISO 4037-1[2] para estabelecimento desses feixes padronizados. Visando melhorar o processo de calibração com a minimização dos erros de posicionamento de filtros durante as medições com radiação X, o LCI adquiriu uma roda de filtros automatizada, marca PTW. Porém, com a alteração no arranjo experimental foram necessárias verificações e calibrações dos sistemas padrões utilizados como referência, com o objetivo de se adequar à rotina de calibração ao uso do novo sistema automatizado.

2 Material e Métodos

Nesse trabalho foi implantado um sistema automatizado de marca PTW, composto de uma roda de filtros modelo T90010, juntamente com o módulo de controle T90011,

controlado via software (Control software BenchControl S160003) por intermédio de uma placa de rede. A roda de filtros possui 24 posições para serem colocadas as filtrações, sendo que o laboratório possui 19 qualidades de radiação estabelecidas em sua rotina. Foi necessário realizar uma seleção de materiais (Cu, Al, Sn e Mo) e análise dimensional dos filtros de alta pureza (99,9%) relativos às 19 qualidades de radiação (8 para radiodiagnóstico convencional, 3 para tomografia computadorizada, 4 para radioproteção e 4 para mamografia). Foram implementadas as qualidades de radioproteção[3] (N-60, N-80, N-100 e N-150), de mamografia[4] (RQR-M2, RQR-M4 e RQA-M2, RQA-M4), de radiodiagnóstico convencional, diretas e atenuadas[3], (RQR-3, RQR-5, RQR-8, RQR-10 e RQA-3, RQA-5, RQA-8 e RQA-10) e de tomografia computadorizada[5] (RQT-8, RQT-9 e RQT-10). Foram realizados ajustes mecânicos para adequar as dimensões dos filtros ao sistema, incluindo os suportes de fixação da roda de filtros e fiação elétrica. O sistema automatizado foi implantado no equipamento industrial de radiação X, marca Agfa NDT Pantak Seifert GmbH modelo ISOVOLT HS com tubo gerador modelo 160 M2/0.4-3.0 (gerador de raios X industrial monopolar de potencial constante). Para verificar as características dos feixes de radiação foi utilizado o sistema de dosimetria de referência Radcal, com 3 câmaras de ionização modelos RC6M; RC3CT e RC6 e a câmara de referência da PTW modelo W32002 acopladas ao eletrômetro Keithley, modelo 6517A[6][7][8]. O sistema de referência Radcal possui rastreabilidade ao Laboratório de Dosimetria Padrão Primário Alemão, PTB, e a câmara de ionização PTW, modelo W32002 ao Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, Rio de Janeiro. As calibrações e irradiações são realizadas em função da câmara de ionização de transmissão (monitora) marca PTW modelo 34014 acoplado a um eletrômetro Keithley. Também foram utilizados, um barômetro digital de precisão da marca Druck modelo DPI 142 e uma unidade leitora de temperatura marca Hart Scientific modelo 1529-R Chub E-4, para as medidas de pressão e temperatura.

3 Resultados e Conclusões

O esquema da montagem experimental da roda de filtros no arranjo de irradiação está demonstrado na Figura 1.

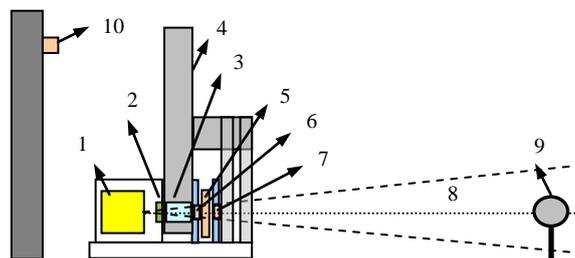


Figura 1. Esquema da montagem experimental utilizada na medição, onde: 1) ampola de raios x; 2) shutter; 3) filtração adicional; 4) roda de filtros PTW; 5) câmara monitora; 6) colimador antes da monitora; 7) colimador após a monitora; 8) feixe de radiação; 9) câmara padrão; 10) câmera de vídeo

As distâncias de irradiação dos sistemas de referência variaram de acordo com a série de qualidades implantada, sendo que esse arranjo possui três posições fixas, que são, meio metro (50 cm), um metro (100 cm) e dois metros e meio (250 cm), foi utilizado a distância de dois metros e meio (250 cm) para a qualidade de radioproteção e um metro (100 cm) para as demais qualidades.

Após a montagem do novo arranjo, foram realizadas dez medidas de carga para cada qualidade implantada e em seguida foi efetuado o cálculo dos valores das taxas de kerma no ar. Para cada série de qualidades foi utilizado o sistema de referência adequado com a sua respectiva calibração.

Para as qualidades de radiação indicadas para medidas de radioproteção, foi utilizada a câmara de ionização da PTW modelo W32002 e os valores de taxa de kerma no ar encontrados estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de taxa de kerma no ar obtidos para as qualidades de radioproteção

Qualidade de Radiação	Filtração	Taxa de Kerma no ar (mGy/min)	Incerteza ¹
N-60	4 mmAl + 0,6 mmCu	0,6303	± 0,0023
N-80	4 mmAl + 2 mmCu	0,3567	± 0,0011
N-100	4 mmAl + 5 mmCu	0,1667	± 0,0004
N-150	4 mmAl + 2,5 mmSn	1,2721	± 0,0050

Para as qualidades de mamografia, utilizando a câmara de ionização Radcal modelo RC6M, foram obtido os valores de taxa de kerma no ar mostrads na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de taxas de kerma no ar obtidos para as qualidades de mamografia

Qualidade de Radiação ²	Filtração	Taxa de Kerma no ar (mGy/min)	Incerteza
RQR-M2	0,07 mmMo	11,908	± 0,042
RQR-M4	0,07 mmMo	17,638	± 0,054
RQA-M2	0,07 mmMo + 2,0 mmAl	0,4036	± 0,0002
RQA-M4	0,07 mmMo + 2,0 mmAl	1,207	± 0,007

Para as qualidades de radiação indicadas para o radiodiagnóstico convencional, utilizando a câmara de ionização Radcal modelo RC6, foram obtidos os valores de taxas de kerma no ar, tanto para o feixe de entrada como para o feixe atenuado, como mostram as Tabelas 3 e 4, respectivamente.

¹ RQR-M2, RQR-M4, RQA-M2 e RQA-M4 no PTB são as qualidades WMV28, WMV35, WMH28 e WMH35 respectivamente.

² K = 2 (válido para Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5).

Tabela 3. Valores de taxas de kerma no ar obtidos para as qualidades de radiodiagnóstico convencional, feixe direto.

Qualidade de Radiação	Filtração	Taxa de Kerma no ar (mGy/min)	Incerteza
RQR 3	2,4 mmAl	21,90	± 0,06
RQR 5	2,8 mmAl	38,07	± 0,13
RQR 8	3,2 mmAl	69,44	± 0,24
RQR 10	4,2 mmAl	120,58	± 0,15

Tabela 4. Valores de taxas de kerma no ar obtidos para as qualidades de radiodiagnóstico convencional, feixe atenuado

Qualidade de Radiação	Filtração	Taxa de Kerma no ar (mGy/min)	Incerteza
RQA 3	12,4 mmAl	1,995	± 0,007
RQA 5	23,8 mmAl	1,898	± 0,036
RQA 8	37,2 mmAl	2,965	± 0,009
RQA 10	49,2 mmAl	6,329	± 0,019

A câmara de ionização Radcal modelo RC3CT, foi utilizada para a obtenção dos valores de taxa de kerma no ar para as qualidades recomendadas para tomografia computadorizada, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de taxas de kerma no ar obtidos para as qualidades de tomografia computadorizada

Qualidade de Radiação	Filtração	Taxa de Kerma no ar (mGy/min)	Incerteza
RQT 8	3,2 mmAl + 0,30 mmCu	21,75	± 0,09
RQT 9	3,5 mmAl + 0,35 mmCu	33,55	± 0,11
RQT 10	4,2 mmAl + 0,35 mmCu	56,02	± 0,19

A grande dificuldade encontrada na instalação da roda de filtros foi a configuração dos softwares que acompanham o produto, sendo necessária a configuração de vários itens, como portas seriais e portas ethernet. Para isso foi criado um tutorial sobre essa parte, devido aos vários detalhes exigidos nessa configuração.

Após a implantação do sistema automatizado percebeu-se uma maior confiança nos resultados obtidos, devido à reprodutibilidade dos dados e menor chance de erro no posicionamento das qualidades. Para visualização da roda de filtros e confirmação do posicionamento da filtração desejada no novo sistema, foi instalada uma câmera de vídeo na parede do laboratório, para visualização da abertura existente na parte de traz da roda de filtros, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Roda de filtros automatizada da PTW. A câmara de vídeo foi posicionada direcionada para a abertura de verificação da qualidade

Essa roda de filtros possui diversas furações, sendo que estamos utilizando a furação superior (parte de trás) para monitorar as qualidades, por intermédio de uma câmara de vídeo, para cada qualidade foi associada uma letra do alfabeto, assim, quando se utiliza uma qualidade como a RQA-3 por exemplo, temos uma letra que é possível se visualizar na abertura superior da roda de filtros, possibilitando uma maior confiança no uso das qualidades, pois é possível uma confirmação visual do posicionamento.

Com a implantação do sistema automatizado da roda de filtros da PTW, foi possível obter uma melhora considerável no tempo de substituição dos filtros utilizados nas diversas qualidades de radiação X do LCI, uma vez que não é mais necessário adicionar esses filtros manualmente, possibilitando uma diminuição nos erros relacionados à colocação dos filtros, bem como uma melhora na qualidade do feixe de radiação do equipamento de raios X, pois não é mais necessário o desligamento do equipamento para mudança dos filtros utilizados, proporcionando uma maior estabilidade desse equipamento, que é projetado para funcionar de maneira contínua, por ser um equipamento industrial.

4 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

1. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Medical diagnostic X-ray equipment – radiation conditions for use in determination of characteristics. Geneva, 1994. (IEC 61267).
2. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Radiation characteristics and production methods. Geneva. 1996. (ISO 4037-1)
3. BESSA, A. C. M.; Intercomparação de Câmaras de Ionização em Feixes Padrões de Raios X, Níveis Radioterapia, Radiodiagnóstico e Radioproteção. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
4. CORRÊA, E. L. Metodologia de Controle de Qualidade e Implantação de Campos Padrões de Radiação X, Nível Mamografia, Seguindo a Norma IEC 61267.2010. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
5. DIAS, D. M. Estabelecimento de um novo método de calibração de câmaras de ionização tipo lápis para dosimetria em feixes de tomografia computadorizada. 2010. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
6. MAIA, A. F. Padronização de feixes e metodologia dosimétrica em tomografia computadorizada. 2005. Tese (Doutorado)) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
7. FRANCISCATTO, P. C. Caracterização das qualidades de radiação X seguindo as recomendações da norma IEC 61267 no laboratório de calibração do IPEN. 2009; Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
8. RAMOS, M. M. O. Padronização da Grandeza kerma no ar para Radiodiagnóstico e Proposta de Requisitos para Laboratórios de Calibração. 2009. Tese (Doutorado)) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.