

# ANÁLISE SENSITOMÉTRICA DE FILMES PERIAPICAIS, PROCESSADOS A TEMPERATURA DE 35° C COM DIFERENTES TEMPOS DE REVELAÇÃO\*

*SENSITOMETRIC ANALYSIS OF PERIAPICAL FILMS, PROCESSED AT 35° C TEMPERATURE USING DIFFERENTS DEVELOPING TIMES*

**Orivaldo TAVANO**

Professor Titular de Radiologia do Departamento de Estomatologia da FOB - USP.

**Ana Lúcia A. CAPELOZZA**

Professora Doutora de Radiologia do Departamento de Estomatologia da FOB - USP.

**Flávia N. Gasparini Kiatake FONTÃO**

Mestre em Diagnóstico Bucal da FOB - USP.

---

**N**este trabalho procuramos estudar as densidades ópticas, curvas características, e as variações das propriedades sensitométricas induzidas no filme radiográfico Kodak DF-58, para verificar qual o melhor tempo de revelação entre 60, 30 e 15 segundos, com as soluções processadoras na temperatura de 35°C, comparadas com o processamento padrão à 20°C. Após as exposições e processamento padronizados, com 4 repetições, as radiografias foram analisadas quanto à densidade óptica e curvas características, e destas obtidas as propriedades sensitométricas. Os resultados alcançados mostraram que a combinação temperatura/tempo de 35°C/60 seg. foi a que resultou em radiografias de melhor qualidade.

\* Resumo de parte da dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauri-USP, para obtenção do grau de Mestre em Diagnóstico Bucal. Esta pesquisa foi parcialmente financiada pela CAPES.

**Unitermos:** Radiografia, processamento; Sensitometria.

---

## INTRODUÇÃO

O exame radiográfico é um método indispensável ao profissional de Odontologia. Portanto a imagem obtida deve ser de excelente qualidade, demonstrando ótimo detalhe mínima distorção, densidade e contraste médios. Desta forma, devem ser controlados todos os fatores que possam interferir na imagem radiográfica final, tais como: equipamento, filme, exposição e processamento

radiográfico.

A avaliação da qualidade da imagem obtida pode ser feita através do método da curva característica, idealizado por HURTER; DRIFFIELD<sup>6</sup>. Esse método é utilizado para o estudo de filmes e soluções processadoras em Fotografia e Radiologia, assim como para a avaliação das melhores combinações de temperatura/tempo a serem utilizadas no processamento radiográfico.

INGLE; BEVERIDGE; OLSON<sup>7</sup> aumentaram a

temperatura do revelador Kodak para obter radiografias em menor tempo e concluíram que o filme DF 7 pode ser revelado a 33,5°C em um tempo de 30 segundos, obtendo boas radiografias. Estes achados foram comprovados por ALCOX; JAMESON<sup>1</sup> que usaram o mesmo revelador e filmes DF-58. O processamento realizado a 33,5°C resultou em radiografias de mesma qualidade daquelas processadas à 21°C.

HORNER et al.<sup>2</sup>, realizaram uma pesquisa através de um questionário aos Cirurgiões-dentistas ingleses, e constataram que a técnica de processamento rápido mais utilizada foi o sistema "packet-processed films" (filmes com embalagem de processamento).

Inúmeros autores, dentre eles MANSON-HING; TURGUT<sup>12</sup>, MANSON-HING; PATEL<sup>11</sup>, TAVANO; ALVARES<sup>13</sup>, TAVANO; SANTOS<sup>17</sup>, TAVANO; SILVEIRA<sup>18</sup>, MADDALOZZO; KNOEPEL; SCHOENFELD<sup>9</sup>, MATHEE; SEELIGER<sup>13</sup> utilizaram soluções concentradas, rápidas ou enérgicas, em diferentes combinações de temperatura/tempo e constataram que, apesar da pequena elevação da densidade base e velamento, as soluções obtiveram qualidade de imagem aceitável, independente do tipo de filme, observados pelos resultados das propriedades apresentadas.

O ajuste do tempo de revelação, de acordo com a temperatura das soluções processadoras, representa uma etapa importante do processamento radiográfico, não só pela influência na qualidade da imagem final mas também por impedir que haja superexposição e sub-revelação dos filmes, que podem expor o paciente à radiação desnecessária. Por isso, alguns fabricantes de soluções processadoras sugerem que deva ser seguida uma tabela de tempos de revelação à diferentes temperaturas, para que possam ser obtidos os melhores resultados possíveis com o tipo de emulsão utilizadas nos filmes. Nenhuma destas tabelas sugeridas ultrapassam 30°C, mas sabemos que os filmes radiográficos atuais são processados em equipamentos automáticos que ultrapassam esta temperatura, sem perda da qualidade de imagem apresentadas pelos filmes.

Neste trabalho procuramos, através do método sensitométrico, verificar o melhor tempo de revelação entre 60, 30 e 15 segundos, com as soluções processadoras na temperatura de 35°C, comparadas com o processamento padrão à 20°C.

## MATERIAL E MÉTODOS

### EXPOSIÇÕES

Foram empregados nesta pesquisa um total de 16 filmes radiográficos periapicais Kodak Ultra-speed DF-58, de mesma emulsão e em perfeita condição de utilização, com vencimento previsto para mais de 6 meses do período do experimento.

As exposições dos filmes radiográficos foram realizadas por meio do aparelho General Electric, modelo 100, operando com 40 kVp e 15 mA, tendo uma filtragem total equivalente a 2,5 mm de alumínio. De acordo com a norma PH 2.9 de 1964, da AMERICAN STANDARD ASSOCIATION<sup>2</sup>, a quilovoltagem equivalente a 40 foi a escolhida por nos fornecer um valor de meia camada (H.V.L.) para mais 2 mm de alumínio. Utilizamos também, um dispositivo para a exposição padronizada aos raios X, o qual possui em uma das extremidades um suporte de madeira com um apoio para o cabeçote do aparelho de raios X, que mantém a distância foco/filme em 50 cm. A outra extremidade possui uma lâmina de chumbo com 2mm de espessura, na qual existem aberturas que permitem a exposição de apenas 1/5 de cada película.

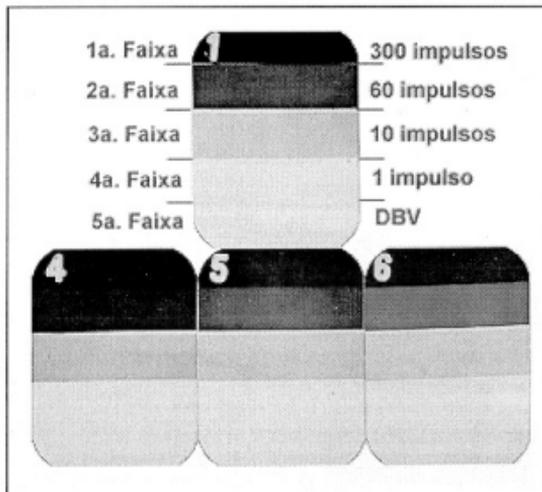


FIGURA 1 - Resultado radiográfico de filmes periapicais Kodak DF-58, processados em solução Kodak Dental, nas combinações temperatura/tempo: (1 - padrão) 20°C/5 min; (4) 35°C/60 seg; (5) 35°C/30 seg; (6) 35°C/15 seg.

Os filmes foram identificados previamente à exposição com números de chumbo correspondentes a cada combinação temperatura/tempo utilizada no processamento, desta maneira: (1) processamento padrão à 20°C/5 min, (4) 35°C/60 seg, (5) 35°C/30 seg, (6) 35°C/15 seg. As exposições de 4 filmes, agrupados 4 vezes, foram realizadas na seguinte sequência: 300, 60, 10 impulsos e 1 impulso para a 1ª, 2ª, 3ª e 4ª faixas, sendo que a 5ª faixa não recebeu exposição para que se obtivesse a densidade base e velamento (DBV) do filme (Figura 1).

## PROCESSAMENTO

O processamento foi realizado em câmara escura adequada, no escuro total. Para controle do tempo e da temperatura, foram utilizados respectivamente, um cronômetro Universal Gra-Lab e um frasco contendo 1 litro de água, dentro do qual foram colocados três recipientes de vidro contendo respectivamente, a solução reveladora, água para lavagem intermediária e solução fixadora. Dentro deste frasco foi colocado um aquecedor, que ligado à eletricidade, promovia o aquecimento da água, mantendo as soluções em banho-maria na temperatura desejada para a realização do experimento. As soluções empregadas foram o revelador e fixador Kodak Dental para raios X, prontas para uso. Os filmes foram revelados de acordo com as seguintes combinações temperatura/tempo: 20°C/5 min., 35°C/60 seg., 35°C/30 seg. e 35°C/15 seg. Em seguida, procedeu-se com a lavagem intermediária (por 30 segundos), fixação (por 10 minutos) e lavagem final em água corrente (por 20 minutos). Os filmes foram postos a secar em ambiente isento de poeira.

## CURVAS CARACTERÍSTICAS

As densidades ópticas foram obtidas por meio de um fotodensitômetro Anso MacBeth, com abertura de 2mm, calibrado segundo as instruções do fabricante. foram realizadas 10 leituras diferentes para cada uma das 5 faixas, e obtivemos as médias. A partir destas médias, traçou-se 16 curvas características, através do programa Microsoft EXCEL, a partir da inserção dos valores de densidades ópticas no eixo das ordenadas (Y), e dos valores quantitativos de radiação em escala logarítmica de exposição relativa, no eixo das abscissas (X). Com base nas curvas características, foram obtidas as propriedades sensitométricas dos filmes: a sensibilidade, a latitude e o contraste.

O contraste radiográfico é representado por um valor numérico chamado de gradiente médio, que é a tangente do ângulo formado por uma reta que liga dois pontos de densidades específicas de uma curva característica. Neste trabalho, a amplitude de densidade considerada foi de 0,25 a 2,0 acima da densidade base e velamento. A latitude é obtida através da curva característica, traçando-se perpendiculares ao eixo das exposições dos pontos onde a curva é interceptada pelas horizontais de densidades 1,0 e 2,0 acima da densidade base e velamento. A faixa de exposição compreendida por estas projeções, sobre o eixo "X", dará a latitude. A sensibilidade é indicada pela localização da curva característica em relação ao eixo das exposições, sendo a exposição necessária para o filme alcançar uma densidade 1,0 acima da DBV. (EASTMAN KODAK COMPANY<sup>4</sup>)

A metodologia deste trabalho foi baseada também nos critérios apresentados nos trabalhos de RAYMUNDO JÚNIOR; TAVANO<sup>14</sup>, BESSA<sup>3</sup>, IUCIF; TAVANO<sup>8</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar comparativamente as diferentes combinações temperatura/tempo em estudo, com o processamento padrão à 20°C/5 min, foram realizadas com as médias dos 4 processamentos usando os valores de densidades ópticas (Figura 2), das curvas características (Figura 3) e das propriedades sensitométricas (Figura 4).

Analisando a tabela da Figura 4, observamos que os melhores resultados de densidade óptica máxima (4,12), foram obtidos com o tempo de 60 segundos, bem como o contraste (1,80), que é o mais alto. Por outro lado, o valor de densidade base e velamento mais próximo do encontrado no processamento padrão foi o do processamento com o tempo de 15 segundos (0,05). A

IMPULSOS	PROCESSAMENTOS			
	20°C 5 min.	35°C 60 seg.	35°C 30 seg.	35°C 15 seg.
1ª faixa (DM) 300	4,04	4,12	2,88	1,89
2ª faixa 60	1,44	2,00	1,44	0,92
3ª faixa 10	0,27	0,42	0,30	0,24
4ª faixa 1	0,06	0,10	0,07	0,05
5ª faixa (DBV) 0	0,06	0,10	0,07	0,05

FIGURA 2 - Médias das densidades ópticas das 4 combinações temperatura/tempo, de filmes Kodak DF-58, em solução Kodak Dental

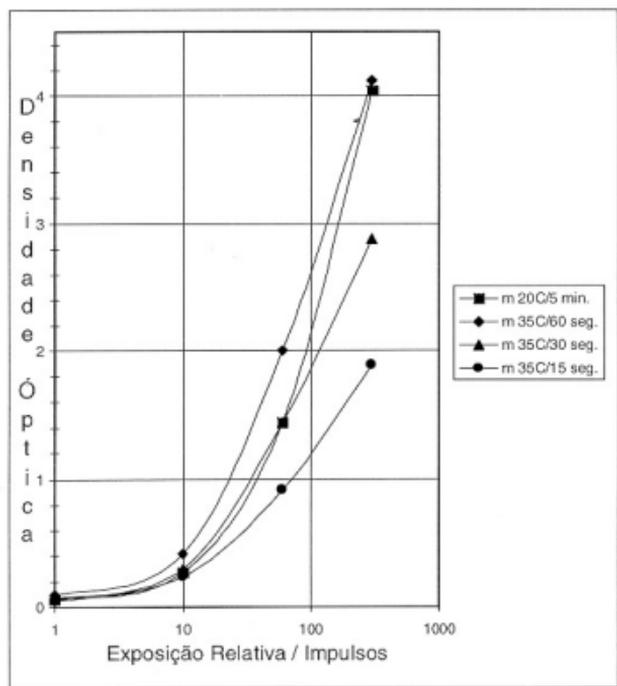


FIGURA 3 - Superposição das curvas características das 4 combinações temperatura/tempo, de filmes Kodak DF-58, em solução Kodak Dental

Propriedades Sensitométricas	PROCESSAMENTOS			
	20°C/5min. (padrão)	35°C/60seg.	35°C /30 seg.	35°C/15seg.
Densidade Máxim	4,04	4,12*	2,88	1,89
DBV	0,06	0,10	0,07	0,05*
Sensibilidade	41	29	38*	75
Latitude	60	36	87*	284
Contraste	1,82	1,80*	1,6	1,21

(\*) melhor resultado

FIGURA 4 - Tabela comparativa dos diferentes tempos de revelação à 35°C, utilizadas no processamento de filmes DF-58, com a solução Kodak Dental

sensibilidade (38) mais próxima do processamento padrão foi encontrada com o tempo de revelação de 30 segundos,

que também apresentou boa latitude (87). Com relação às curvas características (Figura 3), verificamos que a curva de maior semelhança à do processamento padrão, foi obtida através da revelação a 60 segundos, posicionando-se um pouco mais à esquerda. Estes achados indicam um discreto excesso de revelação, concordando com pesquisas de MANSON-HING; PATEL<sup>11</sup> e MANSON-HING; MONNIER<sup>10</sup>. Diante destes dados, verificamos que os resultados obtidos pelo processamento com a combinação 35°C/60 segundos, foram os mais próximos do processamento padrão, propiciando portanto, radiografias de melhor qualidade.

O segundo melhor processamento foi conseguido com a combinação 35°C/30 segundos, que também promoveu radiografias de qualidade razoável, com sensibilidade maior (38) e uma faixa de variação de latitude (87) próxima à do processamento padrão. A curva característica apresentou-se mais baixa e mais à direita do processamento padrão, indicando uma falta de revelação, concordando com trabalhos de ALCOX; JAMESON<sup>1</sup> e INGLE; BEVERIDGE; OLSON<sup>7</sup>.

O processamento de pior qualidade na temperatura de 35°C, foi obtido com o tempo de revelação de 15 segundos, pois resultou em radiografias com baixas densidades ópticas (densidade máxima = 1,89), uma faixa de latitude muito ampla (284) e o contraste muito baixo (1,21) (Figura 4). Apenas os valores da densidade base e velamento foram próximos aos do processamento padrão

(0,05). Estes resultados se traduzem em curva característica posicionada mais à direita em relação à do

processamento padrão, menos íngreme, e disposta em posição mais inferior, indicando uma falta de revelação, achados encontrados também por MANSON-HING-TURGUT<sup>12</sup>.

Podemos sugerir que o tempo ideal de revelação à 35°C deva estar próximo de 45 segundos, ou seja, entre as combinações 35°C/60 seg. e 35°C/30 seg., pela seguinte razão: provavelmente, uma revelação à 35°C com o tempo de 45 segundos produziria uma radiografia com a densidade máxima e contraste mais altos e aproximaria os valores de sensibilidade e densidade base e velamento, daqueles alcançados para revelação padrão.

### CONCLUSÕES

Tendo em vista a análise das propriedades sensitométricas face ao comportamento das curvas características encontradas, chegamos às seguintes conclusões:

1- À 35°C, o tempo de 60 segundos de revelação resultou em radiografias de melhor qualidade, sendo a combinação que mais se aproximou do processamento padrão.

2- O tempo de 30 segundos de revelação, também se mostrou adequado para a temperatura de 35°C, tendo em vista que produziu radiografia com valores de sensibilidade e latitude próximos aos do processamento padrão.

3- A combinação 35°C/15 segundos produziu radiografias de qualidade precária e com propriedades sensitométricas inadequadas, sendo portanto, seu uso pouco indicado para diagnóstico radiográfico em Odontologia.

### ABSTRACT

In this paper we have studied the optical densities, characteristic curves, and the variations of sensitometric properties induced in the radiographic film Kodak DF-58, in order to verify which is the best developing time in 60, 30 and 15 seconds, using the processing solutions at 35°C, compared with the standard processing (20°C/5 min). Following the expositions and developments the radiographics were evaluated as to optical density and characteristic curves, and from these the sensitometric properties were obtained. The achieved results showed that the 35°C/60 sec temperature/time combination have produced the best quality radiographics.

UNITERMS: Radiographic, processing, Sensitometry.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ALCOX, R.W.; JAMESON, W.R. Rapid dental X-ray film processor for selected procedures. *J. Amer. dent. Ass.*, v.78, n.3, p.517-9, Mar. 1969.
- 2- AMERICAN STANDARD ASSOCIATION. American standard method for the sensitometry of medical X-ray films: PH 2.9-1964. New York, 1965.
- 3- BESSA, S.O. Sistema postal para o controle de qualidade da revelação de radiografias intra-orais. Rio de Janeiro, 1983./ Monografia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro/
- 4- EASTMAN KODAK COMPANY. Sensitometric properties of X ray films. Rochester, s. ed., 1974.
- 5- HORNER, K. et al. Use of rapid processing techniques by a sample of British dentists. *Oral Surg.*, v.22, n.3, p.145-48, Aug. 1993.
- 6- HURTER, F.; DRIFFIELD, V.C. Photo-chemical investigations and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates. *J. Soc. chem. Industr.*, v.9, p.455-96, May 1890.
- 7- INGLE, J.L.; BEVERIDGE, E.E.; OLSON, C.E. Rapid processing of endodontic "working" roentgenograms. *Oral Surg.*, v.19, n.1, p.101-7, Jan. 1965.
- 8- IUCIF, P.P.; TAVANO, O. Avaliação da solução Agfa Dentus D e F quando utilizada no processamento manual do filme radiográfico periapical Agfa M2 "Comfort". *Rev. FOB*, v.3, n.1/4, p.81-6, jan./dez. 1995.
- 9- MADDALOZZO, D.; KNOEPEL, R.O.; SCHOENFELD, C.M. Performance of seven rapid solutions. *Oral Surg.*, v.69, n.3, p.382-7, Nov. 1990.
- 10- MANSON-HING, L.R.; MONNIER, P.Y. Radiographic densitometric evaluation of seven processing solutions. *Oral Surg.*, v.39, n.3, p.493-501, Mar. 1975.
- 11- MANSON-HING, L.R.; PATEL, J.R. Densitometric evaluation of quick X ray developing solutions. *Oral Surg.*, v.43, n.3, p.467-72, Mar. 1977.
- 12- MANSON-HING, L.R.; TURGUT, E. Evaluation of film processing with concentrated solutions. *Oral Surg.*, v.36, n.2, p.280-6, Aug. 1973.
- 13- MATHEE, M.J.; SEELIGER, J.E. Densitometric evaluation of four rapid films processing solutions. *J. dent. Ass. S. Afr.*, v.46, n.9, p.467-9, Sept. 1991.

- 14- RAYMUNDO JUNIOR, R.; TAVANO, O. Análise do comportamento do revelador Roentex (diluído 1:3 e puro) através das propriedades sensitométricas, em comparação com a solução Kodak tomada como padrão. **Rev. bras. Odont.**, v.39, n.3, p.16-25, maio/jun. 1982.
- 15- TAVANO, O.; ALVARES, L.C. Comparação das propriedades sensitométricas de dois reveladores rápidos (Gecker e Tiplimatic), com um convencional, para filmes radiográficos dentais. **Ars curandi odont.**, v.4, n.11, p.39-47, fev. 1978.
- 16- TAVANO, O.; BARATIERI, N.M.M. Avaliação do líquido revelador e reforçador Kodak para raios X em diferentes diluições, revelador 1:3 e reforçador 1:2. **Odont. mod.**, v.11, n.11, p.13-20, nov./dez. 1984.
- 17- TAVANO, O.; SANTOS, A.G. Avaliação de solução reveladora. **Colecta**, v.1, n.1, p.1-9, mar./abr. 1983.
- 18- TAVANO, O.; SILVEIRA, M.M.F. avaliação da solução Kodak para raios X (líquido concentrado), usada como revelador rápido. **Enciclop. bras. Odont.**, v.2, n.4, p.245-61, 1984.