

Espalhamento e Atenuação de Feixes de Raios X Utilizados em Radiologia Odontológica

(Beam Scattering and Attenuation of X-Rays Used in Odontological Radiology)

Cristyane S. S. de Oliveira, Divanízia do N. Souza

Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00, São Cristóvão-SE, Brasil

crisfimed@gmail.com

(Recebido em 02 de outubro de 2006; aceito em 17 de novembro de 2006)

As instituições devem efetuar periodicamente um controle de qualidade em radiologia diagnóstica para análise de parâmetros radiológicos. Na Resolução Nº. 64 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária foram estabelecidos os parâmetros de testes para execução de qualidade de feixes de radiodiagnósticos, inclusive daqueles utilizados em odontologia, e os devidos critérios a serem levados em consideração para avaliação da conformidade destes. Neste trabalho foram realizadas análises do espalhamento de feixes de equipamentos de radiologia odontológica convencional com filmes radiográficos através análise da coerência entre o campo definido pelo cone localizador e o campo real estabelecido pelo feixe. Foram também efetuados levantamentos dosimétricos de equipamentos de radiodiagnóstico odontológico e da qualidade dos feixes emitidos por estes, com uma câmara de ionização cilíndrica. Os feixes analisados foram os dos equipamentos de radiodiagnóstico do Departamento de Odontologia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe.

Palavras-chave: Radiologia odontológica, feixes, radiodiagnóstico, portaria.

The institutions should make a quality control periodically in diagnostic radiology for analysis of radiological parameters. In the Resolução Nº. 64 of the Agência Nacional de Vigilância Sanitária were established the parameters of tests for execution of quality of radiodiagnosics beams, besides of those used in dentistry, and the due criteria to be taken into account for evaluation of the conformity of these. In this work dosimetric analyses were accomplished of the dispersal of X-ray beams with radiographic films through the coherence among the defined field for the cone finder and the established real field for the beams. Dosimetric analyses were made in X-ray odontology equipments of the beams quality emitted by these using a cylindrical ionizing chamber. The analyzed beams had been of radiology equipments of the Departamento de Odontologia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe.

Keywords: odontologic radiology, beams, radiodiagnostic.

1. INTRODUÇÃO

Na radiologia diagnóstica o feixe de raios X é composto por fótons de diferentes energias. Os fótons de baixa energia não contribuem para a imagem diagnóstica, uma vez que não são capazes de atravessar os tecidos do paciente e sensibilizar um sistema de detecção; no entanto é possível que produzam danos biológicos, principalmente à pele do paciente. Assim, é necessário que filtros atenuadores sejam adicionados aos feixes de raios X de modo a eliminar a porção indesejada do espectro de radiação, uma vez que a produção de fótons de baixa energia é inevitável na maioria dos equipamentos. A distribuição espectral dos raios X filtrados define a qualidade do feixe. Para avaliação da qualidade do feixe usa-se como referência o valor de camada semi-redutora em um material padrão (alumínio) para um determinado potencial de excitação do tubo de raios X^[1].

A importância dada à qualidade de um feixe de raios X diagnóstico também está vinculada à dose de radiação recebida pelo paciente, que deve ser reduzida sem prejuízo para a aquisição de uma boa imagem radiográfica. Além disso, objetivo maior da radioproteção determina que:

“As exposições ocupacionais e as exposições do público decorrentes de radiodiagnóstico devem ser otimizadas a um valor tão baixo quanto exequível”.^[2]

A qualidade de um feixe de raios X diagnóstico é avaliada através do valor de sua camada semi-redutora (CSR), expressa em milímetros de alumínio. A determinação da CSR do feixe de raios X em radiodiagnóstico é um procedimento exigido por lei. A CSR é definida como a espessura de um filtro necessária para reduzir a intensidade original do feixe de raios X pela metade, e está relacionada com a energia efetiva do feixe de raios X.^[3]

Oliveira e Souza^[4], analisaram as respostas de dosímetros termoluminescentes (TLD) de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ quando expostos aos feixes de raios X empregados neste trabalho. Os resultados da primeira parte desta pesquisa mostraram que é possível analisar criteriosamente as doses absorvidas nos diferentes tipos de radiografia odontológica utilizando dosímetros termoluminescentes.

A proposta deste trabalho foi dar continuidade a pesquisa relacionada com controle de qualidade na área de odontologia iniciada na referência [4], tendo como objetivo conhecer mais detalhes sobre metodologias de análises para o estudo do espalhamento, atenuação e qualidade do feixe de equipamentos emissores de radiação, convencionais, utilizados em consultórios odontológicos do Hospital Universitário.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

O equipamento de radiodiagnóstico utilizado foi o X-Ray Model Spectro 70X, trifásico com tensão de pico de 70 kV do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe.

As medidas foram realizadas tendo como parâmetros de diagnóstico as regiões intrabucais: periapical do dente incisivo, molar e pré-molar e a região oclusal. Para cada região foram empregados os tempos de exposição utilizados no serviço de odontologia avaliado.

Para a análise do espalhamento do feixe de radiação foram utilizados filmes radiográficos de dimensões grandes. Para as irradiações foi utilizado um simulador do dispositivo porta-filme comercial. Este dispositivo tem a função de posicionar corretamente o filme radiológico na boca do paciente no momento do exame. Para as análises da coerência entre o campo definido pelo cone localizador e o campo real estabelecido pelo feixe foram feitas quatro radiografias, sendo que na primeira radiografia, o cone de irradiação do equipamento de radiologia odontológica foi apoiado no simulador e este foi apoiado sobre o chassi contendo o filme radiográfico. Na segunda radiografia o cone de irradiação foi posicionado sobre o chassi a mesma distância que na radiografia feita com o simulador para avaliação dos feixes e comparação com a radiografia anterior.

Para as outras duas radiografias foram utilizadas as placas de acrílico, de 3,0 mm de espessura cada, sobrepostas no simulador. Essas placas tiveram a função de simular o tecido bucal do paciente na hora do exame e funcionam como absorvedores. Em uma exposição foi utilizada apenas uma placa de acrílico e na outra foi utilizada quatro placas no simulador.

As radiografias foram tiradas simulando-se a região oclusal no homem, num tempo exposição de 1 segundo.

Com a câmara de ionização cilíndrica (Radcal Corp. 2025C, modelo 2025-C, série 4622, n.º. 20X5-3) foi analisada a atenuação do feixe em relação à distância do cone (teste de atenuação). A distância da câmara ao cone foi variada de 2,3 cm a 37 cm.

Utilizando placas de alumínio de 1,9 mm de espessura foi analisada a camada semi-redutora (CSR) dos feixes dos equipamentos com a câmara de ionização cilíndrica. Para o teste, primeiramente, foram feitas medidas sem a placa de alumínio e com o cone posicionado a 60 cm da câmara. Nas medidas seguintes foram colocadas placas de alumínio até que o valor da exposição medida pela câmara fosse reduzido a menos da metade do valor obtido sem as placas atenuadoras, conforme estabelecido na Resolução 64^[2].

Com as medidas de exposição da câmara de ionização cilíndrica foram calculadas as médias dos valores de exposição, corrigidas pelo fator de calibração (f_c) e fator de correção de temperatura e pressão ($f_{p,T}$), e a dose absorvida.

As exposições feitas com a utilização da câmara de ionização cilíndrica foram simuladas para a região oclusal de pacientes do sexo masculino, sendo o tempo destas de 1 segundo.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises com filmes radiográficos possibilitaram a avaliação do espalhamento do feixe de radiação. Foram feitas radiografias com e sem simulador do dispositivo porta-filme. Na figura 1 tem-se uma radiografia realizada com o simulador utilizando-se o equipamento de raios X do Departamento de Odontologia do Hospital Universitário da UFS. A exposição foi realizada simulando-se uma radiografia do tipo oclusal, com tempo de exposição de 1s. Pôde-se observar que houve uma incoerência entre o campo definido pelo cone localizador e o campo real estabelecido pelo feixe, ou seja, as bordas do campo de radiação mostraram-se levemente indefinidas devido ao espalhamento do feixe. Este espalhamento deve-se, principalmente à presença do simulador.

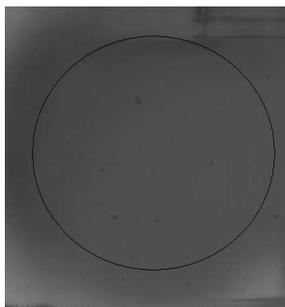


Figura 1 – Radiografia simulada da região oclusal utilizando-se simulador.

Na figura 2 é apresentada uma radiografia tirada sem o simulador do dispositivo porta-filme e com o cone de irradiação posicionado à mesma distância que na radiografia feita com o simulador. Pôde-se perceber nesta radiografia que o espalhamento da radiação foi mínimo nas bordas do campo de exposição, ou seja, houve coerência entre o campo definido pelo cone localizador e o campo real estabelecido pelo feixe.

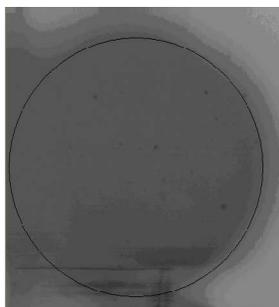


Figura 2 - Radiografia executada sem simulador.

A figura 3 apresenta uma radiografia da mesma região oclusal. Para esta radiografia, foi adicionada ao simulador uma placa de acrílico (absorvedor) sobreposta, com 3 mm de espessura, com a intenção de simular os tecidos da boca (bochecha, gengiva e dentes). Conforme pôde ser observado nesta radiografia, houve um maior espalhamento nas bordas do campo de radiação, quando comparado com a radiografia apresentada na figura 3.

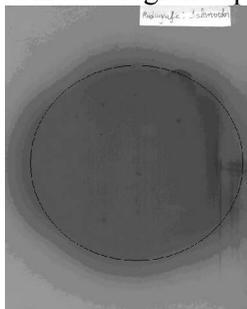


Figura 3 - Radiografia simulada da região oclusal utilizando-se simulador com 1 placa de acrílico.

Quando foram empregadas quatro placas de acrílico sobre o simulador, de 3 mm de espessura cada, a quantidade de radiação espalhada foi um pouco maior, se comparada com a figura 3 (figura 4).

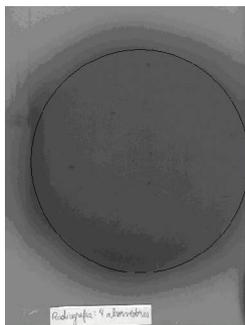


Figura 4 - Radiografia simulada da região oclusal utilizando-se simulador com 4 placas de acrílico.

Com as medidas obtidas no teste de atenuação, montou-se um gráfico da exposição pela distância da câmara cilíndrica ao cone (Figura 5). Como esperado, observou-se que a exposição apresentou um comportamento de uma função exponencial decrescente, em que o valor da exposição é reduzido quando a distância entre a câmara de ionização e a saída do feixe é aumentada. O desvio máximo obtido entre os valores de exposição foi de 0,5%. Na figura 6 a curva em vermelho é a representação gráfica da exposição (X) em função da distância (d) obtida pela seguinte fórmula: $X = 0,03 + 0,5 \cdot e^{-(d/12,2)}$. Assim, a uma distância de 56 cm a exposição será dez vezes menor que na saída do feixe.

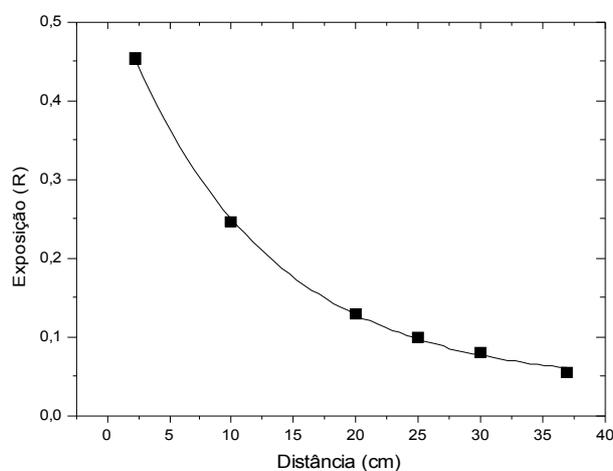


Figura 6 - Curva de atenuação dos feixes em relação à distância.

Na análise da camada semi-redutora (CSR) dos feixes de raios X dos equipamentos foi calculada a CSR com as medidas feitas com a câmara de ionização cilíndrica. O cálculo foi feito através da fórmula dada na Resolução 64:

$$CSR = \frac{x_b \ln\left(2 \frac{L_a}{L_0}\right) - x_a \ln\left(2 \frac{L_b}{L_0}\right)}{\ln\left(\frac{L_a}{L_b}\right)}$$

Em que os valores encontrados foram:

L_o (média dos valores medidos sem filtros) = 20,7 mR.

L_a (leitura de exposição imediatamente superior a $L_o/2$) = 12,16 mR.

L_b (leitura de exposição imediatamente inferior a $L_o/2$) = 9,06 mR.

X_a (espessura de Al corresponde à leitura L_a) = 1,9 mm.

X_b (espessura de Al corresponde à leitura L_b) = 3,8mm.

O valor da camada semi-redutora calculado foi: CSR = 2,9 mmAl e o valor estabelecido pela Resolução 64 para os aparelhos de radiodiagnóstico médico trifásicos a $CSR \geq 2,3$ mmAl para uma tensão aplicada ao tubo de 70 kVp. Assim, o valor encontrado atende os requisitos exigidos.

Com as medidas das exposições feitas pela câmara cilíndrica no teste da CSR, foram calculados os valores da exposição X_R (tabela 1) através da fórmula:

$$X_R = X_m \cdot f_c \cdot f_{p,t}$$

onde

$$f_c \text{ (fator de calibração)} = 1,254$$

O $f_{p,t}$ (fator de correção de pressão e temperatura) = 1,016 foi calculado através da fórmula:

$$f_{p,t} = (101,3/P) \cdot [(273,15 + T) / 293,15]$$

onde:

$$P \text{ (pressão atmosférica)} = 101,41 \text{ mbar}$$

$$T \text{ (temperatura)} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tabela 1 - Exposição X_R para cada quantidade de placas de alumínio usadas.

| Quantidades de placas | Exposição X_R (mR) |
|-----------------------|----------------------|
| Nenhuma placa | 26,37 |
| 1 placa | 17,7 |
| 2 placas | 11,54 |

Com os valores de cada exposição X_R , calculou-se a dose absorvida por radiografia oclusal para cada quantidade de placa de alumínio (tabela 2).

Tabela 2 - Dose absorvida para cada quantidade de placas de alumínio usadas.

| Quantidades de placas | Dose absorvida (mGy) |
|-----------------------|----------------------|
| Nenhuma placa | 0,23 |
| 1 placa | 0,155 |
| 2 placas | 0,1 |

4. CONCLUSÕES

O uso de filmes pode auxiliar no estudo da radiação espalhada e também no estudo de doses, caso estes sejam empregados como dosímetros.

Através do teste de atenuação pôde-se observar, conforme o esperado, que o valor da exposição foi reduzido quando a distância entre a câmara de ionização e a saída do feixe foi aumentada. Os resultados de testes de atenuação podem ser importantes para a segurança do paciente, do odontólogo e de sua equipe, pois por meio deste teste simples é possível se conhecer a melhor localização para o posicionamento de pessoas dentro do consultório.

Na verificação da qualidade do feixe de raios com o teste da camada semi-redutora, pôde-se perceber que o valor obtido da CRS está dentro do valor exigido pelo Ministério da Saúde.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio.

-
1. WOLBARST, A.B., *Physics of Radiology*, Madison Wisconsin: Medical Physics Publishing, 1993.
 2. Portaria da Secretaria de Vigilância Sanitária nº 453, de 1º de julho de 1998, DIRETRIZES DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM RADIODIAGNÓSTICO MÉDICO E ODONTOLÓGICO.
 3. JOHNS, H.E., CUNNINGHAM, J.R., *The Physics of Radiology*, Springfield: Charles C. Thomas, 1977.
 4. OLIVEIRA, C.S.S.; SOUZA, D. N. Análise de Dose Superficial e em Profundidade em Radiografia Intrabucal. *Scientia Plena*, v.1, n.5, p. 158-165, 2005.