

Comparação das Densidades Ótica e Radiográfica, Analisadas pelo Fotodensitômetro MRA e pelo Sistema Digital Digora*

Gilberto Aparecido COCLETE^a, Orivaldo TAVANO^b, Ângelo José PAVAN^c

^a*Departamento de Patologia e Propedêutica Clínica, Faculdade de Odontologia, UNESP
16015-050 Araçatuba - SP*

^b*Departamento de Estomatologia, Faculdade de Odontologia, USP
17012-901 Bauru - SP*

^c*Faculdade de Odontologia de Maringá - UEM*

COCLETE, G.A., TAVANO, O., PAVAN, A.J.. A comparison of optical and radiographic densities, analyzed by MRA photodensitometer and digora digital system. **Rev. Odontol. UNESP**, v. 32, n. 2, p. 93-98, jul./dez., 2003.

Resumo: O presente trabalho analisou a utilização da Densidade Radiográfica (DR) e das Densidades Radiográficas invertidas (DRi) como substitutas das Densidades Óticas (DO). Tiras de filmes extrabucais XK-1 foram expostas no sensitômetro MRA e processadas em soluções RP X-OMAT da Kodak, na processadora DU PONT T-4, na temperatura de 34 °C. Para avaliar a DO utilizou-se o fotodensitômetro MRA e para a avaliação das Densidades Radiográficas escaneou-se as tiras de filmes. O software Digora for Windows 1.51 forneceu os dados que puderam ser comparados para avaliação da solução de processamento radiográfico quanto a atividade, uso e degradação. Os resultados mostraram que a DO teve maior número de processamentos superiores à média, e a DR e a DRi revelaram que, em todas as temperaturas, os processamentos apresentaram um equilíbrio de resultados. Concluiu-se que os resultados da DO, DR e DRi foram semelhantes na temperatura estudada, apresentando, em alguns casos, processamentos com valores menores caracterizando a degradação da solução ou mais altas quando a solução era mais nova. Verificou-se que, as leituras das tiras densitométricas pelo fotodensitômetro podem ser substituídas com vantagens pelas leituras digitalizadas.

Palavras-Chave: *Radiografia dentária digital; densidade radiográfica; controle de qualidade.*

Abstract: The present study analyzed the utilization of radiographic density (RD) and inverted radiographic density (IRD), as a substitute for optical densities (OD). Extrabuccal XK-1 film strips, were exposed at the MRA sensitometer and processed in Kodak's RP X-Omat solutions, in the Dupont T-4 processor, at the temperature of 34 °C. The MRA photodensitometer was used to evaluate the OD, and for radiographic densities evaluation, the film strips were scanned. Software Digora for Windows 1.51 provided the data that could be compared with the evaluation of radiographic processing solutions (their activity, use and degradation). The results showed that OD had greater number of processings superior to the average, and RD and IRD revealed that in all temperatures, the processings presented an equilibrium of results. It was concluded that OD, RD and IRD were similar in the temperature studied, presenting in some cases, processings with smaller values, thus characterizing solution degradation; or higher when the solution was newer. It was still verified that, the densitometric readings by the photodensitometer may be substituted with advantages by digitized readings being the greatest advantage of this substitution, the obtainment of RD and IRD data in an objective, fast way of direct comparison with data bases due to facility of computerized files.

Keywords: *Radiography dental digital; radiographic density; quality control; processing.*

* Resumo da Tese de Doutorado em Diagnóstico Bucal, Faculdade de Odontologia, USP, 17012-901 Bauru - SP

Introdução

Para que a radiografia forneça bom detalhe, densidade e contraste adequados para o diagnóstico, além de condições para arquivar, é necessário que apresente boa qualidade.^{5,8} A perda da efetividade das soluções processadoras acarretará na perda da qualidade, portanto, nesse momento, é recomendada a troca ou mesmo a adição de soluções reforçadoras que irão regenerar sua atividade química.^{1,2}

O processamento automático, a cada dia, vem se tornando mais viável às clínicas odontológicas, sendo necessário que cada vez mais seja estudado esse tipo de processamento para que os cirurgiões dentistas e médicos tenham condições de uma forma simples e rápida de controlar a qualidade radiográfica.^{4,6,7}

A imagem radiográfica é formada por diferentes tons de cinza. Se se considerar uma escala numérica em que cada tom corresponda a um número (um nível de cinza), quanto mais claro maior o número que o representa. A imagem digital analisa 256 tons de cinza, denominados de Densidade Radiográfica (DR), podendo com isso avaliar a capacidade que a solução processadora tem de formar imagens.

O programa Digora (Soredex Orion Corporation; Finland), baseado no sistema de placa fósforo ativado para captura de imagens e manipulação das mesmas com rapidez de processamento e arquivo de dados, tem sido muito útil para as pesquisas experimentais e clínicas. Salienta-se que, neste trabalho, foi usado apenas o seu Software (Digora for Windows 1.51) para medir a DR (níveis de cinza) após a produção de tiras densitométricas pelo sensitômetro MRA (Figura 1), processadas na processadora automática e digitalizadas pelo escaner Scanjet 4C/T.

Rodrigues e Tavano⁹, em 1994, realizaram testes com tiras de filmes extrabucais XK1 (azul) e TMS (verde), em um sensitômetro, para avaliar a Densidade Ótica (DO). Utilizaram para isso dois sensitômetros, o IDIM e o MRA, e as tiras foram processadas automaticamente na processadora automática DU PONT CRONEX T4 nas temperaturas de 27° a 34°C. Foi utilizado revelador e fixador RP X-OMAT (processamento rápido), fabricados pela Kodak Brasileira Comércio e Indústria Ltda. O processamento radiográfico foi padronizado com manutenção uniforme dos tempos de revelação, fixação e lavagem, bem como da temperatura. Concluíram que, na temperatura de 34°C, as soluções são mais eficientes para esse tipo de processamento, proporcionando melhores resultados.

Dentre as vantagens da imagem digital sobre a radiografia tradicional, tem-se o arquivo, a transmissão, as intensificações das imagens, a redução do tempo de exposição dos pacientes à radiação X e a possibilidade de análise cefalométrica automatizada. Com tudo isso, no futuro, as radiografias convencionais se tornarão obsoletas e serão substituídas pelas imagens digitais, como afirmaram Forsyth et al.⁵ (1996).

Segundo Brooks e Miles³, em 1993, os tamanhos típicos de matriz e a variação da escala de cinza são de 256 × 256 ou 512 × 512 pixels com 256 níveis de cinza. O computador pode comparar pixel a pixel, identificando com isso a diferença entre eles quanto à densidade. Alguns usos desse tipo de informação incluem determinação da progressão da doença por mais tempo e avaliam o êxito do tratamento endodôntico ou periodontal.

Nesta pesquisa, foram utilizadas as soluções processadoras RP X-Omat da Kodak, sensibilizadas padronizadamente à luz por um sensitômetro (MRA), e, em seguida, medidas as Densidades Óticas das radiografias pelo fotodensitômetro MRA e as Densidades Radiográficas pelo sistema Digora após a digitalização das tiras sensitométricas a fim de:

- verificar a capacidade da Densidade Radiográfica (níveis de cinza) em avaliar o efeito da temperatura de 34 °C na imagem radiográfica, usando uma processadora automática;
- comparar a validade do método de medidas de Densidade Radiográfica pelo sistema Digora com o tradicional de Densidade Ótica pelo fotodensitômetro;
- estimar a capacidade do novo método em avaliar a atividade da solução de processamento radiográfico quanto a sua degradação e uso.

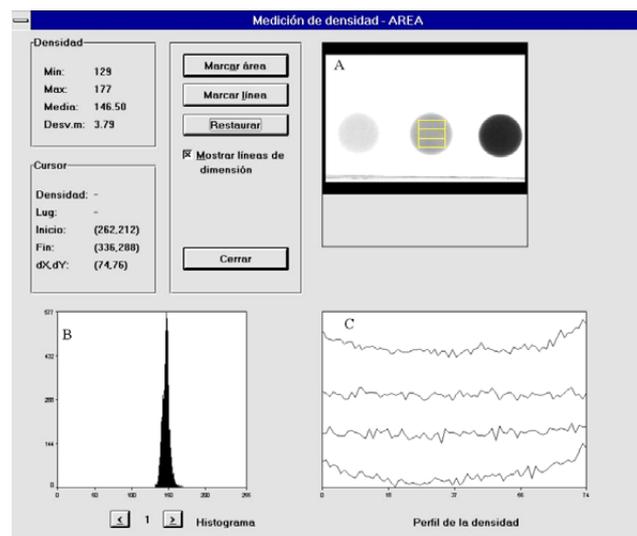


Figura 1. Tela do programa Digora for Windows 1.51, que representa as medidas de densidade de uma área da tira de filme digitalizada, que fornece a Densidade Radiográfica e a Densidade Radiográfica Invertida na área selecionada (A). O histograma (B), que mostra a quantidade e o nível de cinza na área avaliada; (C) nos fornece graficamente a densidade nas quatro linhas horizontais da área selecionada de densidade intermediária (A).

Material e método

Material

- Filme extrabucal “screen” XK-1 da Kodak Brasileira Comércio e Indústria Ltda;
- Soluções para processamento radiográfico X-Omat da Kodak Brasileira Comércio e Indústria Ltda;
- Sensitômetro digital fabricado pela Indústria de Equipamentos Eletrônicos MRA Ltda;
- Fotodensitômetro fabricado pela Indústria de Equipamentos Eletrônicos MRA Ltda;
- Processadora automática tipo CRONEX t4 da DU PONT S/A;
- Processador Pentium 233 MMX, 64 Mb de memória RAM, 2.0 Gb de Winchester, CD ROM 24X, placa de vídeo de 2 Mb, monitor modelo Sony Multiscan 17 sf, gerenciado pelo software Microsoft Windows 3.11;
- Escaner de mesa Scanjet 4C/T da Hewlett Packard com leitor de transparência da mesma marca;
- Programa Digora for Windows versão 1.51, da Orion Corporation SOREDEX (Finland).

Método

Para o processamento automático foram preparadas as soluções (revelador e fixador) nas quantidades exigidas pelo fabricante, em seguida colocadas nos tanques de reabastecimento da processadora.

Foram cortadas na guilhotina 20 tiras do filme XK-1 em escuro total na medida aproximada de 7,5 cm × 15 cm, armazenadas adequadamente até o seu uso.

As tiras foram expostas por 0,5 segundo no sensitômetro MRA e processadas no início dos trabalhos semanais, quando houve a troca das soluções, nos finais de semana e/ou quando da suspeita de degradação, quando também se fazia a troca das soluções.

Depois de processadas as 20 tiras, os filmes foram analisados quanto à sua Densidade Ótica, quando então foram realizadas 10 leituras das 3 áreas de densidade (Densidade mínima - Dm, Densidade intermediária - Di, Densidade máxima - DM). Foi tomada a precaução de zerar o densitômetro todas as vezes que iniciava-se as medidas em cada uma das tiras expostas.

A Densidade Base de Velamento - DBV foi analisada nas proximidades das três áreas expostas do filme, também com dez leituras. Os resultados foram registrados em tabelas, foram somadas as Densidades Óticas de cada área de leitura e obtida a média das dez leituras, posteriormente utilizadas para o tratamento estatístico e as comparações propostas.

Para a digitalização das imagens das tiras foi aberto na tela do monitor o software de captura de imagem do escaner, clicando-se para capturar as imagens em tons de cinza no

padrão de resolução o leitor de transparência, clicando o “preview” onde foi realizada a varredura para a digitalização da imagem. Após o aparecimento da imagem, clicou-se na janela “final” para que essa imagem fosse enviada para armazenamento no HD do computador.

As imagens digitais foram analisadas pelo programa do Digora for Windows 1.51. Para isso abre-se o programa, seleciona-se o arquivo desejado, abre-se o arquivo da tira correspondente e a ferramenta do software que analisa as Densidades Radiográficas. Escolhe-se as áreas da leitura, seleciona-se a área a ser medida e executa-se a leitura. O programa apresenta instantaneamente a média de densidade radiográfica, identifica o pixel mais escuro, o mais claro e o desvio padrão de todas as áreas, confirmando ainda o tamanho da área selecionada. Após as medidas, foi repetido o mesmo procedimento com essa tira, clicando-se na janela “neg” para inverter a imagem, obtendo-se a imagem negativa que foi analisada como a anterior porém, agora com Densidade Radiográfica invertida pela inversão da cor.

Resultado

Os resultados do presente estudo estão distribuídos em forma de tabelas e gráficos da seguinte maneira:

- a Tabela 1 fornece os dados da Densidade Ótica (DO), Densidade Radiográfica (DR) e Densidade Radiográfica invertida (DRi) nos 21 processamentos realizados, contendo os valores da Densidade Base e Velamento (DBV), Densidade mínima (Dm), Densidade intermediária (Di) e Densidade Máxima (DM) e suas respectivas médias, além da média geral de cada item avaliado, respectivamente, na temperatura de 34 °C;
- a Tabela 2 apresenta o demonstrativo do processamento radiográfico na temperatura de 34 °C quanto à qualidade de imagens;
- as Figuras 2 e 3 mostram a relação das médias obtidas nas quatro faixas das densidades radiográfica, radiográfica invertida e ótica, respectivamente, na temperatura de 34 °C.

Discussão

A Tabela 1 apresenta os valores correspondentes aos processamentos F, P e S, valores superiores à média na DBV da Densidade Ótica e nos processamentos B, C, D, G, H, I, J, K, L, M, N, O, Q, R e T, resultados inferiores à média, que foi 0,13. Na densidade mínima, a média obtida foi 0,25: nos processamentos A, B, E, F, G, L, P, Q, R e S, obtivemos valores acima da média e nos processamentos C, D, H, I, J, K, M, O e T, valores abaixo da média. Na densidade intermediária, os processamentos A, B, E, F, G, J, L, P, Q, R e S apresentaram valores superiores à média e os processamentos C, D, H, I, K, M, O e T, inferiores à média, cujo valor foi 0,46. Na densidade máxima, a média foi 1,33.

Tabela 1. Dados comparativos entre as médias da Densidade Ótica, Densidade Radiográfica e Densidade Radiográfica invertida, obtidas no Filme Kodak XK1 - (Azul), na temperatura de 34 °C, na processadora DU PONT T4. Nos 20 processamentos realizados nos dias determinados são apresentados os resultados das leituras nas 4 áreas da Densidade Ótica, além da média, e são repetidas com a Densidade Radiográfica e Densidade Radiográfica invertida

Processamento	Densidade Ótica					Densidade Radiográfica					Densidade Radiográfica invertida				
	DBV	Dm	Di	DM	\bar{X}	DBV	Dm	Di	DM	\bar{X}	DBV	Dm	Di	DM	\bar{X}
A	0,13	0,34	0,59	1,61	0,67	198	157	114	27	124	57	98	142	228	131
B	0,12	0,30	0,54	1,47	0,61	200	165	123	33	130	55	90	132	222	125
C	0,11	0,24	0,42	1,09	0,47	203	177	144	55	145	52	78	111	200	110
D	0,09	0,16	0,26	0,62	0,28	208	192	172	115	172	47	63	83	140	83
E	0,13	0,32	0,60	1,66	0,68	238	191	140	31	150	17	64	115	224	105
F	0,16	0,34	0,58	1,67	0,69	245	199	148	36	157	10	57	108	220	99
G	0,12	0,29	0,53	1,47	0,60	243	199	151	40	158	12	56	104	215	97
H	0,12	0,19	0,34	1,08	0,43	240	221	190	77	182	15	34	66	178	73
I	0,08	0,19	0,38	1,23	0,47	247	221	179	59	177	8	35	76	196	79
J	0,10	0,24	0,47	1,48	0,57	253	214	165	45	169	3	42	89	210	86
K	0,11	0,20	0,35	1,22	0,47	250	230	191	66	184	5	25	64	189	71
L	0,12	0,28	0,47	1,31	0,55	207	174	140	41	141	48	81	115	214	115
M	0,12	0,19	0,32	1,06	0,42	211	169	114	40	134	44	88	142	216	113
N	0,12	0,25	0,46	1,19	0,51	209	181	146	52	147	46	74	109	203	108
O	0,12	0,22	0,37	0,95	0,42	204	183	157	74	155	51	72	98	181	101
P	0,24	0,42	0,66	1,60	0,73	202	166	125	31	131	53	89	130	224	124
Q	0,12	0,26	0,49	1,53	0,60	209	177	135	30	138	46	78	120	226	118
R	0,11	0,27	0,54	1,56	0,62	207	174	129	29	135	48	81	126	222	120
S	0,16	0,28	0,50	1,51	0,61	208	182	142	33	141	47	73	113	121	114
T	0,11	0,23	0,45	1,35	0,54	208	181	139	34	141	47	74	116	192	90
Média	0,13	0,25	0,46	1,33		219	188	148	48		36	67	107	200	

DBV = Densidade base e velamento; Dm = Densidade mínima; Di = Densidade intermediária; DM = Densidade Máxima; \bar{X} = Média do processamento

Tabela 2. Demonstrativo dos valores médios dos 21 processamentos, de A a T, na temperatura de 34 °C, para as densidades ótica, radiográfica e radiográfica invertida. Estes resultados estão classificados em processamentos com valores acima da média e abaixo da média dos 20 processamentos

Processamento	Densidade Ótica	Densidade Radiográfica	Densidade Radiográfica invertida
acima da média	A, B, E, F, G, J, L, P, Q, R, S	A, B, C, E, L, M, N, P, Q, R, S, T	A, B, C, E, L, M, N, P, Q, R, S
abaixo da média	C, D, H, I, K, M, N, O, T	D, F, G, H, I, J, K, O	D, F, G, H, I, J, K, O, T

Nos processamentos A, B, E, F, G, J, P, Q, R, S e T, obtivemos resultados acima da média e nos processamentos C, D, H, I, K, L, M, N e O, resultados abaixo da média.

A Densidade Radiográfica teve o valor médio de 219 na DBV, obtendo-se, para os processamentos E, F, G, H, I, J e K, valores superiores à média e para os processamentos A, B, C, D, L, M, N, O, P, Q, R, S e T, valores inferiores. Na densidade mínima, a média foi 188, tendo-se que, nos processamentos D, E, F, G, H, I, J e K, os valores foram superiores à média e, nos processamentos A, B, C, L, M, N,

O, P, Q, R, S e T, os valores foram inferiores. Na densidade intermediária, D, G, H, I, J, K e O foram os processamentos que se mostraram com valores acima da média, e os processamentos A, B, C, E, L, M, N, P, Q, R, S e T obtiveram valores inferiores à média, cujo valor foi 148. Na densidade máxima, a média foi 48, tendo os processamentos C, D, H, I, K, N e O mostrados valores superiores à média e os processamentos A, B, E, F, G, J, L, M, P, Q, R, S e T permanecendo com valores inferiores à média.

Na Densidade Radiográfica Invertida, os processamentos

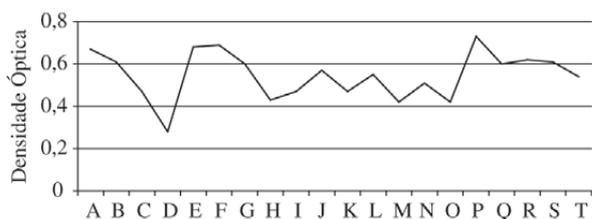


Figura 2. Representação gráfica dos valores médios dos processamentos obtidos na temperatura de 34 °C, Densidade Ótica

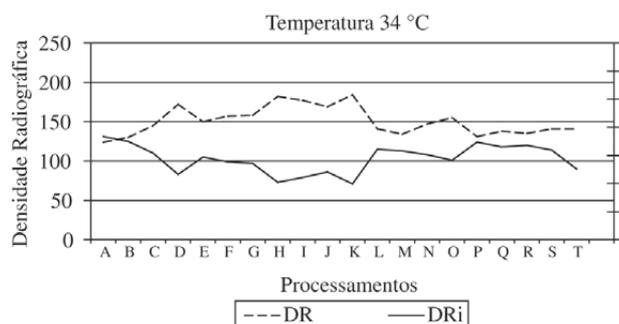


Figura 3. Representação gráfica dos valores médios dos processamentos obtidos na temperatura de 34 °C, quando se relaciona a Densidade Radiográfica (DR), com a Densidade Radiográfica invertida (DRi).

A, B, C, D, L, M, N, O, P, Q, R, S, T e U ficaram com valores acima da média e os processamentos E, F, G, H, I, J e K ficaram abaixo, na DBV, cuja média foi 36. Na densidade mínima, o valor médio foi 67, sendo, nos processamentos A, B, C, L, M, N, O, P, Q, R, S e T, os valores obtidos superiores à média e nos processamentos D, E, F, G, H, I, J, K e U, inferiores. Na densidade intermediária, a média foi 107: nos processamentos A, B, C, E, F, L, M, N, P, Q, R, S e T, os valores foram superiores à média, e os processamentos D, G, H, I, J, K e O obtiveram resultados inferiores à média. Na densidade máxima, A, B, E, F, G, J, L, M, N, P, Q e R foram os processamentos em que obtivemos valores acima da média, e valores inferiores a mesma pudemos observar nos processamentos D, H, I, K, O, S e T. O valor médio da densidade máxima foi 200.

Demonstra a Tabela 2 a Densidade Ótica, a Densidade Radiográfica e a Densidade Radiográfica Invertida, onde nota-se que os processamentos cujas soluções estavam ativas eram: A, B, E, L, P, Q, R e S, e que os processamentos cujas soluções estavam desgastadas eram: D, H, I, K e O.

As Figuras 2 e 3 mostram graficamente que as Densidades Óticas e Radiográfica invertida têm a mesma tendência, quando uma sobe a outra também e a Densidade Radiográfica tem sentido oposto ao das duas outras.

Conclusão

No presente trabalho, de acordo com os resultados obtidos, pudemos concluir que:

- os dados obtidos da DO nas tiras densitométricas do filme XK-1, processado nas soluções Kodak X-Omat, apresentaram variações de mesma tendência. Isto não foi observado da mesma maneira pela Densidade Radiográfica (DR) ou invertida (DRi). Pudemos observar duas diferenças básicas:

a) as variações da DO foram maiores, e oscilaram mais do que as das, DR e DRi;

b) graficamente, a variação da DRi foi similar à da DO, enquanto a da DR foi de formato contrário.

A maior vantagem da substituição do processo analógico pelo digital seria em função de que, após a digitalização, a obtenção dos dados para determinar a Densidade Radiográfica e a DRi é simples, objetiva, muito rápida e abrange praticamente toda a área. A imagem é contínua, pois é formada por pixels, diferente da analógica do filme, não sendo, desta forma, necessárias várias medições para obter-se uma média das leituras.

Referências

1. BESSA, S. O. **Sistema postal para controle de qualidade da revelação de radiografias intra-orais**. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1983.
2. BLOXOM, R. M., MANSON-HING, L. R. The accuracy of an x-ray film quality-assurance step-wedge test. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.62, n.4, p. 449-458, Oct. 1986.
3. BROOKS, S. K.; MILES, D. A. Advances in diagnostic imaging in dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.37, n.1, p.91-111, Jan. 1993.
4. COSTA, N. P.; TAVANO, O.; BRUCKER, M. R. Avaliação da maturação das soluções RP X-Omat da Kodak, usadas em processamento radiográfico automático, através do método sensitométrico. **Rev. Odonto-Ciencia.**, Porto Alegre, v.7, n.14, p.77-92, 1992.
5. FORSYTH, D. B.; SHAW, W. C.; RICHMOND, S. Digital imaging of cephalometric radiography, part 1: advantages and limitations of digital imaging. **Angle Orthod.**, Appleton, v.66, n.1, p.37-42, 1996.
6. GOULD, R. G.; GRATT, B. M. A radiographic quality control system for the dental office. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v.11, n.2, p.123-127, 1982.
7. RECOMMENDATIONS on radiographic procedures. Revision of Federation Dentaire International technical report n. 8. **Int. Dent. J.**, London, v.39, n.2, p.147-148, 1989.
8. REVISED American Dental Association Specifications n.º 22 for intraoral dental radiographic film adopted.

- Council on dental materials and devices. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.80, n.5, p.1066-1068, 1970.
9. RODRIGUES, C. B. F., TAVANO, O Avaliação sensitométrica de filmes radiográficos da Kodak processados na processadora automática Dupont Cronex 14, utilizando solução Kodak RPX O-Mat em diferentes temperaturas. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, Bauru, v.2, n.2, p. 14-22, 1994.