



## International Joint Conference Radio 2019

### Estudos da viabilidade de um sistema de radiação para avaliação das respostas dos dosímetros eletrônicos em feixes de raios X pulsados

Guimarães M.C.<sup>1</sup>; Dias F.S.<sup>1</sup>; Da Silva T.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, CDTN, Belo Horizonte, MG,

Brazil

margaretecristinag@gmail.com

#### Resumo

Dosímetros individuais eletrônicos cujo sensor da radiação é um detector de estado sólido são amplamente utilizados para fins de monitoração pessoal, principalmente para leitura direta da dose de radiação associada a uma tarefa específica. As respostas dos dosímetros individuais eletrônicos em “feixe contínuo” e “feixe pulsado” de raios X, deve ser levado em consideração. A maioria do uso de radiação clínica é em campos pulsados[3]. Os comprimentos de pulso podem variar consideravelmente, dependendo da fonte de radiação e dos parâmetros operacionais dos instrumentos. Eles são caracterizados por altas taxas de dose que variam de  $200 \mu\text{Sv.s}^{-1}$  até  $10.000 \mu\text{Sv.s}^{-1}$  e, de duração curta de tempo de exposição entre 0,1 ms à 0,5 ms. Os primeiros estudos indicaram que em algumas faixas de taxa de kerma no ar os dosímetros individuais eletrônicos não medem corretamente em campos pulsados e contínuos. A dose pode ser severamente subestimada em certos campos diretos de radiação. Os estudos realizados no equipamento de raios X Rhos Vari X, permitiu avaliar a respostas dos dosímetros em altas taxas de *kerma* no ar indicando deficiências em suas respostas comparando com feixes de raios X pulsados.

#### 1. Introdução

O conhecimento das características metrológicas de um dosímetro é a base para a escolha e uso adequado de um detector em uma condição radiológica específica. Testes de desempenho permitem a caracterização de um dosímetro, pois determinam quantitativamente a resposta dele em relação às grandezas de influência: energia ou o tipo de radiação, condições elétricas e ambientais, geometria de incidência da radiação e outras [1].

Deficiências na resposta de dosímetros eletrônicos de estado sólido foram detectadas em campos de radiação pulsada, sugerindo a necessidade de testes específicos [2]). Alguns ensaios preliminares foram feitos caracterizando e estudando a viabilidade de usar a máquina de raios X pulsados, Rhos Vari X e dois tipos de dosímetros individuais eletrônicos foram testados e os resultados foram avaliados com os desempenhos das respostas em feixes de raios contínuos.

#### 2. Metodologia

O estudo de um sistema para avaliação das respostas dos dosímetros individuais eletrônicos foi realizado em uma máquina de raios X Rhos Vari X de uso odontológico periapical, deve-se conhecer até que ponto ela pode gerar campos de radiação repetitivos, reprodutivos, uniformes e o quanto próximo poderão estar das radiações de referência. As medições em feixes de raios X pulsados padronizados nas radiações de referências similares a RQR-4 e RQR-5, foram avaliadas, com a câmara de ionização RC6 padrão-2 e o multimetedor AGMS-D, posicionados simultaneamente livre no ar a uma distância de 1,50 m no ponto focal dos raios X e sua parte sensível perpendicular ao centro do campo de radiação, onde a taxa de kerma no ar no ponto de referência foi determinada a partir de dez medidas repetitivas com tempo de exposição fixo em 3 segundos. Na irradiação dos dosímetros individuais eletrônicos, modelo MK2 e Rad-60, foi utilizado um objeto simulador paralelepípedal padrão da ISO com dimensões 30x30x20 cm<sup>3</sup> com paredes de acrílico e preenchido com água, de modo a garantir que as condições pela norma internacional ISO estivessem garantidas. Após avaliação desse primeiro estudo, os dosímetros individuais foram irradiados em feixes de raios X padronizados nas radiações de referências similares a RQR-5 especificadas pela IEC, implantadas no equipamento raios X Rhos Vari-X. As respostas dos dosímetros individuais eletrônicos MK2 e Rad-60, foram avaliados em termos de taxa de kerma no ar em feixes de raios X

pulsados no equipamento Rhos Vari X e de feixes de raios X contínuos nos equipamentos Seifert Pantak e VMI respectivamente.

### 3. Resultados

As medições em termos de kerma no ar em feixes de raios X pulsados, foram avaliadas com a câmara de ionização RC6 padrão-2 e o multimedidor AGMS-D, demonstrando a repetibilidade das respostas em um conjunto de 10 leituras consecutivas, conforme apresentada na (Tabela 1) nas radiações de referências similares a RQR-4 e RQR-5.

Tabela 1 - Comparação da resposta do multimedidor AGMS-D a câmara de ionização RC6 padrão-2 em feixes de raios X pulsados padronizados

Feixes de raios X	Câmara padrão-2	Multimedidor AGMS-D	Diferença %
	Taxa de Kerma no ar ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Taxa de Kerma no ar ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ )	
RQR-4	30,4 (2,3%)*	27,1 (2,7%)*	-10,8
RQR-5	22,2 (1,7%)	20,4 (0,5%)	-8,6

\* (C.V) Coeficiente de variação      Fonte: dados da pesquisa

Os resultados dos valores da taxa de kerma no ar na câmara de ionização RC6 padrão-2 e o multimedidor AGMS-D, apresentam uma variação de, 10,8 % no feixe de raios X similares a RQR-4 e 8,6 % na RQR-5; esta diferença pode ser atribuída à calibração dos sistemas. Os resultados dos coeficientes de variação do multimedidor demonstraram um desempenho compatível com a câmara de ionização, evidenciando uma adequada repetibilidade com valores inferiores a 2,7 % no coeficiente de variação.

Os resultados da comparação das respostas dos dosímetros individuais eletrônicos em feixes pulsados com os feixes contínuos são apresentados na (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação do desempenho dos dosímetros individuais eletrônicos em feixes de raios X pulsados e contínuos na RQR-5

Equipamentos de Raios X	Multimedidor AGMS-D	Dosímetro individual eletrônico MK2	Rad-60
	Taxa de kerma no ar ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ )	$\dot{H}_p(10)/K$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{s}^{-1}$ )	$\dot{H}_p(10)/K$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{s}^{-1}$ )
Rhos Vari X	20,31	0,91	0,04
Seifert Pantak	91,2	1,10	0,20
VMI	1857	0,36	0,18

Fonte: Dados da pesquisa

Comparando as respostas do dosímetro individual MK2, em feixes de raios X pulsados do equipamento Rhos Vari X, com o feixe de raios X contínuo do equipamento Seifert Pantak, observou-se uma diferença em torno de 20%, sendo considerada um limite de variação adequado de acordo com o fabricante, mostrando que este dosímetro não apresenta influência na presença de feixes pulsados e contínuos. No equipamento de raios X VMI, a resposta do dosímetro individual eletrônico MK2, apresenta uma subestimação em relação ao feixe de raios X pulsados, que poderá estar relacionada com um efeito de saturação na faixa de operação da taxa de kerma no ar. Entretanto os resultados comparados do dosímetro individual Rad-60 nos feixes de raios X pulsados, em relação aos feixes de raios X contínuos no equipamento Seifert Pantak, subestimaram seus valores em 80%, este resultado sugere uma influência em sua resposta na presença de feixes pulsados. Os valores obtidos pelo dosímetro individual Rad-60, no equipamento de raios X VMI e Seifert Pantak, foram comparados e apresentam uma diferença de 10%. Porém, a indicativa do dosímetro no equipamento VMI não pode ser confiável, devido a saturação na faixa de operação para taxa de kerma no ar

### 4. Conclusões

A viabilidade da utilização do equipamento de raios X Rhos Vari X foi demonstrada, reproduzindo feixes de raios X padronizados de referências similares da IEC. Os procedimentos e as limitações para irradiação dos dosímetros eletrônicos individuais foram estabelecidos, sendo demonstrada a confiabilidade metrológica.

### 5. Referências

[1] IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Source. Viena: IAEA Safety Series No 115, 1996.

[2] IEC - International Electrotechnical Commission - Medical electrical equipment Dosimeters with ionization chambers and/or semiconductor detectors as used in X-ray diagnostic imaging IEC 61674 ed2.0, 2012.

[2] Guimarães M C, Silva C R E, Oliveira P M C and Da Silva T A 2016 On the response of electronic personal dosimeters on constant potential and pulsed x-ray beams *J. Phys. Conf. Ser.* 733 012094 pp 1-5 doi:10.1088/1742-6596/733/1/012094.