

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DOS MARCADORES DE TEMPO DE EXPOSIÇÃO DOS APARELHOS DE RAIOS X ODONTOLÓGICOS

Gilberto Aparecido COCLETE*
Ary de CARVALHO*

- **RESUMO:** Foram testados 32 aparelhos de raios X odontológicos de marcas nacionais e estrangeiras, a fim de serem determinadas as porcentagens de erros de seus marcadores de tempo, em função de vários tempos de exposições.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Radiografia dentária; aparelhos odontológicos, padronização.

Introdução

Desde a descoberta e conseqüente uso dos raios X em diagnóstico, os filmes radiográficos foram sendo aperfeiçoados de forma a obtermos radiografias cada vez mais perfeitas com menores tempos de exposição.

Embora as películas de que dispomos hoje em dia sejam de alta sensibilidade, nem por isso perderam seu poder de definição. Esse fato vem aos encontro dos anseios dos profissionais, no que diz respeito à proteção de seus pacientes e a de si próprios, contra os efeitos biológicos dos raios X.

Um dos meios para se conseguir essa proteção é o uso de películas rápidas, que necessitam de menor tempo de exposição aos raios X. Entretanto, esse meio de proteção parece não ser bem aproveitado por alguns profissionais, que deveriam atentar para as vantagens advindas da alta sensibilidade dos filmes, usando tempos de exposições menores e compatíveis com a velocidade dos mesmos.

Os excessos de exposição, além de irradiar desnecessariamente os pacientes, têm levado à obtenção de radiografias de má qualidade, pelo embaçamento causado pela radiação secundária.

* Departamento de Diagnóstico e Cirurgia – Faculdade de Odontologia – UNESP – CEP 16015-050 – Araçatuba – SP.

Com a finalidade de determinar o tempo exato em que o objeto e o filme devam ficar expostos aos raios X, os aparelhos são providos de mecanismos, que são os marcadores de tempo de exposição ou cronorruptores. Esses marcadores, quando acionados, permitem que durante frações de segundos a ampola do aparelho seja alimentada pela corrente de alta tensão, com conseqüente produção de raios X.

Existem dois tipos de marcadores de tempo: os mais antigos, que funcionam mecanicamente, e os mais modernos, que são elétricos ou eletrônicos. A precisão desses marcadores de tempo varia de 1/4 a 1/30 de segundo, na ordem citada.⁸

Os marcadores de tempo de exposição mecânicos são os mais susceptíveis de sofrerem uma desregulação, visto serem compostos por mecanismo de relógio, acionado por mola de aço. Além disso, são imprecisos, impróprios para trabalharem com filmes rápidos.¹

Os marcadores de tempo eletrônicos funcionam por intermédio dos *trim-pot* de saída, que ajustam a corrente que alimenta o circuito do *timer* do aparelho de raios X. São mais precisos do que os mecânicos, embora passíveis de sofrerem desregulações, por excesso de uso, o que causa desgaste do conjunto de peças que os constituem. Embora os aparelhos de raios X com marcadores de tempo mecânicos e eletrônicos saiam das fábricas aferidos, é comum notar-se a discrepância de densidade de radiografias, quando se usa dois ou mais aparelhos, com os mesmos fatores radiográficos e de processamento. Esse fato pode ser observado em clínica onde se trabalha concomitantemente com vários aparelhos radiográficos. Ainda que a variação de eficiência dos aparelhos possa ser responsável por esse fato,⁸ é verdade também que os marcadores de tempo desregulados são grandemente culpados pelas discrepâncias citadas.

Para um bom aproveitamento da alta sensibilidade dos filmes radiográficos, quanto à proteção do paciente, operador e pessoal auxiliar, assim como para se conseguir radiografias de boa qualidade, devem ser usados marcadores de tempo de exposição bem aferidos.

Marcadores de tempo têm sido construídos de modo a marcarem o tempo de exposição em intervalos de frações de segundos ou usando a unidade de exposição em impulsos. Atualmente o American National Standard for Exposure Time Designations for Timers of Dental X-ray Machines² indica a unidade de exposição em impulsos e define o impulso como 1/n de segundo com uma corrente alternada de n ciclos. Assim, o impulso é de 1/60 de segundo com uma corrente alternada de 60 ciclos. A norma requer designações de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 38, 48, 60, 75, 96, 120, 150, 190, 240 e 300 para os impulsos. Quaisquer desses números colocados sobre 60 (por exemplo 10/60 ou 48/60) indica o tempo de exposição em segundos.⁸

A corrente elétrica que alimenta os tubos de raios X alterna sua polaridade, o que faz com que sejam emitidos 60 impulsos por segundo. Os aparelhos de raios X dentais, sendo autorretificadores, prestam-se a uma avaliação de seus próprios marcadores de tempo de exposição.

Material e métodos

O método proposto na presente pesquisa resume-se em fazer incidir por intermédio de 32 aparelhos de raios X odontológicos, sendo 28 nacionais das marcas Dabi-Atlante-Spectro II e Funk x-10 e 4 importados das marcas General Electric – GE-700 e Philips – Oralix, feixes de raios X de 0,5 milímetro de diâmetro sobre filmes em movimento, conseguindo-se, dessa forma, pontos escuros sobre as películas. O número de marcas deixadas no filme processado, dividido por 60, que corresponde à ciclagem da corrente elétrica alternada usada, fornecerá o tempo, em segundos, da irradiação pelo tubo, conforme o preconizado por Alvares & Freitas.¹

Para o teste de marcador de tempo de exposição, foram feitas quatro exposições, por um mesmo aparelho de raios X; a primeira com 12 impulsos, a segunda com 30 impulsos, a terceira com 60 impulsos e a quarta com 90 impulsos de exposição, sobre um mesmo filme oclusal, em movimento. Para isso, foi usado um toca-discos, diminuindo-se a rotação de seu motor, de 33 para 30 rpm.

Sobre o prato deste aparelho foi adaptado um suporte de madeira que permitiu manter preso o filme oclusal. A 1 centímetro acima e paralelo ao filme, foi colocada uma placa de chumbo de 10x10 centímetro, com 2 milímetros de espessura e 4 orifícios de 0,5 milímetro de diâmetro, distantes 3 milímetros um do outro sobre um raio imaginário que, partindo do centro da placa, atingiria seu bordo externo (Figura 1).

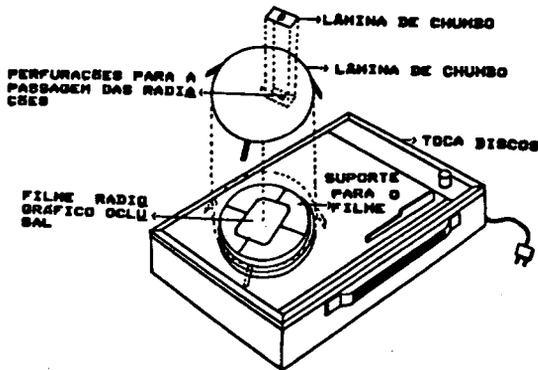


FIGURA 1 – Toca-discos adaptado para a realização dos testes de marcador de tempo de exposição.

Para cada quatro exposições, com os tempos em impulsos, predeterminados, foi usado um filme preso sobre a placa de madeira. Cada exposição foi feita com o filme em movimento, através de um dos orifícios, tendo-se tido o cuidado de fechar os outros três com lâminas de chumbo de 2 milímetros de espessura. As incidências de raios X foram feitas aproximando-se o localizador até a uma distância de 1 centímetro da placa de chumbo.

A quantidade de marcas deixadas nos filmes após seus processamentos correspondeu ao número de impulsos emitidos pelo aparelho. Sabendo-se que em cada segundo o mesmo emite 60 impulsos e dividindo-se o número de marcas por 60, foi obtido o tempo aproximado de emissão dos raios X para cada exposição, dada a variação da ciclagem da corrente comercial de 1 a 2% no máximo.¹ As Figuras 2 e 2A mostram dois filmes radiográficos oclusais expostos à radiação X, onde pode ser notado o número de marcas em função dos impulsos.

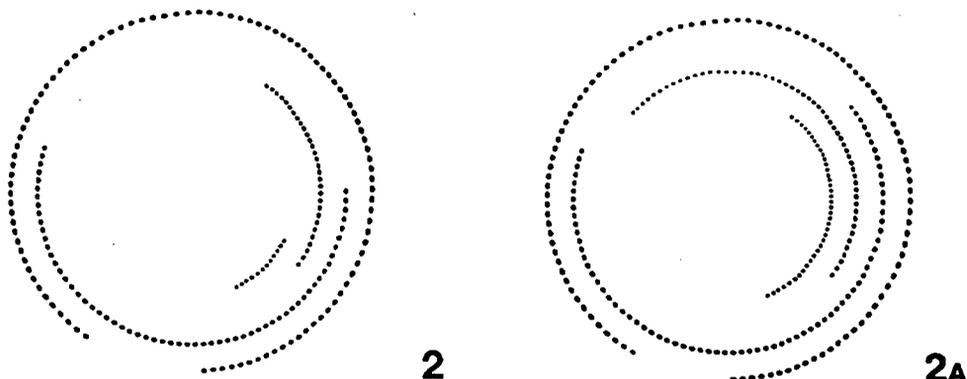


FIGURA 2 - Fotografia do filme exposto à radiação X, usando-se 12, 30, 60 e 90 impulsos. Os números de marcas coincidem com o número de impulsos.

FIGURA 2A - Fotografia do filme exposto à radiação X, usando-se 12, 30, 60 e 90 impulsos. Os números de marcas não coincidem com o número de impulsos.

Os resultados obtidos pelo teste dos marcadores de tempo de exposição, dos 32 aparelhos de raios X, foram tabelados e determinadas as diferenças entre os números de impulsos requeridos e os números de marcas obtidas (Tabela 1), assim como os erros percentuais (Tabela 2) para as quatro exposições, ou sejam, 12, 30, 60 e 90 impulsos.

Resultados

Os resultados obtidos pela exposição dos raios X, usando-se os 32 aparelhos de raios X odontológicos em uso na Faculdade de Odontologia do Câmpus de Araçatuba, UNESP, são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Número de marcas obtidas em função do número de impulsos requeridos

Aparelho de raios X	Tipo de Disparador	12 Imp.	30 Imp.	60 Imp.	90 Imp.
		Marcas	Marcas	Marcas	Marcas
1 *	Eletrônico	27	46	79	121
2 *	Eletrônico	45	64	160	180
3 *	Eletrônico	41	76	90	125
4 *	Eletrônico	28	47	87	104
5 *	Eletrônico	3	21	56	78
6 *	Eletrônico	30	65	111	149
7 *	Eletrônico	19	35	67	100
8 **	Eletrônico	12	30	62	95
9 **	Eletrônico	12	29	60	90
10 *	Eletrônico	4	21	53	77
11 *	Eletrônico	4	21	53	76
12 *	Eletrônico	14	27	64	101
13 *	Eletrônico	5	21	51	6
14 *	Eletrônico	5	22	55	77
15 *	Eletrônico	47	89	56	162
16 *	Eletrônico	29	68	98	131
17 **	Mecânico	12	30	59	89
18 *	Eletrônico	10	22	56	80
19 *	Eletrônico	39	54	74	103
20 *	Eletrônico	5	21	54	75
21 **	Mecânico	9	27	57	88
22 *	Eletrônico	5	21	53	76
23 *	Eletrônico	4	21	54	79
24 *	Eletrônico	6	22	57	91
25 *	Eletrônico	28	66	108	124
26 *	Eletrônico	4	21	51	76
27 *	Eletrônico	33	55	106	160
28 *	Eletrônico	28	49	84	108
29 *	Eletrônico	6	22	56	80
30 *	Eletrônico	7	23	56	79
31 *	Eletrônico	18	34	74	104
32 *	Eletrônico	5	23	57	80

* nacional

** importado

Para a confecção da Tabela 1 foram levados em conta o número do aparelho de raios X, procedência, tipo de disparador e o número de marcas obtidas em função do tempo de exposição requerido.

Na Tabela 2, constam o número do aparelho de raios X, a diferença entre marcas obtidas e impulsos requeridos e os erros em porcentagens, comparando-se os impulsos requeridos e o número de marcas obtidas.

Tabela 2 – Diferença entre o número de impulsos requeridos e o número de marcas obtidas – Percentual de erros

Aparelho de raios X	12 Impulsos		30 Impulsos		60 Impulsos		90 Impulsos	
	marcas	% erros						
1	15	125	16	53	19	32	31	34
2	33	275	34	113	100	167	90	100
3	29	242	46	153	30	50	35	39
4	16	133	17	57	27	45	14	16
5	-9	-75	-9	-30	-4	-7	-12	-13
6	18	150	35	117	51	85	59	66
7	7	58	5	17	7	12	10	11
8	0	0	0	0	2	3	5	6
9	0	0	-1	-3	0	0	0	0
10	-8	-67	-9	-30	-7	-12	-13	-14
11	-8	-67	-9	-30	-7	-12	-14	-16
12	2	17	-3	-10	4	7	11	12
13	-7	-58	-9	-30	-9	-15	-14	-16
14	-7	-58	-8	-27	-5	-8	-13	-14
15	35	292	59	197	-4	7	72	80
16	17	142	38	127	38	63	41	46
17	0	0	0	0	-1	2	-1	-1
18	-2	-17	-8	-27	-4	-7	-10	-11
19	27	225	24	80	14	23	13	14
20	-7	-58	-9	-30	-6	-10	-15	-17
21	-3	-25	-3	-10	-3	-5	-2	-2
22	-7	-58	-9	-30	-7	-12	-14	-16
23	-8	-67	-9	-30	-6	-10	-11	-12
24	-6	-50	-8	-27	-3	-5	1	1
25	16	133	36	120	48	80	34	38
26	-8	-67	-9	-30	-9	-15	-14	-16
27	21	175	25	83	46	77	70	78
28	16	133	19	63	24	40	18	20
29	-6	-50	-8	-27	-4	-7	-10	-11
30	-5	-42	-7	-23	-4	-7	-11	-12
31	6	50	4	13	14	23	14	16
32	-7	-58	-7	23	-3	-5	-10	-11

Discussão

Os resultados obtidos na presente pesquisa mostram claramente que os marcadores de tempo de três aparelhos de procedências estrangeiras de números 8, 9 e 17 estão bem aferidos. O número de marcas deixadas nos filmes radiográficos se aproximam bem do número de impulsos ajustados antes das exposições. Já os aparelhos de procedências nacionais, apresentam as mais variadas discrepâncias entre os números de marcas deixadas nos filmes e as exposições requeridas, evidenciando claramente a falta de aferição de seus marcadores de tempo de exposição (Tabela 1). Para 12 impulsos, correspondentes a 0,2 segundo de exposição, o filme radiográfico deveria registrar 12 marcas; para 30 impulsos, correspondentes a 0,5 segundo de exposição 30 marcas; para 60 impulsos, correspondentes a 1,0 segundo, 60 marcas, e para 90 impulsos, correspondentes a 1,5 segundos, no filme radiográfico deveriam ser registradas 90 marcas.

Os cronorruptores que tiveram um melhor desempenho foram aqueles pertencentes aos três aparelhos de raios X de números 8, 9 e 17. O aparelho número 8 apresentou uma diferença de 2 impulsos para mais, entre os 60 requeridos e os 62 obtidos, com erro de 3,3% e uma diferença de 5 impulsos para mais, entre os 90 impulsos requeridos e os 95 obtidos, erro esse de 5,5%. O aparelho número 9 apresentou uma diferença de 1 impulso para menos, entre os 30 impulsos requeridos e os 29 obtidos, erro esse de 3,3%. O aparelho número 17 apresentou uma diferença de 1 impulso para menos, entre os 60 impulsos requeridos e os 59 obtidos, erro de 1,6% e uma diferença de 1 impulso para menos entre os 90 requeridos e os 89 obtidos, erro de 1,1%.

Essas diferenças foram evidenciadas pelas marcas obtidas nos filmes irradiados.

Sabendo-se que a precisão desses marcadores de tempo mecânicos e eletrônicos variam de 1/4 a 1/30 de segundo, respectivamente,⁸ podemos imputar esses mínimos erros a fatores intrínsecos e considerá-los dentro dos parâmetros normais.

O que nos chama a atenção é a precisão do marcador de tempo do aparelho número 17, mecânico, composto por mecanismo de relógio e que seria susceptível à mais fácil desregulagem. Talvez isso se deva ao material empregado na confecção desse cronorruputor e ao fato de ser fabricado por indústria estrangeira.

Como os três aparelhos de números 8, 9 e 17, de procedências estrangeiras, também exibiram erros dentro das variações preconizadas por Wuehrmann & Manson Hing,⁸ esses fatos vêm ratificar a valorização que imputamos aos produtos estrangeiros. Os aparelhos de marcas nacionais, neste trabalho representado pelos seus marcadores de tempo de exposição, todos eletrônicos, tiveram um péssimo desempenho. As porcentagens de erros variam de 1 a 292%. Embora não tenham sido considerados a idade e uso dos aparelhos de raios X, os nacionais, quer com pouco ou muito uso, apresentaram grandes erros (Tabelas 1 e 2).

Provavelmente a imprecisão dos marcadores de tempo dos aparelhos radiográficos de fabricação nacional testados se deva à alta tolerância dos componentes eletrônicos do circuito do *timer*. Já os componentes eletrônicos dos aparelhos importados testados apresentam baixa tolerância, sendo mais precisos, com margem de erros bem menores.

Acrescente-se a isso, talvez, a falta de uma melhor aferição dos marcadores de tempo, e de um melhor controle de qualidade.

Nos dias de hoje, em que muito se enfatiza a importância dos meios de proteção contra os efeitos danosos das radiações artificiais, espera-se que os profissionais da área da saúde, cada vez mais, tomem consciência do perigo dessas radiações. De nada adiantará o esforço dos fabricantes em aumentar a velocidade ou sensibilidade dos filmes radiográficos, assim como a das placas intensificadoras usadas com os filmes extra-orais, se os profissionais interessados em se proteger e aos seus pacientes, aproveitando as vantagens advindas dessas altas sensibilidades, não atentarem para esses problemas.

A explicação para o uso de grandes exposições pode estar no método inadequado de processamento do filme radiográfico. Esse processamento inadequado compreende tanto o tempo insuficiente de revelação e fixação do filme quanto ao uso de substâncias químicas enfraquecidas.⁷

Não raro, existem profissionais que exageram deliberadamente no tempo de exposição requerido para uma tomada radiográfica, com a única finalidade de abreviar o tempo de processamento, ou fazerem um uso por mais tempo dos líquidos processadores.

Em pesquisa realizada por Silva Jr.,⁷ em que o citado autor preconiza o uso de menor tempo de exposição e conseqüente maior tempo de revelação, os resultados mostram que é possível a obtenção de radiografias boas, com menor exposição do paciente, objetivo principal de qualquer programa de proteção radiológica.

Quase sem exceção, as recomendações feitas com o objetivo de reduzir a exposição desnecessária ao paciente resultarão na produção de radiografias de qualidade superior e na eliminação da exposição desnecessária do próprio operador.⁶

Outros profissionais procuram usar tempos de exposição sempre compatíveis com a velocidade dos filmes usados. Entretanto, são muitas vezes traídos pelo mal funcionamento dos marcadores de tempo. Um aparelho de raios X em má condição de funcionamento invalida todas as normas técnicas preconizadas para uma boa proteção dos profissionais, pessoal auxiliar e pacientes.⁴

Uma das normas de proteção ao paciente, apontada por Oliveira & Tannous,⁵ e Gomes & Gomes,³ compreende a verificação do marcador de tempo de exposição, a fim de ser constatada a sua perfeita aferição.

Uma outra medida provisória, que julgamos válida, seria a da realização de alguns testes pelos profissionais para determinar, em seus aparelhos de raios X, o menor tempo de exposição que pudesse produzir radiografias boas. Para isso, teria o

profissional que realizar uma série de tomadas radiográficas usando tempos de exposição sucessivamente menores e compensando-os, com maiores tempos de revelação, como preconiza Silva Júnior.⁷

A fim de sanar muitos problemas, necessário se torna uma revisão periódica dos aparelhos de raios X, como prevenção, principalmente ao mal funcionamento de seus marcadores de tempo de exposição, vazamentos de radiações e outros defeitos.

Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem-nos concluir que:

1) de todos os aparelhos de raios X testados, aqueles produzidos pela indústria nacional não tiveram um bom desempenho, evidenciando um mal funcionamento de seus cronorruptores; e

2) os marcadores de tempo dos aparelhos de raios X de procedências estrangeiras responderam adequadamente às especificações estabelecidas por seus fabricantes.

COCLETE, G. A., CARVALHO, A. de. Evaluation of the time exposition precision markings of dental x-ray machines. *Rev. Odontol. UNESP*. São Paulo, v. 23, n. 1, p. 149-158, 1994.

- **ABSTRACT:** *Thirty-two Dental X-ray machines were tested to determine the changes in errors of their timers during several periods of exposition.*
- **KEYWORDS:** *Radiography, dental; dental equipment, standards.*

Referências bibliográficas

1. ALVARES, L. C., FREITAS, J. A. S. Da imprecisão dos marcadores de tempo em aparelhos de raios X odontológicos. *Rev. Fac. Odontol. USP*, v. 5, p. 275-84, 1967.
2. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. The American National Standard for Exposure Time Designations for Timers of Dental X-ray machines. Apud WUEHRMANN, A. H., MANSON-HING, L. R. *Dental radiology*. St. Louis: Mosby, 1981. p. 10.
3. GOMES, R. O., GOMES, R. D. A radiologia na odontologia – efeitos biológicos e medidas de proteção. *Rev. Bras. Odontol.*, v. 40, p. 7-11, 1983.
4. MARQUES JÚNIOR., A., FONTOURA, H. E., SOUTO, S. L. L. Avaliações das barreiras à radiação X. *RGO*, v. 39, p. 273-5, 1991.

5. OLIVEIRA, M. A. M., TANNOUS, L. A. Radiações X – proteção paciente operador. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v. 30, p. 15-8, 1976.
6. PEIXOTO, J. E., FERREIRA, R. S. Resultados do programa postal de avaliação da exposição em radiologia oral na área do Rio de Janeiro. *Odontol. Moderno*, v. 9, p. 23-30, 1982.
7. SILVA JÚNIOR., A. R. *Higiene das radiações: redução da irradiação dos raios X recebida pelo paciente por meio da diminuição do tempo de exposição e o aumento do tempo de revelação*. Ribeirão Preto, 1984. Dissertação (Especialização em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
8. WUEHRMANN, A. H., MANSON-HING, L. R. *Radiologia dentária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. 508p.

Recebido em 17.5.1993.