

Produto kerma no ar-área e dose efetiva em radiodiagnóstico odontológico

Alessandro Martins da Costa^{1,2}

¹ Departamento de Física, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; ² Instituto Nacional de Metrologia das Radiações em Medicina

E-mail: amcosta@usp.br

Resumo: O principal propósito da dosimetria de pacientes em radiodiagnóstico é determinar grandezas dosimétricas para o estabelecimento e uso de níveis de referência e para avaliação de risco comparativa. Em publicações recentes, a utilização do produto kerma no ar-área, P_{KA} tem sido sugerida em radiodiagnóstico odontológico, já que esta grandeza é mais estritamente relacionada ao risco. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento preliminar do P_{KA} e da dose efetiva em diferentes tipos de exames odontológicos. A perspectiva futura é de um levantamento em grande escala para o estabelecimento e o uso de níveis de referência em odontologia no Brasil.

Palavras-chave: dosimetria; radiodiagnóstico odontológico; produto kerma no ar área; dose efetiva; nível de referência de radiodiagnóstico.

Abstract: The main purpose of patient dosimetry in diagnostic radiology is to determine dosimetric quantities for the establishment and use of reference levels and comparative risk assessment. In recent publications the use of the air kerma-area product, P_{KA} , has been suggested in dental radiology, as this quantity is more closely related to risk. The aim of this study was to perform a preliminary survey of P_{KA} and effective dose in different types of dental examinations. The future perspective is a large-scale survey for the establishment and use of diagnostic reference levels in dentistry in Brazil.

Keywords: dosimetry; dental diagnostic radiology; air kerma-area product; effective dose; diagnostic reference level.

1. INTRODUÇÃO

Em radiodiagnóstico odontológico, diferentes tipos de exames são realizados, tais como, periapicais, panorâmicos e tomografias computadorizadas de feixe cônico. Todos estes exames requerem equipamento especializado.

A tomografia computadorizada de feixe cônico é uma modalidade de imagem relativamente nova, que agora está amplamente disponível aos dentistas para examinar tecidos duros nas regiões

dentárias e maxilofaciais. Esta modalidade de imagem dá uma representação tridimensional da anatomia e patologia que é semelhante à tomografia computadorizada médica e utiliza geralmente doses de radiação mais elevadas do que as usadas na formação de imagens odontológicas convencionais, como as radiografias periapicais e panorâmicas. O principal objetivo da dosimetria de pacientes para raios X utilizados em imagens e odontológicas é determinar grandezas dosimétricas para o estabelecimento e o uso de níveis de referência de

radiodiagnóstico e para avaliação de risco comparativa. Medições de dose em pacientes geralmente não são realizadas em radiodiagnóstico odontológico. Fatores de exposição fixos são normalmente utilizados e medições livres no ar são suficientes para derivar-se as grandezas específicas, tais como o kerma no ar incidente, $K_{a,i}$, ou o produto kerma no ar-área, P_{KA} . O P_{KA} é um parâmetro importante para a otimização dos parâmetros de exposição de um exame radiográfico uma vez que ele está mais estritamente relacionado ao risco. Assim, em trabalhos recentes, o P_{KA} tem sido recomendado para o estabelecimento de níveis de referência de radiodiagnóstico em odontologia e para a determinação da dose efetiva E.

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento preliminar do P_{KA} e determinar E em radiografias periapicais e panorâmicas e também tomografia computadorizada de feixe cônico odontológica na cidade de Ribeirão Preto, SP.

2. METODOLOGIA

As irradiações foram realizadas utilizando-se sete equipamentos para radiografias periapicais, um equipamento para radiografias panorâmicas e quatro unidades diferentes de tomografia computadorizada de feixe cônico odontológicas.

Para obtenção do P_{KA} para as radiografias periapicais e para as tomografias computadorizadas de feixe cônico, foi utilizada uma câmara de ionização de placas paralelas fabricada pela PTW Freiburg, Alemanha, modelo TN34069, acoplada a um eletrômetro digital também da PTW, modelo UNIDOS E T-10010, devidamente calibrados em um laboratório acreditado, para medição do kerma no ar incidente, $K_{a,i}$, e filmes radiográficos de $18 \times 24 \text{ cm}^2$ é régua para medição da área do campo. Para as radiografias periapicais utilizou-se a câmara de ionização e o filme posicionados no centro da saída do cone localizador. As medições do $K_{a,i}$ e

da área do campo foram feitas com a câmara de ionização e com o filme centralizados com o campo de raios X no detector de cada unidade de tomografia computadorizada de feixe cônico. Todas as medições do $K_{a,i}$ foram corrigidas para a temperatura e pressão de referência. O P_{KA} foi obtido pela multiplicação do $K_{a,i}$ pela área do feixe.

Para as radiografias panorâmicas, o P_{KA} foi obtido a partir da multiplicação do produto kerma no ar-comprimento, P_{KL} , pela altura da fenda do colimador secundário do equipamento de raios X panorâmicos. A medição do P_{KL} foi feita usando dosímetros termoluminescentes (TL) de LiF:Mg,Ti e uma câmara de ionização tipo lápis utilizada em tomografia computadorizada.

Foram utilizados 22 dosímetros TL, com dimensões de $3,1 \times 3,1 \times 0,89 \text{ mm}^3$, que foram irradiados de lado em um tubo de acrílico posicionado na frente do colimador secundário do equipamento de raios X panorâmico, com o eixo do tubo de acrílico perpendicular ao comprimento da fenda e no seu centro. Um gabarito foi utilizado para segurar o tubo de acrílico incluindo um espaço para filmes periapicais para medição da altura da fenda.

As avaliações dos dosímetros foram realizadas utilizando-se uma leitora TL manual da Harshaw, modelo 2000B+C, com taxa de aquecimento linear de $8 \text{ }^\circ\text{C/s}$ e fluxo constante de nitrogênio durante as avaliações. Cada ciclo de avaliação durou 25 s e a temperatura variou entre $50 \text{ }^\circ\text{C}$ e $250 \text{ }^\circ\text{C}$.

Foi utilizada uma câmara de ionização tipo lápis Radcal 10x5-3CT, acoplada a um conversor 9060 e a um eletrômetro 9015. A câmara de ionização foi posicionada na frente do colimador secundário do equipamento de raios X panorâmico, com o seu eixo perpendicular ao comprimento da fenda e no seu centro.

Para determinar a dose efetiva, E, a partir do P_{KA} , para as radiografias periapicais, foi utilizado o fator de conversão de $0,06\text{-}0,07 \text{ }\mu\text{Sv/mGy.cm}^2$,

dependendo da tensão no tubo (60-70 kV), apresentado por HELMROT e CARLSSON (2005). Para as radiografias panorâmicas foi utilizado o fator de conversão de $0,08 \mu\text{Sv}/\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$, também apresentado por HELMROT e CARLSSON (2005).

Para determinar a dose efetiva, E, a partir do P_{KA} , para as tomografias computadorizadas de feixe cônico, foi utilizado o fator de conversão de $0,13 \mu\text{Sv}/\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$, derivado por MORANT e colaboradores (2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figura 1 e 2 mostram os valores do produto kerma no ar-área, P_{KA} , e da dose efetiva, E, obtidos para os equipamentos para radiografias periapicais que operam em 60 kV e 70 kV, respectivamente, em função da carga no tubo.

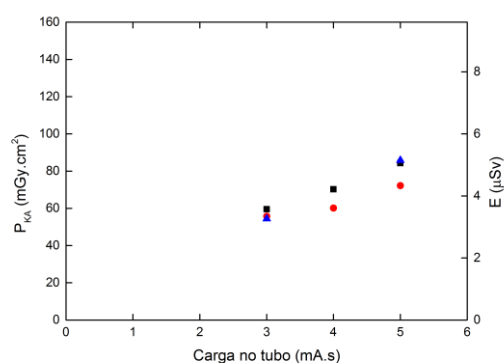


Figura 1: P_{KA} e E obtidos para três equipamentos para radiografias periapicais que operam em 60 kV em função da carga no tubo.

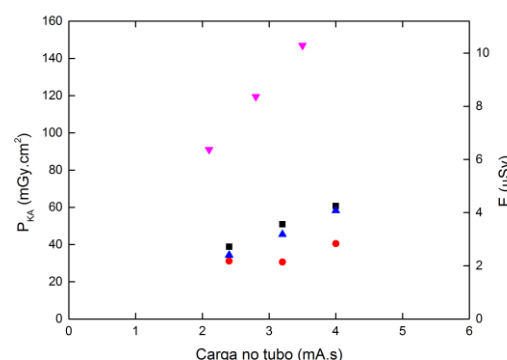


Figura 2: P_{KA} e E obtidos para quatro equipamentos para radiografias periapicais que operam em 70 kV em função da carga no tubo.

Os valores de P_{KA} e E obtidos apresentam uma relação linear com a carga no tubo. Pode-se observar que para a maioria dos equipamentos que operam em 70 kV o P_{KA} , e conseqüentemente E, são menores devido em parte à menor carga no tubo. Os maiores valores de P_{KA} e E ocorrem para um equipamento que também opera em 70 kV. Isto é devido ao fato de a filtração total neste equipamento ser menor (avaliada por meio da camada semi-redutora).

Para as radiografias panorâmicas, o P_{KA} foi determinado utilizando-se parâmetros de exposição para um paciente adulto típico, isto é, uma tensão no tubo de 60 kV, uma corrente de 9 mA e um tempo de exposição de 13,2 s. A medição foi repetida quatro vezes com os dosímetros TL e quatro vezes com a câmara de ionização tipo lápis para testar a reprodutibilidade. Para os dosímetros TL, o coeficiente de variação foi de 5,8% e para a câmara de ionização tipo lápis foi de 1,5%. O P_{KA} médio obtido utilizando-se os dosímetros TL foi de $51,7 \pm 1,5 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ e conseqüentemente E foi $4,14 \pm 0,12 \mu\text{Sv}$. Utilizando-se a câmara de ionização tipo lápis, o valor médio obtido foi de $50,64 \pm 0,25 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ e conseqüentemente E foi $4,05 \pm 0,02 \mu\text{Sv}$.

Levando-se em consideração as incertezas nas medições, os resultados indicam que o P_{KA} e E

determinados por meio de dosímetros TL levam aos mesmos valores utilizando-se uma câmara de ionização tipo lápis. Contudo, a reprodutibilidade das medições com a câmara de ionização tipo lápis é melhor.

A Figura 3 mostra os resultados obtidos para o produto kerma no ar área, P_{KA} , e dose efetiva, E , para as quatro unidades de tomografia computadorizada de feixe cônico odontológica utilizadas.

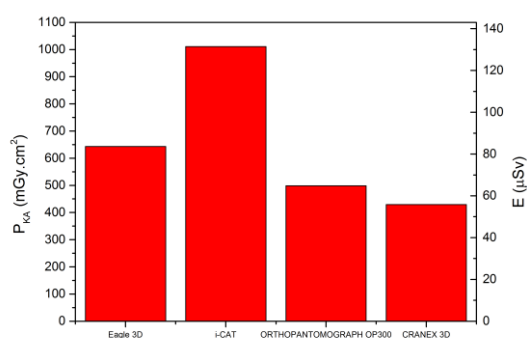


Figura 3: Produto kerma no ar área, P_{KA} , e dose efetiva, E , para as quatro unidades de tomografia computadorizada de feixe cônico odontológica utilizadas.

Os resultados obtidos mostram que o I-CAT foi o tomógrafo que mais depositou dose. Este tomógrafo apresenta o maior campo de visão e que possibilita a aquisição de uma imagem com maior extensão para visibilização de estruturas anatômicas. Para uma aquisição de mandíbula com o ORTHOPANTOMOGRAPH OP300 e o CRANEX 3D, seriam necessárias duas aquisições segmentadas o que dobraria a dose levando-a a um valor próximo da dose depositada pelo I-CAT. No Eagle 3D é possível fazer uma aquisição de mandíbula sem a necessidade de segmentação.

4. CONCLUSÕES

Uma grande variação no P_{KA} , e consequentemente em E , entre os diferentes equipamentos de raios X para radiografias periapicais foi observada. Os

equipamentos que operam em tensões maiores não necessariamente estão associados às doses menores.

Para as radiografias panorâmicas, com o uso da câmara de ionização tipo lápis o P_{KL} é obtido imediatamente ao passo que o uso de dosímetros termoluminescentes requer vários procedimentos antes de algum resultado ser registrado. Assim, o uso de uma câmara de ionização tipo lápis fornece um método mais simples e robusto para medição direta do P_{KL} e conseqüente determinação do P_{KA} e E .

Para as tomografias computadorizadas de feixe cônico, uma redução de dose pode ser obtida ajustando os parâmetros de funcionamento dos tomógrafos, incluindo os fatores de exposição kV e mAs, e reduzindo o campo de visão para a região de interesse real. Os valores de produto kerma no ar-área e dose efetiva encontrados neste levantamento preliminar são comparáveis com os encontrados na literatura e mais elevadas do que as usadas na formação de imagens odontológicas convencionais.

O P_{KA} é um parâmetro importante para a otimização dos parâmetros de exposição de um exame uma vez que ele está relacionado ao risco (HELMROT e CARLSSON, 2005). Assim, o P_{KA} é recomendado para o estabelecimento de níveis de referência de radiodiagnóstico em odontologia. Há a necessidade de um levantamento em grande escala do P_{KA} para o estabelecimento e o uso de níveis de referência de radiodiagnóstico em odontologia no Brasil, e a metodologia de medição utilizada neste trabalho mostrou-se adequada para esta perspectiva futura.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o suporte financeiro parcial do CNPq e da FAPESP por meio do INCT em Metrologia das Radiações na Medicina.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. E. A.; KHOURY, H. J.; NASCIMENTO NETO, J. B. S.; KRAMER, R. Dosimetric evaluation of dental implant planning examinations with Cone-Beam Computed Tomography. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 158, n. 2, 2014.
- BORNSTEIN, M. M.; SCARFE, W. C.; VAUGHN, V. M.; JACOBS, R. Cone Beam Computed Tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks.

International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. v. 29 (Suppl), p. 55-77, 2014.

- HELMROT, E.; CARLSSON, G. A. Measurement of radiation dose in dental radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 114, n. 1-3, p. 168-171, 2005.
- MORANT, J. J.; SALVADÓ, M.; HERNÁNDEZ-GIRÓN, I.; CASANOVAS, R.; ORTEGA, R.; CALZADO, A. Dosimetry of a cone beam CT device for oral and maxillofacial radiology using Monte Carlo techniques and ICRP adult reference computational phantoms. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 3, 92555893, 2013.