



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP  
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELLECTUAL DA UNICAMP



**Versão do arquivo anexado / Version of attached file:**  
Versão do Editor / Published Version

**Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:**  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-06631997000500008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-06631997000500008&script=sci_abstract&tlng=pt)

**DOI:.** 10.1590/S0103-06631997000500008

**Direitos autorais / Publisher's copyright statement:**

©1997 by USP/Faculdade de Odontologia de Bauru. All rights reserved.

# CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA QUILOVOLTAGEM NOMINAL PRECONIZADA E DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO DE DIFERENTES MODELOS DE APARELHOS DE RAIOS X ODONTOLÓGICOS

## A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF NOMINAL KILOVOLTAGE PRECONIZED AND TIME OF EXPOSURE FOR DIFFERENT MODELS OF DENTAL X-RAY MACHINES

Frab Norberto BOSCOLO\*  
Dewell LOMÔNACO BRAGA JUNIOR\*\*  
Andrea GONÇALVES\*\*  
Agenor MONTEBELO FILHO\*\*\*

---

BOSCOLO, F. N. *et al.* Contribuição ao estudo da quilovoltagem nominal preconizada e do tempo de exposição de diferentes modelos de aparelhos de raios X odontológicos. *Rev Odontol Univ São Paulo*, v. 11, p. 43-49, 1997. Suplemento.

O presente trabalho teve o propósito de avaliar o desempenho de aparelhos de raios X odontológicos com relação aos fatores "tempo de exposição" e "quilovoltagem". Foram estudados 127 aparelhos da região Sul de Minas Gerais, comercializados pelas firmas Funk e Dabi Atlante. Os valores obtidos, tanto do tempo de exposição quanto da quilovoltagem para cada modelo de aparelho de raios X estudado, foram organizados em tabelas de distribuição de frequência e apresentados em histogramas. Os resultados obtidos, após serem trabalhados, apontaram um desempenho para o tempo de exposição pouco satisfatório para o modelo X-10, da Funk, enquanto que os aparelhos da firma Dabi Atlante, modelos Spectro II, Trophy e Spectro 1070, mostraram desempenho satisfatório quando comparados o tempo de exposição real e o tempo de exposição nominal. Esses mesmos aparelhos tiveram a sua quilovoltagem nominal pesquisada e mostraram, no geral, uma quilovoltagem menor do que a preconizada, apontando com isso um desempenho aquém do esperado. Para tentar sanar, pelo menos em parte, as deficiências apresentadas pelos aparelhos, recomenda-se aos profissionais sua manutenção periódica.

UNITERMOS: Frequência; Radiação; Tempo de exposição.

---

### INTRODUÇÃO

Logo após a descoberta dos raios X em 1895 por Röntgen, surgiram estudos sobre aplicações desse tipo de radiação e, conseqüentemente, observou-se o aparecimento da Radiologia e a sua evolução.

Com o passar dos anos, conhecimentos importantíssimos foram surgindo, o que permitiu um controle maior sobre o uso e emprego dos raios X.

Com a realização desses estudos, houve um avanço na tecnologia, com desenvolvimento dos aparelhos de raios X, dos filmes radiográficos<sup>3,11</sup>, das soluções reveladoras e fixadoras e, ainda, ob-

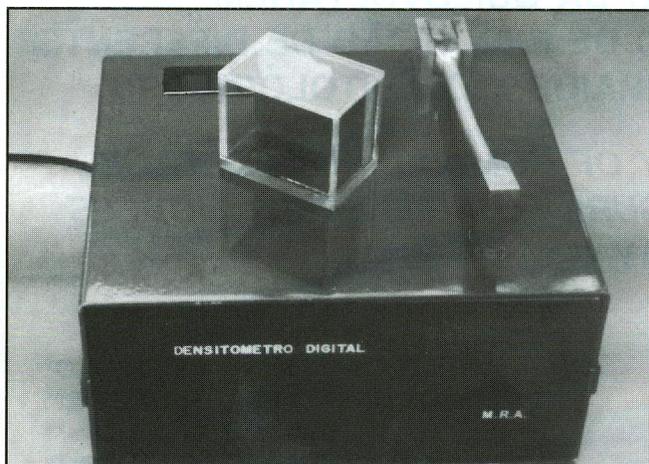
tenção de informações a respeito da radiação X, da sua aplicação e da necessidade de proteção dos pacientes.

De tudo citado acima, entende-se que é necessária uma completa harmonia dos fatores empregados para a obtenção da radiografia, a fim de que as informações colhidas sejam as mais precisas dentro da técnica executada.

Para o estudo do rendimento dos aparelhos de raios X odontológicos, aparecem na literatura trabalhos realizados por WUEHRMANN; MANLY<sup>16</sup> (1950); WUEHRMANN; CURBY<sup>15</sup> (1952); CURBY; WUEHRMANN<sup>2</sup> (1953); SPANGENBERG; POOL<sup>12</sup> (1960); MANSON-HING<sup>5,6</sup> (1961, 1991); OISHI;

---

\* Professor Titular, \*\* Mestre em Ciências e \*\*\* Professor Assistente Doutor da área de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



**FIGURA 1** - Detector de quilovoltagem odontológico e densitômetro digital da marca M. R. A.



**FIGURA 2** - Cronômetro de raios X ("timer") da CIDRA-FFCLRP-USP.

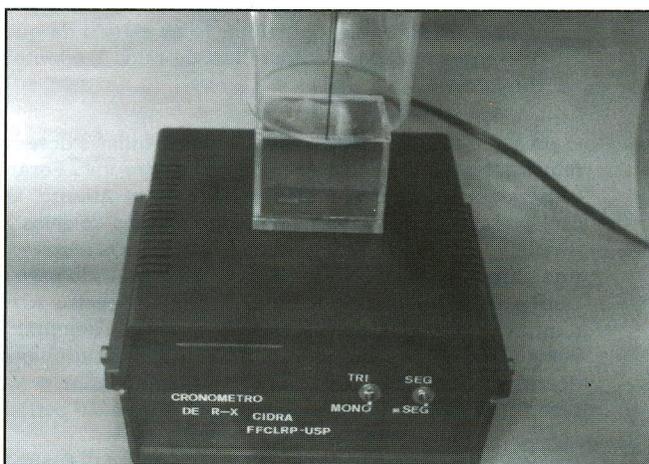
PARFITT<sup>9</sup> (1976); PEIXOTO; FERREIRA<sup>10</sup> (1982); SVENSON *et al.*<sup>13</sup> (1985), os quais se preocuparam com as variações da quilovoltagem e miliampereagem, fatores diretamente responsáveis pela qualidade da imagem e quantidade de radiação a que o paciente é exposto durante a tomada radiográfica.

UPDEGRAVE *et al.*<sup>14</sup> (1959), ALVARES; FREITAS<sup>1</sup> (1967) estudaram a relação disparador de tempo-velocidade do filme e ainda a precisão do disparador de tempo. PEIXOTO; FERREIRA<sup>10</sup> (1982) concluíram a necessidade de se estabelecerem normas técnicas para a construção de aparelhos de raios X. PREECE; JENSEN<sup>11</sup> (1983); MELO *et al.*<sup>7</sup> (1985); GOSS<sup>4</sup> e MONSOUR *et al.*<sup>8</sup> (1988) pesquisaram condições de uso, precisão dos fatores e inspeção dos aparelhos de raios X, constatando nessas condições grandes irregularidades. Assim, buscando trazer alguma contribuição ao assunto, propomos:

1. Avaliar o desempenho dos aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk e Dabi Atlante, ao nosso alcance, no tocante ao tempo de exposição real.
2. Avaliar a quilovoltagem efetiva durante o funcionamento dos aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk e Dabi Atlante.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram avaliados 127 aparelhos de raios X odontológicos da região Sul de Minas Gerais, compreendendo as cidades de Itajubá, Santa Rita do Sapucaí, Brasópolis, Pouso Alegre, Alfenas e Varginha, das marcas Dabi Atlante e Funk nos diferentes modelos.



**FIGURA 3** - Detector de quilovoltagem odontológico posicionado sobre o cronômetro (M. R. A.).

Da marca Dabi Atlante, foram estudados os modelos Spectro II, Spectro 1070 e Trophy. As quilovoltagens nominais utilizadas para cada modelo foram 50 kVp, 70 kVp e 50 kVp, respectivamente. Para a marca Funk, foi estudado o modelo X-10, com a quilovoltagem nominal de 60 kVp.

O filme selecionado para o estudo foi o *Ektaspeed EP-21* (grupo E), por ser, segundo FLETCHER<sup>3</sup>, duas vezes mais sensível do que o *Ultraspeed DF 58* (grupo D).

Para determinar a quilovoltagem, foi utilizado um detector de quilovoltagem odontológico e um densitômetro digital (Figura 1), ambos da marca M. R. A.

O tempo de exposição foi determinado por meio de um cronômetro de raios X ("timer"), da CIDRA - FFCLRP - USP (Figura 2), que mede a exposição em

função da radiação real emanada pela área focal da ampola do aparelho de raios X. O tempo de exposição foi de 2 segundos, utilizado para medir a acurácia do disparador, sendo a exposição repetida por três vezes, para que possíveis erros pudessem ser descartados. Calibrado o tempo de exposição (disparador do aparelho), calculou-se um segundo tempo de exposição para se obter uma densidade radiográfica própria para a leitura no densitômetro. Feito isso, posicionamos o detector de quilovoltagem odontológico sobre o cronômetro (Figura 3), de modo que o feixe central de raios X incidisse perpendicularmente, tanto ao detector de quilovoltagem quanto ao "timer", a uma distância de aproximadamente 20 cm da área focal/filme.

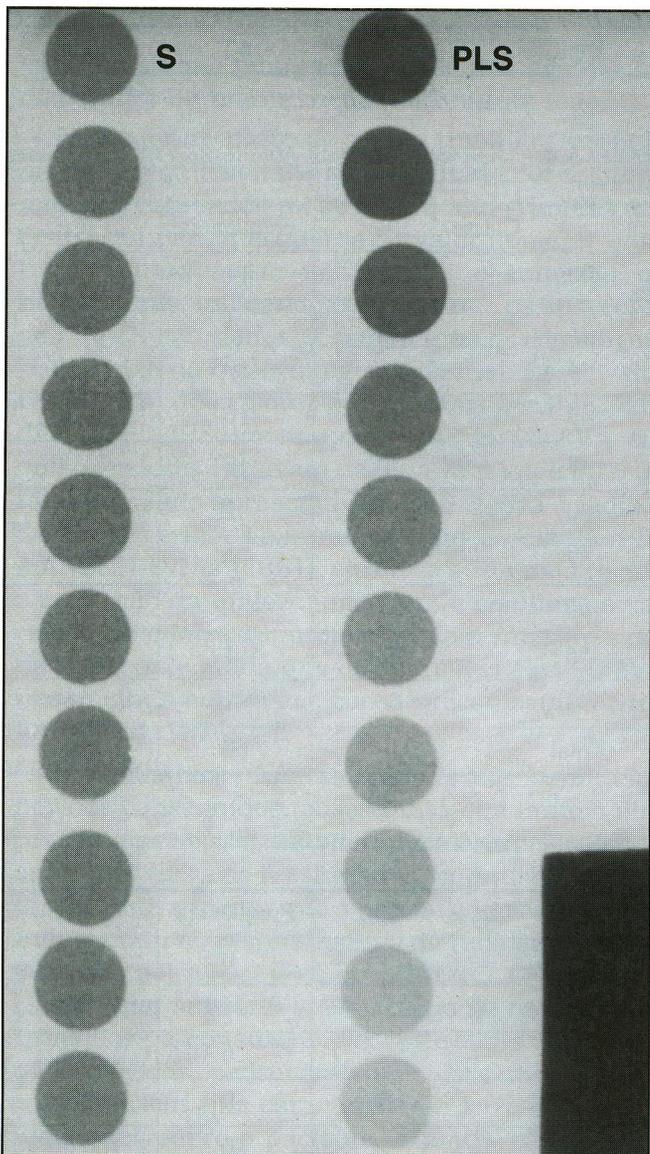


FIGURA 4 - Imagens no filme EP 21.

Após a sensibilização do filme e o seu processamento em banho Kodak pelo método temperatura-tempo, obtivemos as imagens no filme EP 21 (Figura 4). Com o auxílio do densitômetro, determinaram-se as densidades do filme que foram adequadas para leitura no densitômetro; levadas ao gráfico e por cálculos de interpolação, quando necessário, obteve-se a quilovoltagem real.

## RESULTADOS

Os valores de tempo de exposição e de quilovoltagem obtidos foram organizados em tabelas de distribuição de frequência.

Os dados relativos aos aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk, modelo X-10, constam nas Tabelas 1 e 2, e os dados relativos aos aparelhos Dabi Atlante, modelo Spectro II, correspondem às Tabelas 3 e 4. Os do modelo Trophy correspondem às Tabelas 5 e 6 e os do modelo Spectro 1070 correspondem às Tabelas 7 e 8.

## DISCUSSÃO

Nos resultados obtidos, notamos que os dados se distribuem em torno dos valores nominais, mas nem sempre de forma simétrica, e é difícil constatar nos histogramas que as distribuições dos tempos de exposição e quilovoltagem nos diferentes grupos de aparelhos são bastante distintas, com alguns dados concentrados em torno do valor nominal, mas outros com alto grau de dispersão para a direita ou para a esquerda desse valor.

TABELA 1 - Tempo de exposição Funk X-10 (nominal 2 segundos).

Classe		Frequência	%
1,25	— 1,50	1	2,78
1,50	— 1,75	1	2,78
1,75	— 2,00	2	5,55
2,00	— 2,25	8	22,22
2,25	— 2,50	12	33,33
2,50	— 2,75	5	13,89
2,75	— 3,00	5	13,89
3,00	— 3,25	1	2,78
3,25	— 3,50	1	2,78
Total		36	100,00

No que se refere ao tempo de exposição dos aparelhos de raios X estudados, modelo X-10 (Tabela 1 e Gráfico 1, histograma 1), verificamos uma dispersão maior para a direita do valor nominal, mostrando que 66,67% apresentaram um tempo real de exposição acima de 2,25 segundos e 22,22% dos aparelhos responderam com um tempo real de exposição igual ou aproximado ao tempo de exposição nominal de 2,0 segundos. Julgamos essa porcentagem bastante baixa em relação ao total de aparelhos estudados.

Outro detalhe observado foi que somente 11,11% dos aparelhos situaram-se abaixo do tempo de exposição nominal.

Esses resultados obtidos com os aparelhos de raios X modelo X-10 assemelham-se em muito aos apresentados por UPDEGRAVE *et al.*<sup>14</sup> (1959) quando estudaram a precisão dos marcadores de tempo dos aparelhos de raios X odontológicos.

Com referência aos três modelos da Dabi Atlante — Spectro II, Spectro 1070 e Trophy —, verificamos que existe uma concentração dos dados em torno do valor nominal com relação ao tempo de exposição, com uma pequena exceção ao modelo Spectro II (Tabela 3 e Gráfico 1, histograma 2), que nos conduz a uma relação com os trabalhos de ALVARES; FREITAS<sup>1</sup> (1967), para um tempo de exposição de 2,0 segundos, considerado mais aceitável, com variações quando se utilizavam tempos de exposição para mais e para menos, deixando nas

**TABELA 2** - Quilovoltagem Funk X-10 (nominal 60 kVp).

Classe	Frequência	%
42 — 44	1	2,78
44 — 46	3	8,34
46 — 48	4	11,12
48 — 50	2	5,55
50 — 52	6	16,67
52 — 54	8	22,22
54 — 56	6	16,67
56 — 58	2	5,55
58 — 60	2	5,55
60 — 62	2	5,55
Total	36	100,00

**TABELA 3** - Tempo de exposição Dabi Atlante Spectro II (nominal 2 segundos).

Classe	Frequência	%
1,50 — 1,75	2	3,28
1,75 — 2,00	26	42,62
2,00 — 2,25	31	50,82
2,25 — 2,50	0	0
2,50 — 2,75	0	0
2,75 — 3,00	1	1,64
3,00 — 3,25	1	1,64
3,25 — 3,50	0	0
3,50 — 3,75	0	0
Total	60	100,00

**TABELA 4** - Quilovoltagem Dabi Atlante Spectro II (nominal 50 kVp).

Classe	Frequência	%
40 — 42	14	23,33
42 — 44	4	6,67
44 — 46	10	16,67
46 — 48	16	26,66
48 — 50	12	20,00
50 — 52	2	3,33
52 — 54	0	0
54 — 56	0	0
56 — 58	1	1,67
58 — 60	1	1,67
Total	60	100,00

**TABELA 5** - Tempo de exposição Dabi Atlante Trophy (nominal 2 segundos).

Classe	Frequência	%
1,50 — 1,75	0	0
1,75 — 2,00	14	70,00
2,00 — 2,25	6	30,00
2,25 — 2,50	0	0
Total	20	100,00

**TABELA 6** - Quilovoltagem Dabi Atlante Trophy (nominal 50 kVp).

Classe			Frequência	%
40	—	42	3	16,67
42	—	44	1	5,55
44	—	46	5	27,78
46	—	48	3	16,67
48	—	50	3	16,67
50	—	52	2	11,11
52	—	54	1	5,55
Total			18	100,00

entrelinhas que talvez faltasse alguma aferição no disparador ou manutenção no conjunto todo.

Na segunda parte do nosso trabalho, verificamos que a quilovoltagem apresentada por todos os modelos estudados mostrou um alto grau de concentração para a esquerda do valor nominal, conforme comprovam as tabelas e também os histogramas, indicando com isso que os aparelhos de raios X estudados possuem uma quilovoltagem real abaixo da quilovoltagem nominal. Esses valores diferem dos valores encontrados por PREECE; JENSEN<sup>11</sup> (1983) com aparelhos com 70 kVp, em que os valores variavam de 62 a 77 kVp, e 20% do total estudado apresentavam kVp efetiva à indicada no aparelho. Lembramos aqui os estudos de MANSON-HING<sup>5</sup> (1961), em que o autor mostra que a oscilação da quilovoltagem pode resultar na variação do contraste, prejudicando a interpretação da imagem, e ainda que os aparelhos com 90 kVp dão melhor contraste, como preconizam OISHI; PARFITTI<sup>9</sup> (1976).

Para finalizar, fundamentados nos resultados por nós conseguidos, observamos que tanto a dispersão que ocorreu nos tempos de exposição dos aparelhos de raios X estudados, quanto a quilovoltagem efetiva menor que a preconizada certamente influenciam no resultado final da radiografia. Com isso, citamos as opiniões de PEIXOTO; FERREIRA<sup>10</sup> (1982), que sugerem a elaboração de normas técnicas para a construção dos aparelhos de raios X odontológicos, padronizando parâmetros elétricos e geométricos que caracterizem o feixe de raios X incidentes sobre o paciente. E ainda, as opiniões de MONSOUR *et al.*<sup>8</sup> (1988), que realizaram um

**TABELA 7** - Tempo de exposição Dabi Atlante Spectro 1070 (nominal 2 segundos).

Classe			Frequência	%
1,25	—	1,50	0	0
1,50	—	1,75	1	10,00
1,75	—	2,00	8	80,00
2,00	—	2,25	1	10,00
2,25	—	2,50	0	0
Total			10	100,00

**TABELA 8** - Quilovoltagem Dabi Atlante Spectro 1070 (nominal 70 kVp).

Classe			Frequência	%
54	—	56	1	10,00
56	—	58	1	10,00
58	—	60	2	20,00
60	—	62	3	30,00
62	—	64	2	20,00
64	—	66	0	0
66	—	68	0	0
68	—	70	1	10,00
Total			10	100,00

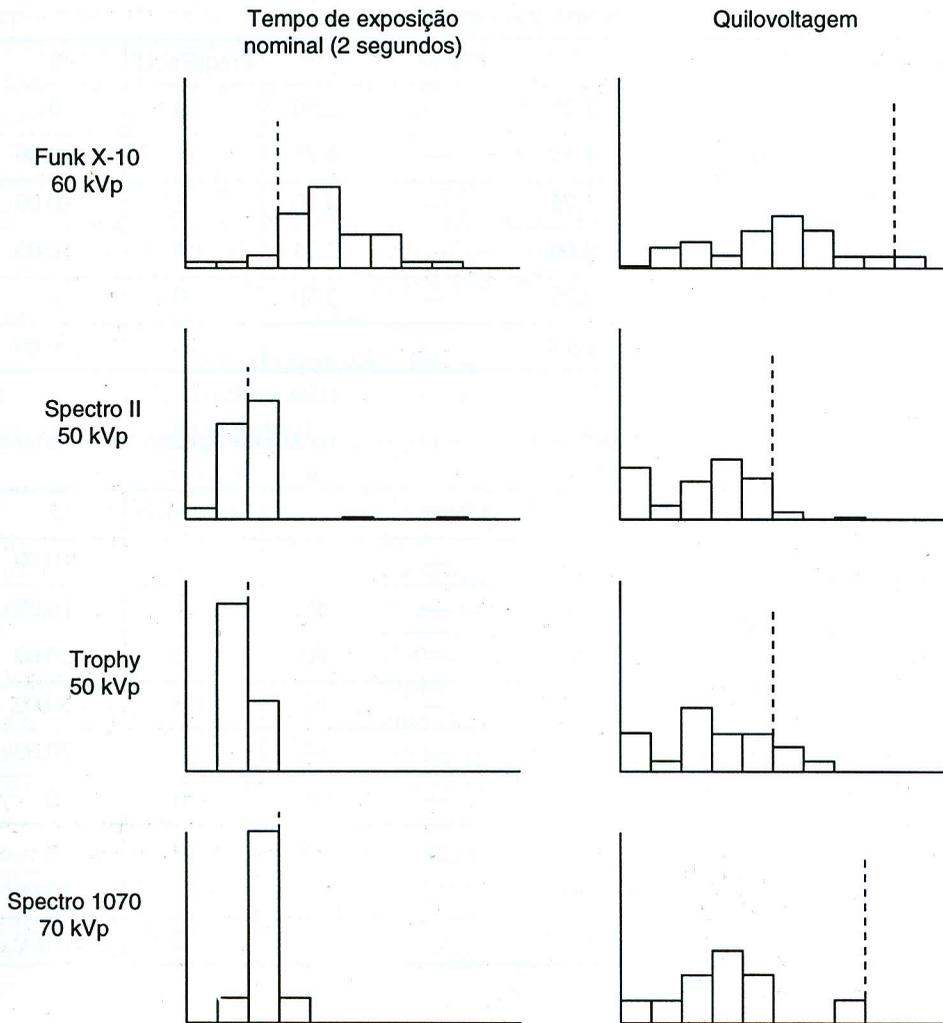
trabalho na Austrália em 1988 e concluíram que somente 25% dos aparelhos estudados eram regularmente ajustados, mas que a inspeção desses aparelhos realizada pelas autoridades da saúde era muito inconstante, o que resultava na sua descalibração com o passar do tempo.

O problema maior, em nosso meio, é que as normas técnicas ainda não foram publicadas e talvez nunca o serão e, com referência à inspeção dos aparelhos de raios X odontológicos, torna-se muito difícil qualquer comentário, haja vista que nada existe de substancial em todo o território nacional.

## CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados obtidos na discussão permite-nos concluir que:

1. Os aparelhos da marca Funk, modelo X-10, tiveram um desempenho instável quando com-



**GRÁFICO 1** - Histogramas do tempo de exposição e da quilovoltagem nominal.

parados o tempo de exposição real e o tempo de exposição nominal, mostrando uma maior incidência para os tempos superiores a 2,25 segundos.

2. Os aparelhos da marca Dabi Atlante, modelo Spectro II, Trophy e Spectro 1070, mostraram um desempenho mais estável do tempo de exposição nominal, pois houve uma maior concentração dos resultados em torno do valor nominal.
3. Para o estudo da quilovoltagem nominal em todos os modelos estudados, houve uma quilovoltagem efetivamente menor que a nominal,

com isso mostrando um desempenho aquém do esperado nos aparelhos de raios X odontológicos pesquisados.

4. Os valores discrepantes obtidos tanto para o tempo de exposição quanto para a quilovoltagem sugerem, para os aparelhos de raios X odontológicos da marca Funk e Dabi Atlante, a necessidade de uma verificação técnica em todo o conjunto e, após isso, a manutenção periódica por técnicos especializados ou credenciados pelos fabricantes.

BOSCOLO, F. N. *et al.* A contribution to the study of nominal kilovoltage preconized and time of exposure for different models of dental X-ray machines. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 11, p. 43-49, 1997. Suplemento.

This study intended to assess the performance of dental X-ray machines as regards time of exposure and kilovoltage with an analysis of 127 X-ray machines sold by Funk and Dabi Atlante in the South of Minas Gerais State. The values obtained, both time of exposure and kilovoltage for each model of X-ray machine studied, were organized into frequency distribution tables and presented in histograms. Results obtained, once processed, were indicative of an exposure time performance that was unsatisfactory for Funk Model X-10, whereas the Dabi Atlante machines Models Spectro II, Trophy, and Spectro 1070, proved satisfactory as to performance in a comparison of real exposure and nominal exposure times. We examined the nominal kilovoltage of these same machines and, as a whole, they showed lesser kilovoltage than that preconized, indicative of performance short of that expected. Professionals are advised of the need for periodic maintenance in order to remedy the deficiencies presented by the machines, at least in part.

UNITERMS: Frequency; Radiation; Time of exposure.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVARES, L. C.; FREITAS, J. A. S. Da imprecisão dos marcadores de tempo em aparelhos de RX odontológicos. **Rev Fac Odontol Univ São Paulo**, v. 5, n. 3, p. 275-284, 1967.
2. CURBY, W. A.; WUEHRMANN, A. H. Utilization of constant exposure factors for intraoral roentgenographic studies. **J Dent Res**, v. 32, n. 6, p. 790-795, 1953.
3. FLETCHER, J. C. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films using manual and automatic processing solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 63, n. 1, p. 94-102, 1987.
4. GOSS, K. The dental exposure normalization. Technique (Dent) program in Alberta. **J Can Dent Assoc**, v. 51, n. 5, p. 361-364, 1985.
5. MANSON-HING, L. R. An investigation of the roentgenographic contrast of enamel, dentine, and aluminium. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 14, n. 12, p. 1456-1471, 1961.
6. MANSON-HING, L. R. Kilovolt peak and visibility of lamina dura breaks. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 31, n. 2, p. 268-273, 1971.
7. MELO, M. F. B. *et al.* Condições de utilização dos aparelhos de raios X e medidas de prevenção das radiações X, por cirurgiões-dentistas na cidade de São Paulo. **Rev Fac Odontol Univ São Paulo**, v. 23, n. 2, p. 89-105, 1985.
8. MONSOUR, P. A. *et al.* X-ray equipment used by general dental practitioners in Australia. **Aust Dent J**, v. 33, n. 2, p. 81-86, 1988.
9. OISHI, T. T.; PARFITT, G. J. Effects of varying peak kilovoltage and filtration on diagnostic dental radiographs. **J Can Dent Assoc**, v. 42, n. 9, p. 449-452, 1976.
10. PEIXOTO, J. E.; FERREIRA, R. S. Resultados do programa postal de avaliação de exposições em Radiologia Oral na Área do Rio de Janeiro. **Odontol Mod**, v. 9, n. 3, p. 23-30, 1982.
11. PREECE, J. W.; JENSEN, C. W. Variations in film exposure, effective kVp, and HVL among thirty-five dental x-ray units. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 56, n. 6, p. 655-661, 1983.
12. SPANGENBERG Jr., H. D.; POOL, M. L. A 65 or a 90 kilovolt x-ray machine? **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 13, n. 5, p. 552-565, 1960.
13. SVENSON, B. *et al.* Accuracy of radiographic caries diagnosis at different kilovoltages and two film speeds. **Swed Dent J**, v. 9, n. 1, p. 37-43, 1985.
14. UPDEGRAVE, W. J. *et al.* Accuracy of x-ray timers. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 12, n. 6, p. 717-722, 1959.
15. WUEHRMANN, A. H.; CURBY, W. A. Radiopacity of oral structures as a basis for selecting optimum kilovoltage for intraoral roentgenograms. **J Dent Res**, v. 31, n. 1, p. 27-32, 1952.
16. WUEHRMANN, A. H.; MANLY, R. S. Relation between x-ray tube potential and diagnostic value of dental x-ray film. **J Dent Res**, v. 29, n. 5, p. 699, 1950.

Recebido para publicação em 12/08/96  
Aceito para publicação em 23/06/97