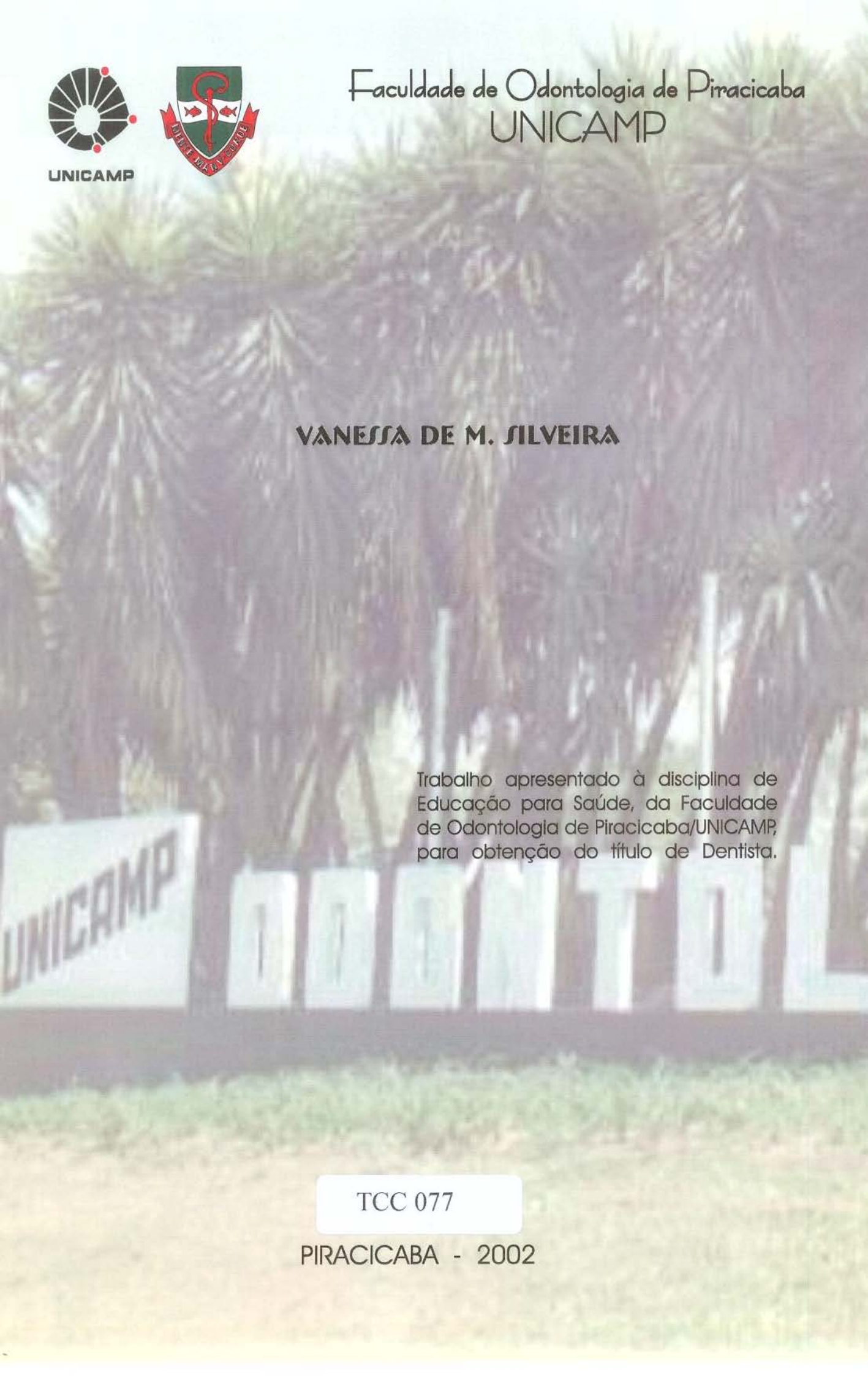

UNICAMP

Faculdade de Odontologia de Piracicaba
UNICAMP

VANESSA DE M. SILVEIRA

Trabalho apresentado à disciplina de Educação para Saúde, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP, para obtenção do título de Dentista.

TCC 077

PIRACICABA - 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO ORAL
DISCIPLINA DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

"AVALIAÇÃO SENSITOMÉTRICA DOS FILMES RADIOGRÁFICOS EXTRABUCAIS TMG (KODAK) E GB E G30 (FUJI), AMBOS PROCESSADOS AUTOMATICAMENTE, EM DIFERENTES TEMPERATURAS, UTILIZANDO SOLUÇÕES KODAK E FUJI"

Trabalho apresentado à disciplina de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, durante o curso de Graduação.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Haiter Neto
Aluna: Vanessa de Moura Silveira

PIRACICABA

2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar se filmes radiográficos de diferentes marcas, processados em diferentes soluções, sob variadas temperaturas, apresentam uma imagem final com boa qualidade para diagnostico. Nesta pesquisa, foram analisados de maneira objetiva, através da leitura fotodensitométrica, os comportamentos dos filmes panorâmicos GB, G30 e TMG, sendo este último da Kodak e os dois primeiros da Fuji, todos processados automaticamente em diferentes temperaturas (28ºC, 32ºC e 35ºC), e em químicos da Fuji e da Kodak. Através de análise estatística, concluiu-se que os três filmes analisados apresentaram maiores densidades quando processados em líquido da Kodak, independente da temperatura de processamento. O filme Kodak apresentou, na maioria das vezes, maior densidade, enquanto que o filme G30 sempre foi o menos denso. Em relação as condições de temperatura, o processamento a 28ºC proporcionou as menores densidades independente do filme e líquido utilizado.

INTRODUÇÃO

A Radiologia surgiu como ciência em 1895, quando Wilhelm Conrad Röntgen descobriu os raios x. Desde então tem fundamental importância na área médica e odontológica, sendo em odontologia o exame complementar de maior importância na prática da clínica por fornecer informações dos tecidos dentários e ósseos adjacentes inacessíveis por meio de exames clínicos.

Desde sua introdução na prática odontológica, os aparelhos de raios X, assim como os filmes radiográficos vêm sendo aperfeiçoados com a intenção de reduzir os efeitos prejudiciais ao paciente e ao profissional em relação à exposição a radiação e diminuir o tempo de trabalho, sem, no entanto, prejudicar a qualidade da imagem radiográfica.

Para a obtenção de uma radiografia de qualidade e que permita uma correta interpretação e diagnóstico são necessários certos cuidados em todas as etapas da aquisição da radiografia, desde a exposição do paciente até o processamento. Torna-se necessário, então, o conhecimento não só da técnica, mas também das características do filme, soluções processadoras e equipamentos utilizados na obtenção da radiografia.

Na etapa do processamento radiográfico, algumas das tentativas de melhorar a qualidade de uma radiografia incluem o uso de soluções concentradas e aumento de temperatura. Todavia foi o desenvolvimento das processadoras

automáticas o que mais contribuiu para melhora de qualidade e padronização das radiografias, além da redução do tempo de trabalho, quando comparado ao processamento manual.

É importante ressaltar que de acordo com Goaz & White (1982) faz parte do controle de qualidade a avaliação sensitométrica das soluções de processamento e dos filmes radiográficos.

Diante disto, torna-se evidente a necessidade do conhecimento das características dos filmes radiográficos extrabucais e das soluções processadoras, através de uma análise sensitométrica, quando for utilizado o método de processamento automático.

REVISTA DA LITERATURA

No intuito de diminuir o tempo de exposição aos raios X, diminuir o tempo de trabalho, sem prejudicar a qualidade da radiografia, várias pesquisas têm sido realizadas nesse campo, sempre tentando acompanhar as novidades lançadas no mercado.

Essa revisão enfoca os trabalhos que utilizam filmes radiográficos extrabucais, o método automático de processamento, e a avaliação destes filmes pelo método sensitométrico.

Em uma comparação feita por MANSON-HING (1975) [8] de sete soluções comerciais disponíveis de processamento (relevador e fixador Kodak, usada como padrão, fixador e refil Insta, revelador rápido Collits, sistema Uni-Chem, revelador e fixador rápido Edwal, refil Kodak usado concentrado, e Kodak DX 80R, também concentrado), foram encontradas que as soluções designadas para reduzir o tempo de processamento do filme produziram uma grande quantidade de velamento em altas temperaturas. As soluções de rápido processamento produziram radiografias com apreciável diminuição na densidade da imagem do que as soluções convencionais. As soluções concentradas podem ser usadas como soluções de processamento rápido, produzindo radiografias com uma pequena perda na densidade da imagem.

O estudo realizado por TAVANO & CASATI-ALVARES (1978)[15] teve a finalidade de comparar os resultados conseguidos pelas soluções reveladoras rápidas (Gecker e Tiplimatic) com os obtidos com o revelador convencional (Kodak), em relação às suas propriedades sensitométricas, obtidas a partir do traçado de suas curvas características, verificando se o tempo ganho no processamento do filme não influía nas suas propriedades sensitométricas. O experimento utilizou filmes Kodak ultra-rápidos (grupo D), em grupo de 4 filmes por exposição, submetidos a 9 diferentes valores de exposição (sempre dobrando-se os valores, para obter uma escala logarítimica de exposições). Cada filme do grupo foi processado de forma diferente (Kodak 20°C/4,5 min, Gecker 20°C/30 seg, Tiplimatic 25°C/37,5 seg, e Tiplimatic 30°C/30 seg), sendo que um filme não exposto também foi revelado para obter a DBV para o revelador empregado. Duas curvas características foram feitas: uma da solução Kodak (durante 4,5 min a 20°C) e outra da Gecker (30 Seg a 20°C), pois essa foi a que mais se aproximou do revelador padrão. O contraste, a latitude e a sensibilidade foram obtidos através da curva característica. Em meio alcalino, a ação dos agentes reveladores é mais eficaz porque a alcalinidade do pH faz com que seja mais rapidamente reduzida a prata negra, os sais que haviam sido expostos aos raios X ou à luz. E maior será o amolecimento da emulsão quanto mais alcalina for a solução. Este estudo verificou o comportamento dos reveladores enérgicos Gecker e Tiplimatic, comparando-os com o convencional Kodak. A rapidez da revelação do filme pelos reveladores rápidos corresponde a um tempo 8 a 9 vezes menor do que o utilizado pelo método convencional (4,5 min para 65 Seg, 72,5 para o Tiplimatic em 25°C). Esse ganho no tempo permite seu uso em casos onde é necessário obter uma

radiografia rapidamente, sem perda considerável de qualidade. Portanto as soluções Tiplimatic e Gecker podem ser utilizadas para este fim. A curva característica que mais se aproximou da curva do revelador padrão foi a do Tiplimatic, a 30ºC e com o tempo de 30 segs de revelação. A DBV dos filmes processados nos reveladores rápidos são ligeiramente maiores do que as do revelador padrão.

SPOSTO *et al.* (1983)[11] realizaram um estudo comparativo através do método da curva característica, das radiografias processadas de forma padronizada com o revelador Kodak a 20ºC/5 min e comparadas com aquelas obtidas com a solução Sillib, na combinação recomendada pelo fabricante de 20ºC/2 min, e também 22ºC/1,5 min e 25ºC/1 min, utilizando filmes para raios-X Kodak ultra-rápido (grupo D). Os autores estudaram ainda a degradação da solução Sillib ao longo do tempo, através das propriedades sensitométricas do filme. Uma série de filmes foi revelada para cada combinação de tempo/temperatura com a finalidade de avaliar através da curva característica, qual o que mais se aproximou da curva do revelador Kodak, considerado padrão. Analisando os resultados (contraste, sensibilidade e latitude), conclui-se que as radiografias obtidas com a solução Sillib a 25ºC/1 min era similar às do líquido Kodak, proporcionando o seu uso como solução rápida. Sendo assim, essa combinação tempo/temperatura foi selecionada para estudar a degradação desta solução ao longo do tempo. Os valores para DBV proporcionados pela solução teste foram menores que os da solução padrão. A degradação da solução reveladora Sillib foi constatada após 4 semanas (28 dias) de uso da solução, e

evidenciada por uma diminuição do contraste e da sensibilidade e um aumento da latitude dos filmes. Esse resultado foi comprovado pela análise das propriedades sensitométricas no decorrer do período experimental e através da avaliação clínica qualitativa, utilizando o teste dos juizes. Conclui-se que, no que se refere à deterioração do revelador Sillib, um dos maiores inconvenientes do uso de soluções rápidas é o fato dessas soluções apresentarem uma vida ativa muito curta. A rápida deterioração da solução Sillib deve ser ocasionada pela presença nas soluções rápidas de agentes alcanizantes em maior quantidade, o que irá acelerar o processo de oxidação dos agentes redutores.

Em uma pesquisa realizada por KAFFE *et al.* [6], em 1984, para determinar a influência de diferentes soluções de processamento na qualidade radiográfica, uma cunha graduada de alumínio foi radiografada com três filmes periapicais de velocidade D de três diferentes marcas (Kodak Ultra-Speed DF 58, Agfa Dentus M2-Softopac, Rinn Auto 58). Os filmes foram processados em cinco diferentes soluções de processamento (Adefo, Agfa-Galvert, fR Kerr, Kodak , e Durr Periomat, sendo este último um revelador para processadoras automáticas) em condições padronizadas, de acordo com as instruções dos fabricantes. Dados interessantes da densidade, contraste, densidade base velamento e velocidade relativa de cada combinação filme-solução foram compilados na tentativa de avaliar a combinação filme-solução ótima, sendo considerada como ótima a combinação filme Kodak processado em solução Adefo. Soluções de processamento automático e processamento automático produziram radiografias secundárias àquelas produzidas pela solução de processamento Adefo, mas

melhores do que às produzidas com as outras três soluções. É recomendável que as combinações variadas (filme-soluções de processamento e condições de processamento) sejam examinadas em uma ordem para conseguir radiografias de ótima qualidade, como a melhor combinação pode não ser, necessariamente, àquela recomendada pelo fabricante.

TAMBURUS (1987)[14] analisou os efeitos das variações da temperatura de uma solução reveladora sobre a densidade e o contraste radiográfico. Para isto o autor estudou o filme Kodak Ektaspeed (grupo E) e revelador Sillib, utilizando 2 minutos de tempo de revelação e variando as temperaturas (20, 22, 24 e 26ºC). Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas entre as variáveis estudadas. O contraste radiográfico nas quatro temperaturas do revelador foi considerado de boa qualidade para diagnóstico. O autor concluiu que o contraste radiográfico do objeto não se altera com variações de temperatura.

Uma pesquisa foi realizada por SWART & SEELIGER (1989)[12] com o objetivo de determinar os efeitos de sete soluções de processamento de filmes na qualidade da imagem radiográfica produzidas em três filmes radiográficos intraorais com velocidade do grupo D. Uma cunha graduada de alumínio foi usada e os filmes foram expostos sobre condições padronizadas. As radiografais foram processadas usando cada uma das sete soluções de processamento, de acordo com as recomendações de cada fabricante. Os filmes processados foram submetidos, subseqüentemente, à avaliação densitométrica, sendo estudados DBV, contraste radiográfico, densidade e velocidade relativa dos filmes, para cada

combinação filme-solução de processamento. A melhor combinação produzida foi aquela entre o filme de raio-X Flow e a solução de processamento Kolchem.

Pesquisa realizada por MATTHEE & SEELIGER (1990)[9] teve como objetivo determinar o efeito de sete soluções de processamento de filmes dentais na qualidade da imagem radiográfica. Para isto, uma cunha graduada de alumínio foi exposta, usando o filme de raios-X intraorais Agfa Dentus M2, velocidade do grupo D. A exposição foi feita sob condições padronizadas. O processamento foi obtido, usando cada uma das sete soluções de processamento, Agfa, Durr, EBX, Kolchem, MEMS, Premier e Protech, de acordo com as recomendações dos fabricantes. Depois de processados, os filmes foram submetidos à avaliação densitométrica, uma curva característica foi construída para cada solução de processamento. Foram obtidos os valores referentes ao contraste radiográfico e velocidade relativa a partir das curvas características, além de mensurados os valores de DBV. Os autores concluíram que a solução de processamento Kolchem produziu um maior contraste radiográfico, seguido de perto pela MEMS e Durr. A velocidade relativa foi quase idêntica para as soluções Kolchem, MEMS e Durr. Relativamente, os valores da DBV de todas as sete soluções de processamento estavam dentro do limite aceitável de 0.25.

Este estudo feito por MADDALOZZO *et al.* (1990)[7] avaliou a performance de sete soluções de processamento rápido para radiografias: Endo A&B, IFP, fixador e refil Instant, fixador e revelador Instant, Phil-X 30", QD, e Rapid Acess. Uma solução de processamento automática convencional (revelador e refil RP X-Omat/ fixador e refil RP X-Omat) foi avaliada como um padrão para comparação.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

Os produtos foram analisados com respeito à qualidade de imagem e velocidade. Os resultados indicaram que o processamento manual rápido geralmente envolve algum comprometimento da qualidade da imagem. Portanto, há razões para diminuir a motivação ao uso de soluções de processamento manual rápidas a menos que exista uma razão forçada em termos de tempo ou conveniência.

O objetivo deste estudo feito por MATTHEE & SEELIGER[10] em 1991 foi avaliar densitometricamente quatro soluções de processamento rápido para filmes dentais e também para identificar as combinações de filme, solução e temperatura que produziram um melhor resultado em termos de contraste radiográfico e velocidade relativa do filme. As marcas de filmes usadas foram o Agfa Dentus M2, o Flow X-ray e o Kodak Ultra-speed enquanto que as solução de processamento rápidas testadas foram o revelador rápido Kolchem 1, revelador rápido Kolchem 2, refil MEMS Ultra, e refil Siemens Insta. Uma cunha graduada de alumínio foi radiografada sob condições padronizadas. O processamento foi feito manualmente a 18, 20, 22, 25, 27, 29 e 32º C, as temperaturas foram controladas termostaticamente, para garantir temperaturas constantes. Filmes não expostos foram processados para cada temperatura selecionada para determinar os valores da densidade base velamento. Foram realizadas leituras densitométricas usando um densitômetro digital. O contraste radiográfico e a velocidade relativa dos filmes foram calculadas e os dados obtidos registrados para serem usados em análise estatística através do teste de Duncan. Foi concluído que o filme Agfa Dentus M2 produziu com o revelador rápido Kolchem 2 à 18ºC o maior contraste radiográfico

(0.44) e a maior velocidade relativa (4.36). Todas as DBV's estavam dentro do limite aceitável de 0.25.

Os efeitos das alterações da temperatura e do tempo de processamento das processadoras automáticas foram estudados por HASHIMOTO *et al.* (1991)[5] com os filmes de raios-X dentais Ultra-speed e Ektaspeed, ambos da Kodak. As velocidades e os contrastes inerentes foram obtidas para os dois filmes através de curvas sensitométricas para sete diferentes temperaturas (21, 22, 23, 25, 28, 30 e 33ºC) e para cinco diferentes tempos de processamento (2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 min.). No processamento automático, quando a temperatura ou o tempo de processamento foram aumentadas, houve somente uma alteração desprezível na DBV dos filmes, está conclusão é contrária àquela observada no processamento manual. Quando aumentava-se a temperatura ou o tempo de processamento, a velocidade e o contraste dos filmes também foram aumentadas. A temperatura teve uma forte influência nos filmes se comparado ao tempo de processamento. O filme Ektaspeed foi o mais sensível às mudanças do que o filme Ultra-speed. A maioria das temperaturas e tempos de processamento utilizada no estudo produziram filmes de qualidade aceitável, com exceção dos filmes processados nos menores tempos (de 2,5 e 3,5 minutos) que não obtiveram qualidade suficiente, assim como os filmes processados na temperatura mais baixa (21ºC).

Em pesquisa realizada por THUNTHY *et al.* (1994)[16] estudou-se o Sistema de Acesso Rápido Kodak, uma extensão da tecnologia do T-grain (filme T-mat). De acordo com os autores, ao contrário do filme T-mat, o filme de T-mat/acesso rápido foi previamente endurecido com a adição de mais endurecedores na

emulsão do filme, podendo deste modo ser processado rapidamente em uma processadora médica de acesso rápido Kodak em somente 45 segundos num ciclo seco-à-seco usando a solução Kodak X-Omat RA/30, que não contém endurecedores. Em radiografias médicas, o filme T-mat tem sido substituído pelo filme T-mat/acesso rápido. Entretanto, em radiografias odontológicas extraorais o filme T-mat está ainda sendo utilizado porque as soluções de processamento e as comparativamente baixas temperaturas das processadoras automáticas dentais são diferentes daquelas usadas nas radiográficas médicas. Esta pesquisa mostrou que, para radiografias panorâmicas e outras radiografias dentais extraorais, os filmes T-mat podem ser substituídos pelos filmes T-mat/RA para processamento em soluções convencionais Kodak X-Omat RP usando uma processadora dental de ciclo automático. As diferenças nas propriedades sensitométricas dos filmes T-mat e T-mat/acesso rápido foram insignificantes clinicamente. Os autores afirmaram que todos os filmes testados apresentaram boa qualidade diagnóstica.

BENSON & FREDERIKSEN[2], em 1995, estudaram o contraste, a velocidade relativa, e a resolução do filme panorâmico Fuji Super HR-G determinado de acordo com as especificações do Instituto Nacional de Normas Americano e comparado com o filme panorâmico Kodak T-mat G. Os filmes foram simultaneamente expostos com placa intensificadora Kodak Lanex com escala de tempo sensitométrica. A densidade óptica foi lida com um densitômetro digital, e as curvas características foram marcadas e analisadas por regressão polinomial e linear. O gradiente médio da curva de regressão linear entre 0.25 e 2.00 unidade de densidade óptica acima da DBV foi aceito como contraste (HR-G: 1.831, T-mat

G: 1.712). A resolução dos dois filmes foi similar. Estes achados sugerem que o filme panorâmico Fuji Super HT-G desenvolve um contraste, velocidade e resolução similar ao filme panorâmico Kodak T-mat G.

O objetivo do estudo realizado por AKDENIZ & LOMÇALI (1998)[1] foi determinar a performance de diferentes soluções de processamento utilizando uma processadora automática para radiografias dentais. Para tal, uma marca de filmes radiográficos dentais (Minimax) foi revelada em uma processadora automática usando quatro diferentes marcas de soluções de processamento: MGS, HAC, Fuji e RP X-Omat (Kodak), em uma série de temperaturas (25, 28 e 30ºC). A performance foi avaliada em relação a DBV, velocidade relativa e contraste. Os resultados mostraram que todas as soluções produziram valores de DBV aceitáveis. A solução MGS produziu radiografias com densidades maiores do que as outras três soluções. O contraste obtido com a solução Kodak e Fuji foi menor do que aquele obtido com a MGS e HAC. As temperaturas de processamento recomendadas pelo fabricante da processadora eram maiores do que o necessário para obter uma radiografia clinicamente aceitável. O estudo concluiu que, dependendo da processadora e das soluções de processamento utilizadas, o tempo de exposição e as temperaturas de processamento podem ser modificadas mantendo uma imagem de boa qualidade.

O objetivo do estudo realizado por SYRIOPOULOS *et al.* (1999)[13] foi comparar as propriedades sensitométricas de quatro filmes para radiografias dentais: o Ektaspeed Plus e o Ultra-speed (ambos da Kodak), e o novo e o antigo Dentus M2 (ambos da Agfa), em cinco diferentes soluções de processamento.

Curvas características foram construídas para os quatro filmes de raios-X dentais usando as cinco diferentes soluções de processamento. Todos os filmes foram processados manualmente em três grupos de químicos para processamento manual: Agfa, Kodak e Demat, e dois grupos de químicos para processadora automática: Dürr XR e Periomat (ambas da Dürr Dental). Análises de variância e de regressão foram executadas para examinar os fatores significantes influentes na densidade do filme. Os resultados mostraram que o novo filme Dentus M2 tem gradiente comparável, velocidade maior e menor DBV do que o antigo. Sua velocidade foi comparável com o Ektaspeed Plus nos químicos para processamento automático. Todos os filmes tiveram uma velocidade maior e um gradiente menor quando processados em químicos para processamento automático. As maiores velocidades dos filmes foram encontradas usando o químico Dürr XR. Os autores afirmaram que o novo filme Agfa Dentus M2 é um filme do grupo E e pode ser considerado uma alternativa ao Ektaspeed Plus, e que ambos os filmes podem ser recomendados para uso na prática odontológica, pois eles contribuem para diminuir a dose de radiação.

O objetivo do estudo realizado por FARMAN & FARMAN[4] em 2000 foi comparar as propriedades do novo filme de raios-X intraoral do grupo F com três marcas bem estabelecidas pertencentes aos grupos D e E, e avaliar o impacto de seis soluções de processamento comercialmente disponíveis. Quatro marcas de filmes de raios-X dentais, Flow, do grupo F, Ektaspeed Plus e M2 Comfort, ambos do grupo E, e o Ultraspeed, do grupo D, foram expostos sob condições padronizadas e processados em seis diferentes soluções de processamento. A

DBV, as curvas características, a densidade, velocidade e gradiente médio dos filmes, contraste e latitude e resolução espacial foram calculados. Os autores afirmaram que a escolha do químico de processamento afeta as características radiográficas incluindo a velocidade do grupo. O novo filme F foi consistentemente mais rápido. O M2 Comfort poderia pertencer ao grupo F e o Ultra-speed ao grupo C usando o químico Automat XR. A velocidade do Ektaspeed Plus foi independente da solução de processamento automática usada. O filme Ultra-speed teve menor densidade base velamento e a maior latitude. O contraste dos filmes foi similar em todas as combinações de filme e solução. Os autores concluíram que o novo filme F reduz a exposição do paciente pela metade se comparado com os filmes do grupo E, sem detrimento da qualidade da imagem.

O objetivo do estudo realizado por DEZOTTI & TAVANO (2000)[3] foi avaliar as propriedades sensitométricas do filme radiográfico Agfa Dentus M2 "Comfort" (sensibilidade, contraste e latitude) quando processado na solução Sillib em diferentes combinações: 20°C/2 min, 25°C/1 min e 30°C/0,5 min. Para obtenção destas propriedades sensitométricas, foram traçadas curvas características a partir das médias de densidades óticas obtidas em quatro radiografias expostas e processadas para cada grupo. Para obter as densidades utilizou-se o fotodensitômetro MRA. Os resultados mostraram que o filme Agfa Dentus M2 "Comfort" alcançou sensibilidade do grupo E em todas as combinações utilizadas. O filme apresentou, em todas as combinações, contraste dentro de uma faixa de normalidade, variando de 2,08 (Sillib 30°C/0,5 min) a 2,21 (Sillib 25°C/1 min). As latitudes encontradas foram aceitáveis. A maior latitude foi observada quando se

utilizou a temperatura de 20°C com um tempo de revelação de 2 minutos e a menor latitude foi observada utilizando-se a solução Sillib a 25°C com um minuto de revelação. Concluiu-se que o filme Agfa Dentus M2 "Comfort" alcançou propriedades sensitométricas adequadas quando processado nesta solução nas diferentes combinações de temperatura/tempo, e por necessitar de um menor tempo de revelação, resulta em ganho de tempo para o profissional. Os autores concluíram que para reduzir o tempo de revelação podemos aumentar a temperatura da solução e utilizar soluções concentradas.

PROPOSIÇÃO

A presente pesquisa propõe-se a avaliar as propriedades sensitométricas dos filmes radiográficos extrabucais Kodak TMG, Fuji GB e G30, processados automaticamente em diferentes temperaturas, utilizando duas marcas de líquidos de processamento diferentes, Kodak e Fuji.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste experimento foram utilizadas três marcas comerciais de filmes radiográficos odontológicos extrabucais: o filme TMG (fabricado pela Kodak Brasileira de Comércio de Indústria Ltda.) e os filmes GB e G30 (ambos fabricados pela Fuji Photo Film C.O. L.T.D.).

Para a análise objetiva, cada filme, inicialmente de tamanho 15x30 cm foi guilhotinado em câmara escura da Clínica de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, com escuridão total para que não houvesse qualquer possibilidade de velamentos dos mesmos. Assim obteve-se, a partir de cada filme, 6 tiras de tamanho 5x15 cm cada. As tiras foram identificadas de acordo com cada marca comercial, realizando pequenos furos com furador na extremidade direita, obedecendo a seguinte ordem: a marca TMG foi identificada com um furo, a GB com dois e a G30 com três furos. Essas tiras foram devidamente armazenadas para posterior sensibilização.

Também em câmara escura da Clínica de Radiologia, as tiras dos filmes foram expostas à luz utilizando um aparelho sensitômetro digital, da Indústria de Equipamentos Eletrônicos MRA Ltda., com exposição fixa de 0,5 segundos, o que podia ser verificado através de um aviso luminoso. A exposição produziu uma escala de variação de 3 pontos de forma circular, com densidades diferentes entre os pontos de 0,50, 1,00 e 1,50.

A seguir, as tiras foram processadas automaticamente, em um mesmo dia, ainda na câmara escura, na processadora Macrotec MX2, com temperaturas de 28, 32 e 35°C, variando também a marca dos líquidos de processamento, Fuji e Kodak. Foram utilizadas as soluções reveladora e fixadora RP X-Omat fabricada pela Kodak Brasileira Com. e Ind. Ltda., e as soluções reveladora RD3 e fixadora RDS fabricada pela Fuji Photo Film do Brasil Ltda. Todas as soluções foram devidamente preparadas de acordo com as especificações preconizadas pelos respectivos fabricantes.

Foram utilizadas para cada experimento 3 tiras de cada filme. Cada tira representando uma combinação do tipo filme/líquido/temperatura. Após o processamento, os filmes foram separados e armazenados em envelopes devidamente identificados para, posteriormente, serem submetidas à leitura fotodensitométrica.

A análise fotodensitométrica foi realizada com o auxílio de um fotodensitômetro, também da Indústria de Equipamentos Eletrônicos MRA Ltda., calibrado com abertura de 2 mm para todas as leituras. Foram feitas as leituras dos degraus de densidades apresentados pelas tiras, sendo estes de exposição mínima, intermediária e máxima da escala de densidade. Em cada degrau foram feitas 5 medidas, a fim de se obter uma densidade média. Outras 5 medidas foram feitas em cada tira a fim de obter a densidade base-velamento (DVB).

Depois de coletados os dados foram tabulados e, em seguida, submetidos a tratamento estatístico, o qual consistiu no Teste de Tukey e Análise de Variância.

Após feito o estudo estatístico, os resultados foram então analisados e discutidos com os trabalhos descritos na literatura.

RESULTADOS

Os resultados foram obtidos a partir da leitura sensitométrica dos filmes sensibilizados e processados segundo a metodologia descrita. Esses dados foram organizados em tabelas e submetidos à Análise de Variância e Teste de Tukey, onde foram considerados valores ao nível de 5% de significância.

De acordo com a Tabela 1, onde estão descritos os resultados da Análise de Variância, podemos observar que os resultados foram estatisticamente significantes nas interações entre os fatores filme e líquido de processamento, filme e temperatura, e líquido de processamento e temperatura, cujos valores de p foram menores que 0,05. Para uma melhor compreensão desses resultados, aplicamos o teste de Tukey que podem ser observados nas Tabelas 2,3 e 4, onde letras iguais significam que não há diferença estatística, enquanto letras diferentes indicam uma diferença estatisticamente significante.

Tabela 1: Análise de variância

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Valor p*
Líquido	1	0.1578956	0.1578956	230.4355	0.00001
Filme	2	0.0686808	0.0343404	50.1170	0.00001
Temperatura	2	0.2234919	0.1117460	163.0839	0.00001
Líquido X Filme	2	0.0273932	0.0136966	19.9891	0.00002
Líquido X Temp	2	0.0108266	0.0054133	7.9002	0.00176
Filme X Temp	4	0.0239414	0.0059853	8.7351	0.00014
Líq X Film X Temp	4	0.0013845	0.0003461	0.5052	00.73488
Resíduo	36	0.0246674	0.0006852		
Total	53	0.5382815			

Media Geral = 0.578519
Coeficiente de variação = 4.525%
* valores de p< 0,05 são estatisticamente significantes

A Tabela 2 demonstra a interação entre filmes e líquidos de processamento. Existiu diferença estatisticamente significante quando os filmes foram processados nos diferentes líquidos. Analisando a tabela horizontalmente (letras maiúsculas), observa-se que os três filmes (Kodak, Fuji GB e Fuji G30) apresentaram densidades maiores quando processados no líquido Kodak. Na análise vertical desta tabela (letras minúsculas) verifica-se que o filme G30 da Fuji apresentou sempre a menor densidade quando comparado aos outros dois filmes, independente do líquido de processamento. No líquido Kodak, o filme Fuji GB apresentou a maior densidade, enquanto que no líquido Fuji a maior densidade foi a do filme Kodak.

Tabela 2: Teste de Tukey: comportamento dos filmes em relação aos líquidos de processamento

	Kodak	Fuji
Kodak	0.63 ^{Ab}	0.58 ^{Ba}
Fuji GB	0.67 ^{Aa}	0.51 ^{Bb}
Fuji G30	0.59 ^{Ac}	0.46 ^{Bc}

Com base na Tabela 3, observa-se o comportamento dos filmes em relação à temperatura de processamento. Na horizontal (letras maiúsculas) pode-se

perceber que o aumento da temperatura levou a um aumento estatisticamente significante da densidade tanto no filme Kodak, quanto nos dois filmes Fuji (GB e G30). Ao se avaliar a tabela no sentido vertical (letras minúsculas), verifica-se que a 28ºC não houve diferença estatística entre os filmes Fuji GB e Fuji G30, no entanto ambos diferiram estatisticamente do filme Kodak, cuja densidade apresentou-se maior nessa temperatura. Nas temperaturas de 32ºC e 35ºC houve diferença estatística entre os três filmes, sendo que, em ambas as situações, o filme Fuji G30 apresentou menor densidade. A 32ºC o filme Kodak apresentou maior densidade, enquanto que a 35ºC foi o filme Fuji GB o de maior densidade.

Tabela 3: Teste de Tukey: comportamento dos filmes em relação a temperatura de processamento

	28ºC	32ºC	35ºC
Kodak	0.55 ^{Ca}	0.61 ^{Ba}	0.65 ^{Ab}
Fuji GB	0.50 ^{Cb}	0.57 ^{Bb}	0.71 ^{Aa}
Fuji G30	0.46 ^{Cb}	0.50 ^{Bc}	0.61 ^{Ac}

Na Tabela 4 podemos verificar os valores das médias referentes ao comportamento dos líquidos Kodak e Fuji nas diferentes temperaturas de processamento. Na horizontal as letras maiúsculas diferentes indicam que o líquido Kodak produziu filmes com maior densidade que o líquido Fuji nas três temperaturas estudadas. Analisando a tabela no sentido vertical, as letras

minúsculas diferentes mostram que, independente do líquido utilizado, temperaturas menores fazem com que as radiografias processadas apresentem menores densidades que aquelas processadas em temperaturas mais elevadas.

Tabela 4: Teste de Tukey: comportamento dos líquidos de processamento em relação as temperaturas

	Kodak	Fuji
28°C	0.57 ^{Ac}	0.43 ^{Bc}
32°C	0.60 ^{Ab}	0.53 ^{Bb}
35°C	0.72 ^{Aa}	0.60 ^{Ba}

Na Tabela 5 podemos verificar os valores das médias referentes às DBV's encontradas nas diferentes combinações filme-temperatura-solução. Analisando a tabela verificamos que, independente do líquido utilizado ou da temperatura de processamento, o filme que apresentou os menores valores médios de DBV é o G30, da Fuji, enquanto que a combinação que apresentou o maior valor médio da DBV foi a do filme GB à 35°C processado no líquido Kodak (0.26). O líquido Kodak apresentou valores médios da DBV maiores do que o líquido da Fuji. Os valores médios da DBV aumentam conforme aumenta-se a temperatura de processamento, com exceção da combinação entre o filme Kodak à 32°C processado em solução da Fuji (0.20).

Tabela 5: Médias referentes às DBV's em diferentes combinações filme-temperatura-líquido

Filme	Temperatura	Líquido	Média DBV
TMG – Kodak	28°C	Kodak	0.17
GB – Fuji	28°C	Kodak	0.17
G30 - Fuji	28°C	Kodak	0.14
TMG – Kodak	32°C	Kodak	0.16
GB – Fuji	32°C	Kodak	0.16
G30 - Fuji	32°C	Kodak	0.14
TMG – Kodak	35°C	Kodak	0.21
GB – Fuji	35°C	Kodak	0.26
G30 - Fuji	35°C	Kodak	0.17
TMG – Kodak	28°C	Fuji	0.15
GB – Fuji	28°C	Fuji	0.13
G30 - Fuji	28°C	Fuji	0.13
TMG – Kodak	32°C	Fuji	0.20
GB – Fuji	32°C	Fuji	0.14
G30 - Fuji	32°C	Fuji	0.13
TMG – Kodak	35°C	Fuji	0.17
GB – Fuji	35°C	Fuji	0.17
G30 - Fuji	35°C	Fuji	0.15

DISCUSSÃO

Nas etapas do processamento radiográfico, o objetivo principal é obter uma radiografia de qualidade diagnóstica, independente de qualquer artifício que vise facilitar sua obtenção. Como exemplo, podemos citar a redução do tempo de trabalho, quando do uso de processadoras automáticas em relação ao processamento manual. Ou o uso de soluções concentradas e aumento da temperatura durante o processamento.

A presente pesquisa propôs-se a avaliar se diferentes combinações filme-solução-temperatura produzem imagens radiográficas de boa qualidade. Segundo KAFFE *et al.* (1984)[6], é recomendável que combinações variadas sejam examinadas para determinar se as radiografias obtidas com essas variações mantêm o nível de qualidade.

Os resultados mostraram que obtivemos densidades maiores para os três filmes quando processados em solução Kodak, e, independente do líquido de processamento, as menores densidades pertencem ao filme G30. A associação filme-líquido que resultou em uma maior densidade foi entre o líquido Kodak e o filme GB.

O aumento da temperatura levou à um aumento na densidade para os três filmes estudados, concordando com os resultados encontrados por HASHIMOTO

et al. (1991)[5] e DEZOTTI & TAVANO (2000)[3]. A maior densidade obtida foi com a combinação filme GB à temperatura de 35ºC. A menor com o filme G30 à 28ºC.

Os líquidos estudados também produziram uma maior densidade a medida em que se aumentava a temperatura (a maior densidade foi obtida com a combinação líquido Kodak à 35ºC, a menor com o líquido Fuji à 28ºC). Sendo esses líquidos soluções de rápido processamento, os resultados diferem daqueles encontrados por MANSON-HING (1975)[8], que afirmou que as densidades com essas soluções diminuem apreciavelmente. Conforme afirmou HASHIMOTO *et al.* (1991)[5], a temperatura tem forte influência nos filmes, nesse caso, nossos resultados são semelhantes quando vemos que com o aumento da temperatura houve também aumento da densidade radiográfica, porém discordamos em certo ponto pois nossos resultados mostraram que independente da temperatura, o líquido Kodak sempre produziu densidades significantemente maiores do que o líquido Fuji, mostrando assim como FARMAN & FARMAN (2000)[4], que a escolha do químico de processamento pode afetar as características radiográficas.

As soluções de processamento rápido podem e devem ser utilizadas quando não implicam em perda considerável de qualidade, segundo achados de TAVANO & CASATI-ALVARES (1978)[15], o que ocorreu em nosso estudo com ambos os líquidos (Fuji e Kodak), que produziram radiografias de boa qualidade diagnóstica. Tanto o presente estudo quanto o realizado por AKDENIZ & LOMÇALI (1998)[1], associando diferentes soluções de processamento à um processamento automático produziram valores de DBV aceitáveis, além de concluírem que dependendo da processadora e das soluções de processamento

utilizadas, as temperaturas de processamento podem ser modificadas mantendo uma imagem de qualidade. Assim como no estudo realizado por TAMBURUS (1987)[14] e outro realizado por MATTHEE & SEELIGER (1990)[9], relativamente todos os valores médios da DBV encontrados, nas diferentes combinações entre filme-temperatura-líquido, estavam dentro do limite aceitável de 0.25. O filme G30, independente da solução ou da temperatura de processamento apresentou os menores valores médio da DBV. O líquido Kodak também supera os valores obtidos pelo líquido da Fuji. O presente estudo ainda constatou que, conforme aumenta-se a temperatura de processamento, aumenta-se os valores médios da DBV.

Nesse estudo as melhores combinações, que apresentaram as maiores densidades, foram as de líquido Kodak com o filme GB, da Fuji, e filme TMG, da Kodak quando processado em líquido Fuji. Isso concorda com os dados apresentados por KAFFE *et al.* (1984)[6], que afirmaram que a melhor combinação pode não ser, necessariamente, àquela recomendada pelo fabricante.

CONCLUSÕES

Temperatura de processamento e densidade radiográfica são diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior a temperatura usada no processamento mais densas serão as radiografias obtidas.

Líquido Kodak produziu radiografias mais densas que líquido Fuji, independente da temperatura de processamento.

Independente do líquido de processamento, o filme G30, Fuji, apresentou as menores densidades.

Filmes e soluções de marcas iguais nem sempre representam a melhor combinação, visto que quando utilizado líquido Kodak, o filem GB, Fuji, apresentou a maior densidade, enquanto que com o líquido Fuji, o filme TMG, Kodak, foi o mais denso.

O aumento das temperaturas de processamento levou a um aumento dos valores da Densidade Base Velamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKDENIZ, B.G.; LOMÇALI, G. Densitometric evaluation of four radiographic processing solutions. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 27, n. 2, p. 102-106. Mar, 1998.

2. BENSON, B.W.; FREDERIKSEN, N.L. A sensitometric comparison of Fuji Super HR-G and Kodak T-mat G panoramic films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 79, n. 5, p. 646-648. May, 1995.

3. DEZOTTI, M.S.G.; TAVANO, O. Propriedades sensitométricas do filme Agfa Dentus M2 "Comfort" processado na solução Sillib em três diferentes temperaturas. **Revista da ABRO**, v. 1, n. 3, p.27-35. Set/Dez, 2000.

4. FARMAN, T.T.; FARMAN, A.G. Evaluation of a new F speed dental X-ray film. The effect of processing solutions and a comparison with D and E speed films. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 29, n. 1, p. 41-45. Jan, 2000.

5. HASHIMOTO, K.; *et al.* Automatic processing: Effects of temperature and time changes on sensitometric properties of Ultra-speed and Ektaspeed films. **Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology**, v. 71. 1991.

6. KAFFE, I.; *et al.* Densitometric evaluation of three x-ray films with five different developing solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 57, n. 2, p. 207-11. Feb, 1984.

7. MADDALOZZO, D.; *et al.* Performance of seven rapid radiographic processing solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 69, n. 3, p. 382-387. Mar, 1990.

8. MANSON-HING, M. Radiographic densitometric evaluation of seven processing solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 39, n. 3, p. 493-501. Mar, 1975.

9. MATTHEE, M.J.; SEELIGER, J.E. Densitometric evaluation of seven dental filme processing solutions. **J Dent Assoc S Afr**, v. 45, n. 2, p.31-33. Feb, 1990.

10. MATTHEE, M.J.; SEELIGER, J.E. Densitometric evaluation of four rapid dental film processing solutions. **J Dent Assoc S Afr**, v. 46, n. 9, p.467-469. Sep, 1991.

11. SPOSTO, M.R. *et al.* Avaliação do comportamento de dois reveladores (KODAK e SILLIB) utilizados para filmes radiográficos periapicais, através de estudo sensitométrico. **Estomat Cult**, v.13, n. 1, p. 61-67. Jan/Jun, 1983.

12. SWART, T.J.; SEELIGER, J.E. Densitometric evaluation of intra-oral radiographic filme-processing solution combinations. **J Dent Assoc S Afr**, v. 44, n. 7, p. 281-283. Jul, 1989.

13. SYRIOPOULOS, K.; *et al.* Sensitometric evaluation of four dental X-ray films using five processing solutions. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 28, p.73-79. 1999.

14. TAMBURÚS, J.R. Efeitos das variações da temperatura do revelador sobre o contraste e a densidade radiográfica. **Rev. Ass Paul Cirurg Dent**, v. 41, n. 4. Jul/Ago, 1987.

15. TAVANO, O.; CASATI-ALVARES, L. Comparação das propriedades sensitométricas de dois reveladores rápidos (Gecker e Tiplimatic) com um convencional, para filmes radiográficos dentais. **ARS CVRANDI em Odontologia**, v. 4, n. 11. Fev, 1978.

16. THUNTHY, K.H.; *et al.* Sensitometric and archival evaluation of Kodak RA films in dental automatic processing. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 77, n.4, p. 427-430. Abr, 1994.