

# Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição dos aparelhos de raios-x odontológicos

*Accuracy and reproducibility regarding the time of x-ray dental machines exposure*

Rafael Terças Travassos<sup>1</sup>, Ana Emília Figueiredo de Oliveira<sup>2</sup>, Kyria Spyro Spyrides<sup>3</sup>, Fernanda Ferreira Lopes<sup>4</sup>, Rodrigo Ribeiro Gonçalves Pinho<sup>5</sup> e Maria Aparecida Costa<sup>6</sup>

## Resumo

**Introdução:** O Controle de qualidade radiográfica realizada por meio da verificação periódica dos parâmetros técnicos dos equipamentos de raios-X representa um dos aspectos fundamentais para uma excelente qualidade da imagem com mínima dose de exposição ao paciente. **Objetivo:** Investigar parâmetros técnicos relativos ao tempo de exposição dos aparelhos de raios-X odontológicos, instalados em Faculdades de Odontologia, consultórios públicos e privados da cidade de São Luís-MA. **Metodologia:** Foram registrados os dados nominais do tempo de exposição e tempos efetivos (real/apresentado no cronômetro) e o tipo de disparador do aparelho de raios-X, se mecânico ou eletrônico. Para medir o tempo de exposição do feixe de raios-X e verificar a sua exatidão, empregou-se quatro tempos de exposição nominal: 0,3, 0,5, 0,6 e 0,8 segundos. Realizaram-se quatro medições para cada tempo e dentre essas, selecionou-se o maior valor de leitura (L maior) e o menor valor de leitura (L menor) de cada tempo de exposição selecionado para realização dos cálculos do teste de reprodutibilidade do tempo de exposição. **Resultados:** Observou-se que apesar dos tempos terem se mostrado reprodutíveis em um grande percentual (92,5%) não repetiram o mesmo desempenho em relação à exatidão do tempo de exposição. A falta de reprodutibilidade apresentou percentual mais desfavorável no tempo de exposição mais baixo, o de 0,3s (18%), sendo minimizado sucessivamente para os tempos de 0,5s (7%), 0,6s (4%) e 0,8s (1%). **Conclusão:** A maioria dos aparelhos de raios-X avaliados apresentou comprometimento em relação à exatidão do tempo de exposição, com bom desempenho relativo à reprodutibilidade.

**Palavras-chave:** Radiografia. Tempo de exposição. Controle de qualidade

## Abstract

**Objective:** To investigate the technical parameters relating the time of x-ray dental machines exposure, located in dentistry colleges and at public and private dental offices in the city of São Luís, MA. **Methods:** We recorded the nominal data of exposure time and effective time (real / showed in the timer), the type of triggering device of the x-ray, whether it was mechanical or electronic. In order to measure the exposure time of x-ray beam and check its accuracy, we performed four times of nominal exposure: 0.3, 0.5, 0.6 and 0.8 seconds. There were four measurements for each time and among these we selected the highest value of reading (higher R) and the lowest value of reading (lower R) of each selected exposure time to do calculations of the time exposure's reproducibility test. **Results:** Although the time periods showed to be reproducible mostly (92.5%), there was not the repeat of the same performance in relation to the accuracy of exposure time. The lack of reproducibility showed the worst percentage in the lowest time of exposure 0.3 s (18%), being reduced successively for periods of 0.5 s (7%), 0.6 s (4%) and 0.8 s (1%). **Conclusion:** Most of x-ray machines evaluated showed defects on the accuracy of exposure time, with good performance on the reproducibility.

**keywords:** Radiography. Exposure time. Quality control

## Introdução

Controle de qualidade radiográfica representa um conjunto de princípios que visa atingir uma excelente qualidade de imagem empregando-se mínima dose de exposição ao paciente. Para nortear essa condição, foram estabelecidos vários regulamentos e normas técnicas nacionais e internacionais, sendo que no Brasil essas diretrizes encontram-se na Portaria nº 453 de 1º de junho de 1998, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde.<sup>1</sup>

Um dos aspectos fundamentais para o estabelecimento do controle de qualidade radiográfico nos consultórios odontológicos é a verificação periódica dos parâmetros técnicos dos equipamentos de raios-X. Para isso, existem alguns testes de constância preconizados pela Portaria SVS-453/1998, entre eles, a análise da exatidão do tempo e da reprodutibilidade do sistema de exposição, sendo indispensáveis que sejam realizados anualmente conforme normas da referida portaria.

Tempo de Exposição (TE) é um intervalo de

<sup>1</sup> Graduando de Odontologia. Bolsista de Iniciação Científica BIC/UFMA/CNPq. Universidade Federal do Maranhão.

<sup>2</sup> Doutorado em Radiologia Odontológica pela Universidade Estadual de Campinas. Pós-Doutorado pela Universidade da Carolina do Norte/Chapel Hill, Estados Unidos. Professor adjunto da Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

<sup>3</sup> Doutora em Radiologia Odontológica pela Universidade Estadual de Campinas. Pós-Doutorado pela University of North Carolina at Chapel Hill, Estados Unidos. Professora da Universidade Federal Fluminense, Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Patologia Oral pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. Professor Adjunto da Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

<sup>5</sup> Graduando em Odontologia. Universidade Federal do Maranhão.

<sup>6</sup> Doutoranda em Odontologia. Universidade Federal do Maranhão.

Contato: Ana Emília Figueiredo de Oliveira. E-mail: oliveira.anaemilia@gmail.com)

tempo que o feixe de fótons de raios-X permanece expondo o paciente à radiação ionizante. A exatidão do TE se traduz na reprodução exata da dose selecionada no seletor do tempo de exposição, enquanto que a reprodutibilidade do TE, se traduz na reprodução do mesmo TE em diferentes momentos, o que garante igual resultado radiográfico em radiografias realizadas em diferentes momentos, sob as mesmas condições. Um tempo incorreto em sua exatidão e reprodutibilidade pode causar uma exposição insuficiente ou uma super exposição, comprometendo a qualidade da imagem e a radioproteção, e, por conseguinte todo controle de qualidade radiográfico.

A literatura apresenta pesquisas relativas ao tema em referência, realizadas em diferentes regiões do território nacional. Spyrides<sup>2</sup> cita que quase todos os 200 aparelhos avaliados na cidade do Rio de Janeiro demonstraram uma variação maior do que 10% nos tempos de exposição. Outros autores também encontraram a falta de exatidão dos aparelhos de raios-X, entre eles, Braga Junior<sup>3</sup> em 63,7%, Coclete e Carvalho<sup>4</sup> em 90,6%, Mezdri<sup>5</sup> em 70,64% e Westphalen *et al.*,<sup>6</sup> em 100%. Somente Daniel<sup>7</sup> encontrou resultado menor (39,5%).

Em relação à reprodutibilidade, Spyrides<sup>2</sup> observou uma variação menor ou igual a 10% para todos os tempos selecionados, sendo que para os menores tempos de exposição a variação foi maior. Daniel,<sup>7</sup> no estado de São Paulo, encontrou apenas 2% dos aparelhos sem reprodutibilidade do tempo de exposição, Mezdri,<sup>5</sup> em Itajaí-SC, 7,4% e Westphalen *et al.*,<sup>6</sup> em Curitiba-PR, 18,7%.

Apesar da proibição do uso do disparador mecânico pela legislação, que segundo Braga Junior<sup>3</sup>, Coclete e Carvalho<sup>4</sup> e Westphalen *et al.*,<sup>6</sup> comprometem a exatidão e a reprodutibilidade do tempo de exposição. Spyrides<sup>2</sup> ainda encontrou 31% dos aparelhos de raios-X da cidade do Rio de Janeiro com esse tipo de disparador, o que demonstra a ausência de inspeção por parte dos órgãos fiscalizadores, visto que a Portaria SVS-453/1998<sup>1</sup> preconiza somente o emprego do disparador eletrônico.

Em São Luís, MA, não há registro de estudo dessa natureza, nem mesmo por parte dos órgãos fiscalizadores. Diante desse contexto, e frente aos resultados preocupantes encontrados nos estudos citados, realizados em diferentes regiões do país, torna-se relevante a investigação dos parâmetros técnicos dos equipamentos de raios-X relativos à exatidão, à reprodutibilidade e o tipo de disparador do TE. A importância deste estudo é fundamental sob o aspecto do radiodiagnóstico e da radioproteção no campo da odontologia, que aliada a ausência de dados dessa natureza em de São Luís - MA, justifica a sua realização.

Este estudo teve o objetivo de investigar parâmetros técnicos relativos ao tempo de exposição dos aparelhos de raios-X odontológicos, instalados em Faculdades de Odontologia e consultórios públicos e privados de São Luís - MA, tendo por objetos de avaliação a exatidão do tempo de exposição, reprodutibilidade do tempo de exposição e o tipo de disparador presente nos aparelhos.

## Metodologia

Foram coletados dados de 100 aparelhos de raios-X de consultórios, clínicas, cursos de odontologia, e serviços públicos odontológicos, localizados em diferentes bairros de São Luís-MA. Anteriormente a cada visita de coleta de dados, foi efetuado o agendamento de acordo com a disponibilidade de tempo do profissional responsável.

Para realização dos testes propostos utilizou-se um cronômetro digital para raios-X modelo CQ-03 da MRA (MRA - Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda., Ribeirão Preto, Brasil). O cronômetro era posicionado sobre uma superfície plana a uma distância padronizada e próxima do ponto focal de cada equipamento de raios-X avaliado. O cilindro localizador dos aparelhos de raios-X foi direcionado perpendicularmente em direção ao centro da superfície superior do cronômetro, centralizando-se assim, devidamente, o campo de radiação.

### a) Ficha de Identificação do Aparelho

Para cada aparelho inspecionado, foi preenchida uma ficha de identificação onde foram registrados os dados nominais do tempo de exposição (selecionados pelo pesquisador) e os efetivos (real/apresentado no cronômetro), conforme se observa no Item "Resultados". Foi registrado, ainda, o tipo de disparador do aparelho de raios-X, se mecânico ou eletrônico.

### b) Teste de Exatidão do Tempo de Exposição

Para medir o tempo de exposição do feixe de raios-X e verificar a sua exatidão, empregou-se quatro tempos de exposição nominal: 0,3, 0,5, 0,6 e 0,8 segundos. Após a emissão de raios-X, foi possível realizar a leitura do tempo de exposição no *display* do cronômetro, haja vista que o mesmo possui um visor digital de LEDs vermelho, que apresenta o tempo exato de exposição em tempo real. A unidade de tempo de exposição do cronômetro é o segundo, que é a mesma da imensa maioria dos seletores de exposição dos aparelhos de raios-X. A Portaria SVS/MS-453<sup>1</sup> cita que o indicador de tempo de exposição deve apresentar desvio (diferença entre o valor nominal e o valor medido) no intervalo de tolerância de  $\pm 10\%$  em qualquer tempo de exposição selecionado.

Para o cálculo desse desvio máximo utilizou-se a fórmula:<sup>2,7</sup>

$$\text{Desvio máximo} = 100 \times \frac{T_{\text{indicado}} - T_{\text{medido}}}{T_{\text{indicado}}}$$

### c) Teste de Reprodutibilidade do Tempo de Exposição

Foram selecionados os mesmos tempos de exposição nominal do teste anterior, 0,3, 0,5, 0,6 e 0,8 segundos. Entretanto, nesta avaliação, realizou-se quatro medições para cada tempo e dentre essas, selecionou-se o maior valor de leitura (L maior) e o menor valor de leitura (L menor) de cada tempo de exposição selecionado para realização dos cálculos

apropriados, conforme segue. A Portaria SVS/MS-453<sup>1</sup> refere que o seletor de tempo de exposição deve garantir exposições reprodutíveis de modo que o desvio (diferença entre duas medidas de tempo de exposição) máximo seja menor ou igual a 10% do valor médio, para quatro medidas.

Para esse cálculo, aplicou-se, para cada um dos 4 tempos de exposição empregados, a seguinte fórmula<sup>2,7</sup>:

$$\text{Desvio máximo} = 100 \times \frac{L_{\text{maior}} - L_{\text{menor}}}{(L_{\text{maior}} + L_{\text{menor}}) / 2}$$

d) Proteção à Radiação Emitida

Para a coleta dos dados o pesquisador foi devidamente calibrado para se proteger seguramente da radiação a ser emitida. A Portaria SVS/MS-453<sup>1</sup> cita que o botão disparador deve ser instalado em uma cabine de proteção ou disposto de tal forma que o operador que o maneje possa ficar a uma distância de, pelo menos, 2 m do tubo e do paciente durante a exposição.

Em atendimento a essa norma, o pesquisador esteve sempre acompanhado de uma extensão que o possibilitou ficar sempre posicionado à distância de segurança de dois metros, em casos onde não houvesse barreira física segura de proteção aos raios-X.

**Resultados**

A conclusão da coleta de dados foi sequenciada pela realização da análise estatística descritiva, podendo ser observada por meio de gráficos.

Observou-se maior percentual de aparelhos com comprometimento da exatidão do tempo de exposição (78%) comparativamente aos que se apresentaram com bom desempenho (22%) em relação a essa variável (Gráfico 1).

Quanto à reprodutibilidade dos aparelhos de raios-X avaliados foi observado maior percentual (77%) de aparelhos reprodutíveis e 23% não reprodutíveis (Gráfico 2).

Observou-se maior variação do tempo real de exposição em relação ao tempo selecionado, nos menores tempos de exposição empregados no estudo. Isto, tanto para a exatidão do tempo de exposição, quanto para a reprodutibilidade, o que pode ser constatado, respectivamente (Gráficos 3 e 4).

Procurou-se traçar um paralelo entre os aparelhos que foram exatos e reprodutíveis, exatos e não reprodutíveis; não exatos e reprodutíveis e não exatos e não reprodutíveis (Gráfico 5).

Em relação ao tipo do disparador, não foi observado nenhum aparelho de raios-X com temporizador (*timer*) mecânico, pois todos eram do tipo eletrônico.

**Discussão**

Os aparelhos de raios-X, apesar de saírem calibrados das fábricas, ficam sujeitos a alterações em virtude do tempo e do uso, comprometendo os aspectos relativos à “qualidade e padronização da imagem radiográfica” e à “radioproteção” ao paciente.

O disparador do aparelho de raios-X (*timer*), ou

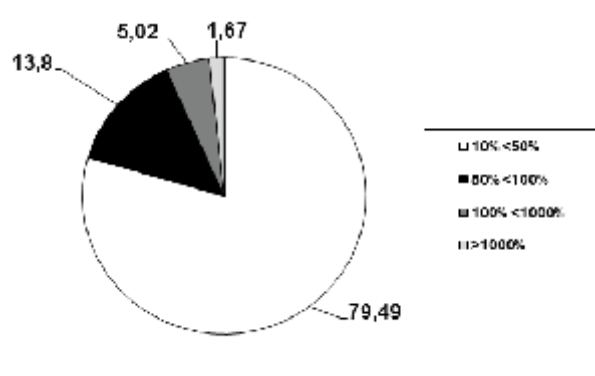


Gráfico 1 - Faixas percentuais de variação em relação à inexatidão do tempo de exposição selecionado.

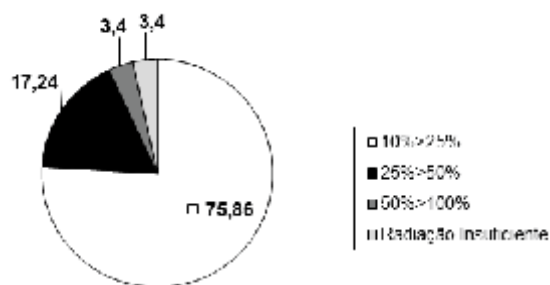


Gráfico 2 - Faixas percentuais de variação em relação à falta de reprodutibilidade do tempo de exposição selecionado.

**Exatidão por cada tempo determinado**

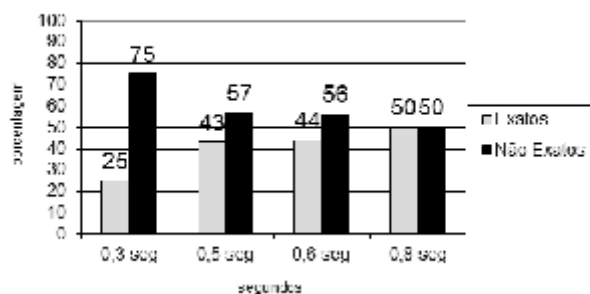


Gráfico 3 - Exatidão de acordo com os tempos de exposição selecionados no estudo.

**Reprodutibilidade por tempo determinado**

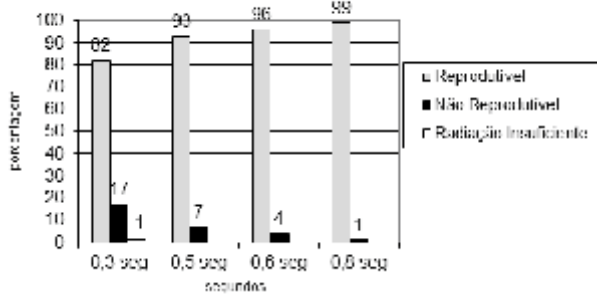
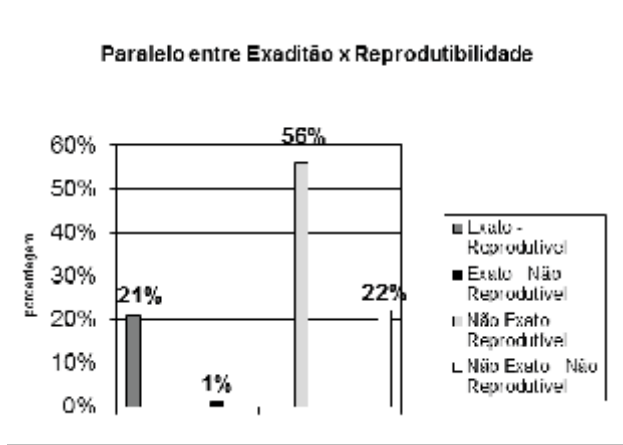


Gráfico 4 - Reprodutibilidade de acordo com os tempos de exposição selecionados no estudo.



**Gráfico 5** - Paralelo entre a Exatidão e a Reprodutibilidade dos aparelhos avaliados

ainda, o seletor de tempo de exposição, além de reprodutível deve ser exato, ou seja, deve indicar o tempo real de exposição. Portanto, a avaliação dessas condições é indispensável quando se trata do controle de qualidade radiográfico.

Observou-se que apesar dos aparelhos terem se mostrado reprodutíveis em um maior percentual (77%) não repetiram o mesmo desempenho em relação à exatidão do tempo de exposição, observando-se um elevado percentual de aparelhos não exatos (78%).

Comparando-se com outros trabalhos da literatura, pode-se destacar que os resultados desta pesquisa, referente à exatidão do tempo de exposição, ficaram mais próximos de Mezadri,<sup>5</sup> em Itajaí - SC, que encontrou falta de exatidão em 70,64% dos aparelhos avaliados. Entretanto, foram mais favoráveis que os seguintes trabalhos: Coclete e Carvalho<sup>4</sup> cujos achados relataram inexatidão em 90,6% dos aparelhos por eles avaliados. Westphalen *et al.*,<sup>6</sup> em Curitiba - PR verificaram que todos os aparelhos testados não apresentavam exatidão; e Spyrides,<sup>2</sup> na cidade do Rio de Janeiro, cujos resultados mostraram que quase todos os aparelhos apresentavam variação maior do que 10% nos tempos de exposição, ou seja, o valor do tempo real era maior do que o indicado no disparador.

Somente Daniel,<sup>7</sup> em São Paulo, e Braga Junior<sup>3</sup>, em Piracicaba-SP, encontraram resultados mais favoráveis que os desta pesquisa, (39,5%) e (63,7%) respectivamente, o que poderia ser justificado pela inspeção mais rigorosa da Vigilância Sanitária naquele estado, considerando que os cirurgiões dentistas devem fazer a avaliação dos principais parâmetros de funcionamento dos aparelhos a cada dois anos.

Importante destacar que dentre os disparos que apresentaram uma variação maior que 10%, a maioria ficou na faixa de variação entre 10% > 50%, porém, encontrou-se mais de 20% dos disparos emitindo doses 50% maiores que as selecionadas. E ainda, assustadoramente, mais de 5% dos disparos com tempo inexatos em valores acima de 100% do TE selecionados. Tais condições são preocupantes quando analisamos o aspecto da radioproteção, podendo-se registrar que são inadmissíveis diante do conhecimento atual sobre os efeitos nocivos da radiação, da responsabilidade legal e ética.

Observou-se ainda que a inexatidão apresentou-se mais crítica no Tempo de Exposição mais baixo, de 0,3 s (75%). Com o aumento do tempo de exposição esse percentual foi progressivamente reduzido, observando-se valores bem expressivos de aparelhos inexatos mesmo no tempo maior, que foi o de 0,8 s (50%). Os resultados desta pesquisa foram mais favoráveis que os de Spyrides<sup>2</sup> que encontraram para os tempos de 0,3 s, 0,5 s, 0,6 s e 0,8 s, os percentuais respectivos sem exatidão de 99%, 98,5% e 97,5%. Apesar da inexatidão encontrada pela redução do aumento de Tempo de Exposição (TE), podemos dizer que a diferença percentual entre eles é insignificante, visto que os resultados de TE são críticos para todos os TEs, cujos percentuais foram encontrados.

Com relação à reprodutibilidade do tempo de exposição, os resultados encontrados neste estudo foram mais aceitáveis, pois se obteve um maior percentual de aparelhos reprodutíveis (77%). Estes resultados estão bem próximos dos encontrados por Westphalen *et al.*,<sup>6</sup> onde citam que 18,7% dos aparelhos avaliados não eram reprodutíveis. Contudo, tais resultados ainda deixam a desejar, visto que autores como Mezadri<sup>5</sup> e Daniel<sup>7</sup> encontraram percentuais bem mais favoráveis (7,4% e 2%), em aparelhos não reprodutíveis, respectivamente.

Da mesma forma que a falta de exatidão do tempo de exposição, observou-se que a falta de reprodutibilidade apresentou percentual mais desfavorável no tempo de exposição mais baixo, o de 0,3 s (18%), e esse problema foi minimizado sucessivamente para os tempos de 0,5 s, 0,6 s e 0,8, respectivamente, 7%, 4% e 1%. Essa redução do problema com o aumento do tempo de exposição foi encontrada também por Spyrides,<sup>2</sup> porém com resultados mais desfavoráveis que os desta pesquisa, respectivamente, 38,5% para o menor tempo (0,3 s) e 8% para o maior de 0,8 s.

Frente ao exposto, foram observados resultados preocupantes tanto em São Luís quanto em outras cidades do país. Não bastam normas reguladoras para direcionar o controle de qualidade radiológico, mas também órgãos fiscalizadores. A classe odontológica necessita de um trabalho de conscientização, que deverá ser promovida pelas entidades de classe juntamente com as universidades, de forma que as informações relativas à importância do controle radiográfico e da radiobiologia possam ser assimiladas e praticadas pelos cirurgiões-dentistas dentro da dimensão que esses temas exigem.

Destaca-se que tanto a classe odontológica quanto a Vigilância Sanitária, poderiam contribuir para melhorar este preocupante quadro relativo à inexatidão dos tempos de exposição da maioria dos aparelhos de raios-X. Essas ações evitariam que pacientes fossem submetidos a doses de radiação maiores que as necessárias e que radiografias fossem adquiridas com comprometimento do padrão de qualidade, fatos estes, que comprovadamente tem ocorrido na grande maioria dos consultórios odontológicos.

Portanto, é a soma dos esforços de órgãos governamentais, universidades, entidades de classes e profissionais que fará a diferença para que o controle de qualidade radiográfico saia do papel e se torne uma

realidade nos consultórios e clínicas odontológicas de todo país.

Com base nos resultados encontrados, concluiu-se que a maioria dos aparelhos de raios-X avaliados, independente da localidade ou tipo de clínica apresentou alto comprometimento em relação à exatidão do tempo de exposição, uma vez que não há

uma Portaria que regulamente a fiscalização destes aparelhos por parte da Vigilância Sanitária em nenhuma dessas esferas, apesar de apresentarem melhor desempenho relativo à reprodutibilidade. Não foi encontrado disparador do tipo mecânico nesses aparelhos.

## Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria MS/SVS n° 453, de 1 de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 jun 1998.
2. Spyrides KS. *Avaliação do controle de qualidade e proteção radiológica na cidade do Rio de Janeiro* [Tese]. Piracicaba-SP: Universidade Estadual de Campinas; 2002. 102 p.
3. Braga Junior DL. *Contribuição ao estudo da quilovoltagem nominal preconizada e tempo de exposição de diferentes modelos de aparelhos de raios-X odontológicos* [Dissertação]. Piracicaba-SP: Universidade Estadual de Campinas; 1991. 42 p.
4. Coclete GA, Carvalho A. Avaliação da precisão dos marcadores de tempo de exposição dos aparelhos de raios-X odontológicos. *Rev Odontol UNESP*, 1994; 23(1):149-158.
5. Mezadri AC. *Verificação das condições de uso e funcionamento dos aparelhos de raios-X odontológicos, na cidade de Itajaí, Santa Catarina* [Dissertação]. Piracicaba-SP: Universidade Estadual de Campinas; 2000. 131 p.
6. Westphalen FH, Maciel JVB, Tolazzi AL, Tolazzi AL. Controle de qualidade: exposição e processamento radiográfico na PUCPR. In: Anais da 11ª Jornada Brasileira de Radiologia Odontológica; 2000 jun. 24-25; Passo Fundo. Passo Fundo: Berthier; 2000. p. 49-50.
7. Daniel MD. *Análise da aplicação do controle de qualidade em equipamentos de raios-X odontológicos: procedimentos e contribuições para otimização* [Dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 1999. 70 p.