

Felipe Paes Varoli

**Estudo comparativo das densidades radiográficas de diferentes
filmes periapicais obtidas por meio da análise computadorizada em
valores de alumínio-equivalente**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Diagnóstico Bucal,
Sub-área de Radiologia

Orientador: Prof. Dr. Claudio Costa

São Paulo
2004

FOLHA DE APROVAÇÃO

Varoli FP. Estudo comparativo das densidades radiográficas de diferentes filmes periapicais obtidas por meio da análise computadorizada em valores de alumínio-equivalente [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

São Paulo, ___/___/2004.

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, ***Oswaldo José Varoli***.

À minha mãe, ***Roselys***.

Ao meu irmão, ***Rodrigo***.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. **Claudio Costa**, nosso Orientador, professor, amigo, e irmão ao mesmo tempo. Exemplo de gratidão, caráter, e competência. Suas atitudes conosco, dentro e fora da profissão, jamais serão esquecidas.

Ao Prof. Titular **Jurandy Panella**, por mais uma vez ter acreditado em nosso trabalho, dando-nos a oportunidade de ingressar neste curso.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Emiko Saito Arita, pelo auxílio, consideração e presença fundamental na execução deste trabalho.

Ao Prof. Titular Osvaldo José Varoli (in memorian), por ter nos dado a oportunidade de ingressar no Curso de Mestrado em Diagnóstico Bucal – sub área Radiologia da FOUSP.

Aos Professores Doutores Jefferson Xavier de Oliveira e Cristina Maria Dumit Sewell, pelas sugestões e idéias constantes desde o nosso projeto de pesquisa.

Ao Prof. Dr. Claudio Fróes de Freitas, pela amizade e orientação durante o nosso Curso de Mestrado. Seus ensinamentos estarão sempre presentes em nossa vida acadêmica e científica.

Ao Prof. Dr. César Ângelo Lascala, pela compreensão e oportunidade de exercermos a nossa especialidade.

Aos Professores Doutores Evângelo Tadeu Terra Ferreira, Israel Chilvarquer, Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti e Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira, da Disciplina de Radiologia da FOUSP, pela convivência, orientação e conhecimentos transmitidos ao longo de nosso curso.

À Prof. Dra. Miriam Lacalle Turbino, pela construção do gráfico.

Aos Professores Márcio Yara Buscatti e Rodolfo Giannakopoulos, pelo auxílio na parte experimental e por mostrarem ser amigos de trabalho, e não colegas de trabalho.

Ao Senhor Flávio Antônio Máximo e ao Cirurgião-Dentista Alexandre Daniele, pela colaboração do início ao término de nosso trabalho.

Às Secretárias Iracema Mascarenhas Pires e Maria Cecília Forte Muniz, pela solicitude e dedicação prestadas ao Curso e aos alunos da Pós-Graduação.

Aos Bibliotecários Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro e José Pascoal dos Santos, do Serviço de Documentação Odontológica da FOUSP, pela formatação e revisão das referências bibliográficas.

À Secretaria de Pós-Graduação da FOUSP, por ter nos orientado de maneira tão atenciosa.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

À Universidade Paulista – UNIP e Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL.

“O mundo é dividido entre aqueles que fizeram ou não uma diferença com sua vida”

Stephen Kanitz

Varoli FP. Estudo comparativo das densidades radiográficas de diferentes filmes periapicais obtidas por meio da análise computadorizada em valores de alumínio-equivalente [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi obter as densidades radiográficas de diferentes filmes periapicais por meio de um programa computadorizado que utiliza a imagem equivalente em alumínio (alumínio-equivalente). Avaliaram-se os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort”, Kodak InSight, Kodak Ektaspeed Plus, Kodak Ultra-speed e Kodak D. Todos foram expostos aos raios X juntamente com um escalímetro de Alumínio, variando-se o tempo de exposição (0,1 a 1 segundo). Após a leitura das densidades radiográficas construiu-se um gráfico para compararmos as propriedades sensitométricas dos filmes. O filmes mais sensíveis foram o Agfa Dentus M2 “Comfort” e o Kodak InSight, e os menos sensíveis o Kodak Ultra-speed e o Kodak D. Os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight apresentaram os maiores contrastes. Os resultados obtidos por este método indicam que deve-se utilizar os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight para reduzir a dose de radiação recebida pelo paciente.

Palavras-Chave: Filme radiográfico; Densidade radiográfica; Radioproteção; Alumínio-equivalente

Varoli FP. Comparison of radiographic densities from different dental intraoral x-ray films by computed analysis into aluminium-equivalent values [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

ABSTRACT

The aim of this study was to obtain radiographic densities from different dental intraoral x-ray films through a software using aluminium-equivalent image. The densities had been measured in order to compare dental x-ray films in terms of speed, base plus fog, and contrast. Agfa Dentus M2 "Comfort", Kodak InSight, Kodak Ektaspeed Plus, Kodak Ultra-speed and Kodak D-speed films were evaluated. All films were exposed together with aluminium wedge, at times ranging from 0,1-1 second. By plotting a graphic of density against exposure, sensitometric properties were compared. Agfa Dentus M2 "Comfort" and Kodak InSight films obtained the highest film speed; Kodak Ultra-speed and Kodak D-speed films exhibited the lowest sensitivity. Agfa Dentus M2 "Comfort" and Kodak InSight films had presented values to contrast superior to other films. Therefore, Agfa Dentus M2 "Comfort" and Kodak InSight films must be recommended to minimize the radiation dose to the patient.

Keywords: X-ray film; Radiographic density; Radiation protection; Aluminium-equivalent

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Filmes radiográficos.....	13
2.2 Propriedades sensitométricas.....	14
2.2.1 Contraste radiográfico e Contraste do filme	15
2.2.2 Sensibilidade ou Velocidade	16
2.2.3 Latitude de exposição	17
2.3. Histórico e evolução dos filmes radiográficos	19
3 PROPOSIÇÃO	49
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
5 RESULTADOS.....	65
6 DISCUSSÃO	79
7 CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS.....	91

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos biológicos provocados pela radiação ionizante foram reconhecidos quase que imediatamente após a descoberta dos raios X, em 1895.

No decorrer dos últimos vinte anos, foi notório o empenho dos fabricantes em desenvolver filmes radiográficos com emulsões mais sensíveis aos raios X, tornando-os cada vez mais rápidos. As modificações na emulsão do filme radiográfico visaram alterar a sua sensibilidade, sem, entretanto, prejudicar a qualidade da imagem radiográfica.

Alguns dispositivos devem ser utilizados para proteger o paciente das radiações ionizantes, como os aventais plumbíferos e protetores de tiróide. Outros métodos, porém, buscam reduzir a dose de radiação ao paciente sem interferir na imagem radiográfica, mantendo-a nos limites aceitáveis para confirmação ou sugestão de um diagnóstico. Esta diminuição do tempo de exposição aos raios X pode ser alcançada com o uso de filmes ultra-rápidos, soluções de processamento mais concentradas e em temperaturas mais elevadas, processamento automático, calibração dos aparelhos e técnica radiográfica adequada, proporcionando o mínimo de repetições.

Assim, o progresso na velocidade de aquisição da imagem latente possibilitou a redução da dose de radiação ao paciente, representando um grande avanço da Radiologia Odontológica em termos de radioproteção.

Outra inovação foi o advento dos Sistemas Radiográficos Digitais, superiores ao filme radiográfico no tocante à exposição e radioproteção. Entretanto, o filme convencional ainda é o receptor de imagem mais utilizado na prática odontológica. Vários são os tipos de filmes encontrados no mercado, de fabricantes e sensibilidades diferentes.

Conforme ocorre o lançamento de um novo filme radiográfico, realizam-se e esperam-se estudos que venham confirmar suas propriedades e vantagens sempre exaltadas pelo fabricante. Por conseguinte, o produto tende a ser utilizado e aceito aos poucos pelos profissionais, no caso cirurgiões-dentistas, que necessitam constantemente da Radiologia como exame auxiliar no diagnóstico e tratamento.

Na década de 90, verificou-se tanto em Faculdades de Odontologia como em consultórios odontológicos e institutos de Radiologia Odontológica, a utilização concomitante dos filmes radiográficos periapicais Ultra-speed e Ektaspeed, ambos da Kodak, e Agfa Dentus D, produzido pela Agfa. A preferência pelos fabricantes Kodak e Agfa é explicada pela maior disponibilidade destes produtos no mercado nacional. O lançamento dos filmes Kodak Ektaspeed Plus e Agfa Dentus M2 “Comfort” tornou-os gradualmente substitutos de seus antecessores.

Em abril de 2000, a Eastman Kodak introduziu no mercado o filme periapical *InSight*, classificado, segundo o fabricante, como um filme de velocidade E/F ; E em processadoras sem roletas e F em processadoras automáticas com roletas.

A chegada do novo filme InSight foi bem aceita pelos consumidores, e juntamente com o filme Agfa Dentus M2 “Comfort” passaram a dominar o mercado, devido às suas características sensitométricas, custos similares e maior disponibilidade.

O convívio com a Graduação, institutos de Radiologia e consultórios dentários possibilitou-nos observar, a partir de 2002, o retorno progressivo de filmes mais lentos (menos sensíveis), especialmente o Kodak Ultra-speed, e por serem mais acessíveis, a procura por estes filmes aumentou.

Utilizando-se o filme Ultra-speed, observamos na prática o aumento do tempo de exposição e conseqüentemente na dose de radiação recebida pelo paciente para atingirmos as imagens que subjetivamente achávamos próximas àquelas obtidas com os filmes InSight e Agfa Dentus M2 "Comfort".

Com o relançamento dos filmes de menor sensibilidade, encontramos atualmente e mais comumente no mercado os filmes Ultra-speed, D, E e InSight, fabricados pela Eastman Kodak Company (Rochester, NY, EUA); e Agfa Dentus M2 "Comfort", da AgfaGevaert (Morstel, Bélgica).

Diante da grande variedade de filmes periapicais existentes e da diversidade entre eles, principalmente quanto à sensibilidade, resolvemos analisar suas propriedades sensitométricas contribuindo assim com a redução da dose de radiação a que se submete o paciente.

Sabe-se que o estudo sensitométrico de filmes radiográficos faz-se geralmente com o emprego do fotodensitômetro e posterior construção das curvas características. Nosso interesse é avaliarmos as propriedades dos filmes através de um novo método, mais simples e rápido.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Filmes radiográficos

Filme radiográfico é o meio utilizado para registrar a imagem de um objeto após ter sido exposto aos raios X e processado adequadamente. É constituído por uma base de poliéster coberta em ambos os lados por uma gelatina impregnada de cristais de halogeneto (brometo ou iodeto) de prata (emulsão). Uma fina camada de gelatina, denominada capa protetora, preserva a emulsão (TAVANO, 2000).

O filme é envolvido por um papel preto que protege a parte sensível da luz e de uma possível penetração de saliva. Por trás deste é colocada uma lâmina de chumbo para prevenir a radiação secundária proveniente da interação entre os raios X e tecidos irradiados. Todo este conjunto é revestido por um papel não absorvente ou plástico, para prevenir a entrada de luz e água. O lado do envoltório voltado para o feixe de raios X geralmente é liso e branco, enquanto o lado oposto apresenta pelo menos duas cores que facilitam o posicionamento correto do filme e representam a sensibilidade de acordo com o fabricante (WHAITES, 2003).

O filme radiográfico é o receptor de imagem mais utilizado na Odontologia (WHAITES, 2003).

2.2 Propriedades sensitométricas

Quando o filme radiográfico exposto aos raios X é processado, ocorre um escurecimento na imagem da área sensibilizada. O grau de escurecimento obtido pelo filme após o processamento radiográfico define a *densidade radiográfica*. Esta densidade pode ser mensurada como a densidade óptica de uma área do filme radiográfico (GOAZ; WHITE, 1994).

Se o filme não for exposto aos raios X, após o processamento mostrará alguma densidade. Isto se deve à densidade inerente à base de poliéster (à própria opacidade da base de poliéster) e à revelação de cristais de halogeneto de prata não sensibilizados. Esta densidade mínima é denominada *densidade base e velamento* (GOAZ; WHITE, 1994; TAVANO, 2000).

Para estudar a relação entre densidade óptica e exposição aos raios X, foi criada a chamada *curva característica* ou *curva H&D* (Hurter & Driffield) ou *curva sensitométrica*. Criada por Hurter e Driffield (1890), esta metodologia era empregada para o estudo do comportamento de materiais sensíveis à luz, para verificar o resultado da exposição de papéis fotográficos. Atualmente com algumas modificações propostas pela American Standard Association (1964), a curva permite a construção de um gráfico do qual se obtém as chamadas propriedades sensitométricas do filme radiográfico, constituídas basicamente pelo contraste, latitude de exposição e sensibilidade.

Sensitometria é a resposta do filme à radiação eletromagnética (luz ou raios X), verificada após o processamento radiográfico pela obtenção das densidades óticas (THOROGOOD; HORNER; SMITH, 1988). A tira sensitométrica, que é um filme radiográfico exposto com tons de cinza em escala padronizada, com diferentes faixas de densidades óticas em escala crescente, pode ser produzida utilizando-se dispositivos como escalímetros de alumínio (para filmes sensíveis aos raios X) ou sensitômetros (para filmes sensíveis à luz). A avaliação das diferentes faixas da tira sensitométrica é realizada utilizando-se um fotodensitômetro, que tem a capacidade de medir a transmitância da luz através do filme.

As propriedades sensitométricas dos filmes radiográficos têm sido estudadas ao longo dos anos paralelamente à fabricação de filmes mais sensíveis. Para pesquisá-las, vários autores utilizaram escalímetros (penetrômetros) de alumínio, simuladores de mandíbula (fantoma), sensitômetros e fotodensitômetros, para a construção das curvas características e obtenção das propriedades sensitométricas, avaliando, desta forma, as possíveis variações sobre o contraste, a sensibilidade, a latitude e a densidade ótica dos filmes radiográficos (PRICE, 1980; KAFFE; LITTNER; KUSPET, 1984; ALVARES; ALVARES; TAVANO, 1986).

2.2.1 Contraste radiográfico e Contraste do filme

Contraste radiográfico é um termo que descreve as diferenças de densidade em uma radiografia. É definido como a diferença em densidades entre as regiões radiopacas e radiolúcidas do filme. Quando se observa poucas densidades entre o

radiopaco e o radiolúcido, a imagem radiográfica apresenta *alto contraste*. Muitas densidades entre o radiopaco e o radiolúcido indicam um *baixo contraste* (TAVANO, 2000).

O termo contraste do filme descreve a capacidade do filme de mostrar diferenças de espessura e densidade do objeto a ser radiografado. Portanto, um *filme de alto contraste* revela áreas de mínima diferença de espessura e densidade mais claramente que um *filme de baixo contraste*. Na curva característica, o contraste do filme é representado pela inclinação da curva, na porção da curva onde a imagem é aceitável para o diagnóstico. Quanto maior a inclinação da curva (mais íngreme), maior o contraste do filme. Quanto menor o gradiente médio (inclinação mais suave), mais baixo é o contraste do filme (GOAZ; WHITE, 1994).

2.2.2 Sensibilidade ou Velocidade

Sensibilidade ou velocidade do filme radiográfico se refere à quantidade de radiação necessária para o filme produzir imagens radiográficas de densidade padrão. O filme rápido requer baixa exposição para gerar uma densidade óptica igual a 1,0, enquanto o filme lento exige uma longa exposição para se obter a mesma densidade óptica. A velocidade do filme depende do tamanho dos grânulos de halogeneto de prata; quanto maiores, mais veloz o filme (GOAZ; WHITE, 1994).

A sensibilidade dos filmes intra-orais é indicada por uma letra, designando um grupo particular. Somente filmes dos grupos D, E e F são apropriados para

radiologia odontológica (GOAZ; WHITE, 1994; GEIST; BRAND, 2001; PRICE, 2001; VERDONSCCHOT; DUIJSINGS, 2001).

Os filmes mais sensíveis necessitam de menor quantidade de radiação para produzirem imagens com valor para diagnóstico e por isto representam o mais eficiente fator na redução da radiação recebida pelo paciente durante o exame radiográfico (LUDLOW; PLATIN, 1995).

O ganho na sensibilidade pode se traduzir na redução da nitidez. O tamanho dos cristais de prata contidos na emulsão dos filmes radiográficos é um dos fatores que determinam maior ou menor sensibilidade dos mesmos, sendo assim, os filmes mais sensíveis possuem cristais maiores e vice-versa. Desta maneira, quando estes cristais são maiores, aumenta-se também a área de sensibilização do filme, causando perda na nitidez. Atualmente encontramos no mercado filmes com sensibilidade dentro dos grupos D, E e F (LUDLOW; PLATIN, 1995).

Na curva característica, a sensibilidade do filme é determinada pelo posicionamento da curva sobre a abscissa (eixo horizontal). Quanto mais à direita estiver localizada a curva, em relação ao eixo horizontal, menos sensível é o filme radiográfico (TAVANO, 2000).

2.2.3 Latitude de exposição

Considera-se latitude de exposição a capacidade do filme de ser tanto subexposto como superexposto aos raios X, e ainda produzir imagens aceitáveis para o diagnóstico. Quanto mais íngreme a curva característica, menor a latitude de

exposição. Quanto mais suave, mais ampla a latitude. Filmes com latitude ampla, apresentam baixo contraste. Conseqüentemente, latitude estreita (pequena) implica um maior contraste (GOAZ; WHITE, 1994; TAVANO, 2000).

2.3 Histórico e evolução dos filmes radiográficos

Histórico dos produtos dentais Kodak¹

- 1896 – A Kodak cria o primeiro meio de captura, um papel fotográfico, destinado à utilização com raios X. Primeiras radiografias realizadas nos Estados Unidos da América com o filme radiográfico em rolo (Eastman NC Roll Film).
- 1913 – A Kodak cria um filme especial, o filme radiográfico Eastman, que possui uma emulsão mais sensível aos raios X que qualquer um de seus predecessores. Assim, a qualidade das radiografias melhorou e a exposição diminuiu.
- 1918 – É criado o filme radiográfico Eastman Dupli-Tized, que possui emulsão de alta velocidade em ambos os lados da base.
- 1919 – Primeiro filme radiográfico “tipo moderno”.
- 1923 – Filme radiográfico Eastman Non Curling, com duas velocidades.
- 1925 – Filme radiográfico Eastman Radia-Tized, 2 vezes mais sensível que os anteriores.
- 1926 – Filme radiográfico Eastman bite-wing.
- 1930 – Filmes radiográficos Periapical, Oclusal, e infantil tamanho nº 0(zero).
- 1941 – Filme radiográfico Ultra-speed, 2 vezes mais rápido que o Radia-Tized.
- 1955 – Novo filme radiográfico Radia-Tized, 2 vezes mais sensível.
- 1955 – Novo filme radiográfico Ultra-speed, 5 a 6 vezes mais sensível.
- 1967 – Filme radiográfico com embalagem Poly-Soft, à prova d’água.
- 1972 – Filme radiográfico para técnica extrabucal.
- 1977 – Filme radiográfico com embalagem Poly-Soft infantil tamanho nº 0(zero).
- 1981 – Filme radiográfico Ektaspeed (grupo D de sensibilidade).
- 1995 – Filme radiográfico Ektaspeed Plus (grupo E de sensibilidade).
- 2000 – Filme radiográfico InSight (grupo E/F de sensibilidade).

Histórico dos filmes radiográficos periapicais Agfa²

(informação pessoal)

- 1981 – Filme radiográfico Agfa Dentus D.
- 1988 – Filme radiográfico Agfa Dentus M4.
- 1997 – Filme radiográfico Agfa Dentus M2 “Comfort”

¹Sobre imagens para a Saúde. Histórico. Disponível em:URL:
<http://www.kodak.com/BR/pt/health/V5/aboutHealthImaging/history.jhtml> [2003 Out. 20].

Após o lançamento do filme Ektaspeed (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA), em 1981, vários filmes foram introduzidos no mercado. Visando sempre reduzir a dose de radiação ao paciente, com o passar dos anos os fabricantes tornaram os filmes mais sensíveis (rápidos), procurando, entretanto, manter a qualidade da imagem radiográfica. Surgiram então diversos estudos comparando as propriedades sensitométricas de filmes recentes com os seus antecessores.

Após a introdução no mercado do filme periapical Ektaspeed, Thunthy e Weinberg (1982) resolveram comparar suas propriedades sensitométricas com o filme Ultra-speed. Analisando as curvas características de ambos os filmes verificaram que o filme Ektaspeed foi aproximadamente 2 (duas) vezes mais sensível que o filme Ultra-speed. O novo filme obteve ainda a maior latitude, enquanto o Ultra-speed a maior média de contraste.

Kaffe, Littner e Kuspel (1984) compararam a sensibilidade e qualidade de imagem dos filmes periapicais Ultra-speed e Ektaspeed, e concluíram que não houve deterioração da imagem com a redução em 50% do tempo de exposição quando o filme Ektaspeed foi usado, sendo este recomendado para radiografias de rotina. A densidade base e velamento para os dois filmes foi similar e a resolução e o contraste tiveram comportamentos idênticos.

Horton et al. (1984) determinaram a qualidade de diagnóstico clínico dos filmes periapicais Ektaspeed e Ultra-speed. O estudo também propôs estabelecer as vantagens da exposição a 70 kVp e a 90kVp. Os resultados indicaram que o filme Ektaspeed exposto a 90kVp é levemente superior ao mesmo quando exposto a 70kVp e ao Ultra-speed quando exposto a 70 ou 90kVp. Embora as diferenças

²Mensagem fornecida por florianosouto@heraeus-kulzer.com.br em 28 out. 2003.

tenham sido estatisticamente significantes, todos os filmes, na média, se enquadraram nos limites de aceitabilidade.

Alvares, Alvares e Tavano (1986) compararam as propriedades sensitométricas dos filmes periapicais Agfa-Gevaert, Ultra-speed e Ektaspeed, processados na solução Kodak pronta para uso. Utilizaram no estudo um fantoma, e as imagens foram analisadas subjetivamente, por profissionais e especialistas, e objetivamente através do estudo das propriedades sensitométricas. Concluíram que o filme mais sensível foi o Ektaspeed, seguido pelos filmes Agfa-Gevaert e Ultra-speed. Embora o filme Agfa-Gevaert tenha apresentado a melhor qualidade de imagem, o filme Ektaspeed não deixava de ter suas vantagens, devido a sua maior sensibilidade.

Segundo Fletcher (1987) o filme periapical Ektaspeed, da Kodak, é 2 (duas) vezes mais rápido que o Ultra-speed, reduzindo significativamente a exposição do paciente aos raios X. O autor comparou as qualidades dos filmes D e E sob técnicas de processamento manual e automático, concluindo que o filme Ektaspeed processado em qualquer situação produz imagens radiográficas aceitáveis para o diagnóstico, com densidades dentro dos limites recomendados em Odontologia.

Conforme Waggoner e Ashton (1988), as diferenças observadas em estudos anteriores levou-os a comparar novamente as imagens radiográficas de lesões cariosas proximais nos filmes periapicais Ultra-speed e Ektaspeed. Porém, não encontraram diferença significativa entre os filmes quanto à capacidade de diagnóstico dos cirurgiões-dentistas.

Benz (1989) avaliou dois novos filmes periapicais considerados de alta sensibilidade: Agfa Dentus M4 e Dupont Super Dozahn HS. Comparou-os então com os filmes Ultra-speed e Ektaspeed, ambos da Kodak. O Agfa Dentus M4 provou ser

o mais sensível. Embora a alta sensibilidade resulte em menor contraste, os filmes mais rápidos podem ser utilizados na maioria dos casos com a vantagem de oferecer máxima redução da dose de radiação.

A obtenção da densidade ótica de um filme radiográfico pela técnica da fotodensitometria, usualmente adotada, exige muito trabalho e tempo, ocasionando dificuldades em processar grande quantidade de dados em situações clínicas diárias. Para compensar tal desvantagem, Iwashita, Morita e Noikura (1989) desenvolveram um programa computadorizado denominado "Al-Equivalent Aleq" (*Aluminium Equivalent*), no qual se processam as informações referentes à densidade de imagem no computador, determinam-se os valores equivalentes em alumínio e finalmente, exibi-se na tela como imagem em função desses valores obtidos. Para efeito de comparação com a técnica da fotodensitometria, o material utilizado no estudo como corpo de referência foi o alumínio, pois comparado ao cobre apresentou valor semelhante ao coeficiente de atenuação de massa. Como formato do corpo de referência utilizaram dois escalímetros de Alumínio: um em forma de degraus (*step*) e outro em forma de rampa (*slop*), com 32 milímetros de comprimento, 5 milímetros de largura e 6 milímetros de espessura máxima. Não observaram diferenças entre os dois escalímetros e verificaram que para a análise da densidade radiográfica de um filme é preferível o uso do *slop* de alumínio devido à facilidade de processamento de informações no computador. Os autores concluíram que esse sistema de processamento e análise de imagem permite medir-se o equivalente em alumínio sem apresentar qualquer desvantagem aos demais sistemas de medição ótica, sendo possível sua aplicação em clínicas diárias; uma vez que a quantidade de radiação e o processamento de imagem provocam

variações na densidade do filme, o valor equivalente serve para corrigir tais variações.

Matthee, Becker e Seeliger (1990) realizaram experimento utilizando os filmes Agfa Dentus M2, Flow e Ultra-speed associados a um penetrômetro de alumínio, visando determinar qual a combinação de filme, solução e temperatura produziria melhores resultados em termos de contraste radiográfico e sensibilidade do filme. Independentemente da solução e temperatura utilizadas, o maior contraste radiográfico foi obtido pelo filme Agfa, enquanto o filme Ultra-speed apresentou a maior sensibilidade.

Capelozza e Alvares (1990) compararam as propriedades sensitométricas dos filmes periapicais Ultra-speed, Ektaspeed e Agfa-Gevaert DOS-1 quando processados manualmente em solução Sillib (pronta para uso) a aproximadamente 20°C de temperatura. O processamento químico foi realizado no máximo 24 horas após a exposição. Com o objetivo de se obter radiografias padronizadas de estruturas dentárias de tal modo que fosse permitida comparação clínica das mesmas os autores utilizaram uma hemi-mandíbula humana incluída em substância plástica, simulando tecido mole (fantoma). As leituras densitométricas foram feitas obtidas com o fotodensitômetro da marca Ansco MacBeth TD-504, permitindo uma posterior análise de três propriedades sensitométricas (contraste, latitude e sensibilidade). Os resultados levaram os autores às seguintes conclusões: a maior sensibilidade foi do filme Ektaspeed, seguido do filme Agfa-Gevaert e por último o Kodak Ultra-speed; a densidade base e velamento foi maior no filme Agfa-Gevaert, seguido pelo Ultra-speed e Ektaspeed; o maior contraste foi obtido pelo filme Agfa-Gevaert.

A influência da temperatura e tempo de processamento automático nas propriedades sensitométricas de filmes radiográficos foi estudada por Hashimoto, Thunthy e Weinberg (1991), utilizando os filmes periapicais Ultra-speed e Ektaspeed, ambos do mesmo fabricante (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA). O contraste e a sensibilidade dos filmes mostraram-se maiores com o aumento do tempo e temperatura de processamento, sendo o Ektaspeed mais sensível a estas alterações. Quando processados em temperaturas abaixo de 21°C e tempos inferiores a 2,5 minutos, não apresentaram qualidades suficientes para diagnóstico.

Matthee e Seeliger (1991) avaliaram quatro soluções de processamento rápidas para identificar qual a combinação filme/solução e temperatura produziria os melhores resultados em termos de contraste radiográfico e sensibilidade do filme. Os filmes utilizados foram Agfa Dentus M2, Flow e Ultra-speed e as soluções foram Kolchem Rapid Dev 1, Kolchem Rapid Dev 2, MEMS Ultra-Neg e Siemens Insta-Neg. O processamento foi realizado manualmente e em diferentes temperaturas. O contraste radiográfico e a sensibilidade foram calculados e os dados obtidos submetidos à análise estatística. Concluiu-se que o filme Agfa Dentus M2 processado com a solução Kolchem Rapid Dev 2 a 18°C apresentou os maiores contraste e sensibilidade, com todas as demais combinações apresentando os valores de densidade base e velamento dentro do limite aceitável de 0,25.

Svenson, Lindvall e Grondahl (1993) pesquisaram as propriedades e a eficácia no diagnóstico de cáries de três filmes periapicais: Agfa Dentus M4 (AgfaGevaert, Morstel, Belgium), Ektaspeed e Ultra-speed. O Ektaspeed apresentou a maior eficácia no diagnóstico de cáries, enquanto o Agfa Dentus M4, a menor. O filme Agfa Dentus M4 foi 1,8 vezes mais rápido que o Ektaspeed, e 2,8 vezes mais rápido que o Ultra-speed. Porém, o Agfa Dentus M4 apresentou um contraste

radiográfico inferior aos outros filmes, além de se revelar limitado quanto ao diagnóstico de cáries incipientes.

Svenson e Petersson (1993) compararam os filmes periapicais Flow D (DX-58) e Flow E (EX-58), recém lançados no mercado, com os filmes Ultra-speed e Ektaspeed, ambos da Kodak e já comumente utilizados. Não houve maiores diferenças de contraste entre os filmes. Flow D e Ultra-speed apresentaram a mesma sensibilidade. Segundo os autores, para se obter a mesma densidade do Ultra-speed, o filme Flow E exigiu uma exposição aos raios X 66% menor, enquanto o Ektaspeed necessitou 39% a menos de exposição.

Sanderink et al. (1994) avaliaram a qualidade dos sistemas digitais RadioVisioGraphy, Sens-A-Ray, Flash Dent, Visualix/Visa e do filme Ektaspeed para determinar o comprimento do canal radicular com limas nº 10 e nº 15. Os sistemas digitais RadioVisioGraphy e Sens-A-Ray apresentaram resultados semelhantes ao filme Ektaspeed com a lima nº 15. Entretanto, quando posicionada a lima nº 10, o filme convencional mostrou-se superior aos sistemas digitais.

Em 1995 foi introduzido no mercado um novo filme periapical, o Ektaspeed Plus (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA). Thunthy & Weinberg (1995) compararam o novo filme com o Ektaspeed e Ultra-speed. O Ektaspeed Plus mostrou-se mais rápido que o Ektaspeed em todas as densidades, além de apresentar alto contraste inerente e latitude de exposição estreita, similar ao Ultra-speed. O Ektaspeed, ao contrário, apresentou um baixo contraste inerente e uma latitude de exposição ampla. Conforme a conclusão dos autores, o filme Ektaspeed Plus possui as vantagens do Ultra-speed (alto contraste) e do Ektaspeed (alta sensibilidade).

Ludlow e Platin (1995) compararam a sensibilidade, contraste, latitude de exposição e poder de resolução dos filmes periapicais Kodak Ultra-speed, Ektaspeed e Ektaspeed Plus. A curva sensitométrica de cada filme foi construída de acordo com as condições de processamento. O estudo utilizou duas soluções químicas de processamento (nova e usada) para se observar o efeito gerado na qualidade de diagnóstico da imagem radiográfica. O filme Ektaspeed Plus demonstrou ser o mais sensível, sendo 2 (duas) vezes mais rápido que o filme Ultra-speed; e apresentou a menor variação entre as condições de processamento. O filme Ektaspeed exibiu a maior latitude de exposição relativa, seguido pelo Ektaspeed Plus e Ultra-speed. Os resultados sugeriram que os cirurgiões-dentistas que evitavam utilizar o filme Ektaspeed Plus devido às suas variações de sensibilidade conforme as condições de processamento devem, após este estudo, considerar e refletir sobre a redução da dose de radiação em seus pacientes.

O filme periapical Ektaspeed Plus foi comparado aos filmes Ektaspeed e Ultra-speed por Conover, Hildebolt e Anthony (1995a). A comparação foi baseada em medidas objetivas (sensibilidade, contraste e densidade base e velamento) e avaliação subjetiva (granulação do filme e aparência). O filme Ektaspeed Plus apresentou maior contraste que o filme Ektaspeed e foi similar ao filme Ultra-speed. Do ponto de vista da sensibilidade, o filme Ektaspeed Plus apresentou-se superior aos demais. Os filmes Ektaspeed Plus e Ultra-speed apresentaram estabilidade de resultados durante este teste e não houve diferença significativa nos valores de densidade base e velamento. O filme Ektaspeed Plus apresentou diminuição na densidade base e velamento enquanto o filme Ektaspeed apresentou aumento. As imagens radiográficas foram obtidas da região de molares por meio de um simulador e as radiografias avaliadas subjetivamente por três observadores. O filme Ektaspeed

Plus foi o que apresentou a menor granulação. Com base nas avaliações realizadas, concluíram que o filme Ektaspeed Plus foi superior ao filme Ektaspeed e em algumas situações foi superior ou equivalente ao filme Ultra-speed.

Price (1995) comparou o Ektaspeed Plus com o Ektaspeed e Ultra-speed. O filme Ektaspeed Plus demonstrou ser quase 2 (duas) vezes mais sensível que o Ultra-speed; apresentou contraste similar ao do Ultra-speed, embora muito superior ao contraste do Ektaspeed em valores altos de densidade óptica. O estudo revelou também que o Ektaspeed Plus oferece uma boa qualidade de imagem; semelhante ao Ektaspeed, mas inferior ao Ultra-speed.

Wakoh et al. (1995) descreveram as características e o rendimento (capacidade de oferecer informações) de quatro filmes periapicais: Ultra-speed, Ektaspeed, Flow DV-58 (Flow X-ray, West Hempstead, NY, USA) e Agfa Dentus M2 Comfort (AgfaGevaert, Morstel, Belgium). O Agfa Dentus M2 Comfort apresentou o maior contraste, uma sensibilidade intermediária aos filmes do grupo D e E, e uma latitude de exposição mais ampla que a Ultra-speed, porém menor que a do Flow DV-58. Em baixas exposições, os filmes Agfa Dentus M2 Comfort e Ektaspeed apresentaram um rendimento (capacidade de oferecer informações) superior aos outros dois filmes.

Kitagawa et al. (1995) pesquisaram as propriedades sensitométricas de três filmes periapicais (Ektaspeed Plus, Ektaspeed e Ultra-speed). Quanto à densidade base e velamento, o Ektaspeed Plus se manteve em uma faixa intermediária ao Ektaspeed e Ultra-speed. Em relação à sensibilidade, o Ektaspeed Plus mostrou ser ligeiramente mais veloz que o Ektaspeed, e aproximadamente 2 (duas) vezes mais rápido que o Ultra-speed. Entretanto, os filmes Ektaspeed Plus e Ultra-speed apresentaram contrastes próximos.

Conover, Hildebolt e Anthony (1995b) compararam objetiva e subjetivamente seis filmes periapicais: Ektaspeed Plus, Agfa Dentus M2, Ideal MX58, Ultra-speed, Minimax TRX-S e Schein DX58. Foram realizadas medidas objetivas, tais como sensibilidade, contraste e densidade base e velamento e avaliações subjetivas como facilidade de uso, granulação do filme e aparência geral. O filme Ektaspeed Plus foi o mais sensível, seguido pelos filmes Agfa Dentus M2 e Ultra-speed. Os filmes Agfa Dentus M2, Schein e Minimax apresentaram baixo contraste enquanto os filmes Ultra-speed e Ideal MX58 evidenciaram os mais altos contrastes. Por obter resultados comparáveis ou superiores aos outros filmes, o Ektaspeed Plus foi considerado pelos autores uma alternativa para os profissionais que utilizam filmes do grupo D de sensibilidade.

Horner, Rushton e Shearer (1995) avaliaram um novo filme radiográfico, o Ektaspeed Plus. Após a análise laboratorial compararam-no com o Ektaspeed e Ultra-speed. Cada filme foi exposto aos raios X a 50 kVp e 70 kVp, suas respectivas curvas características foram construídas visando comparar a sensibilidade, contraste e densidade base e velamento. Os filmes Ektaspeed Plus e Ektaspeed apresentaram a mesma sensibilidade. Porém, o contraste foi maior e a densidade base e velamento levemente maior no Ektaspeed Plus. Em relação ao Ultra-speed, o Ektaspeed Plus mostrou-se mais sensível, mas com contraste similar. Os autores concluíram que a melhora no contraste da imagem verificada no Ektaspeed Plus pode torná-lo mais aceitável entre os cirurgiões-dentistas, contribuindo assim para a redução da dose de radiação (HORNER; RUSHTON; SHEARER, 1995).

Conforme Emery, Hoskinson e Gulabivala (1996) o desenvolvimento dos filmes radiográficos na década de 1980 foi considerável devido à introdução no mercado de filmes do grupo E de sensibilidade. Apesar de diminuírem o tempo de

exposição em aproximadamente 50%, estes filmes não vinham sendo amplamente utilizados pelos cirurgiões-dentistas. Decidiram então comparar os filmes periapicais Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Agfa M2 Comfort com o auxílio de limas endodônticas nº 10 introduzidas nos canais radiculares de primeiros e segundos molares, superiores e inferiores, de um crânio seco. Quatro endodontistas calibrados posicionaram as limas 1 (um) milímetro aquém do ápice radiográfico de 180 canais radiculares, determinando o comprimento de trabalho. Este foi comparado posteriormente ao comprimento real dos canais. O estudo permitiu a conclusão de que os três filmes radiográficos possuem contraste e resolução suficientes para indicá-los no tratamento endodôntico.

Hintze, Christoffersen e Wenzel (1996) compararam por meio de detecção de lesões cariosas dois novos filmes periapicais (Ektaspeed Plus e Agfa M2 Comfort) com filmes de uso comum no mercado (Ultra-speed e Ektaspeed). Utilizaram para tanto 103 superfícies oclusais e 224 proximais, cujos cortes histológicos indicavam a real profundidade da lesão. Quanto à acurácia no diagnóstico de lesões cariosas não houve diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes tipos de filmes.

Lim, Loh e Hong (1996) compararam a qualidade de imagem, dose de radiação e valor de diagnóstico do sistema digital Digora (Soredex, Finland) com filmes periapicais do grupo E de sensibilidade. Radiografias do primeiro molar inferior esquerdo de um crânio seco foram executadas variando os tempos de exposição de 0,02 a 2,32 segundos. Cinco cirurgiões-dentistas avaliaram a qualidade das imagens obtidas nos dois sistemas. O Digora apresentou resultados comparáveis aos filmes E em termos de contraste. Entretanto, o poder de resolução da imagem foi levemente superior nos filmes convencionais.

O sistema digital Digora apresentou desempenho comparável ao filme Ektaspeed na detecção de cáries proximais, de acordo com Svanaes et al. (1996). Porém, o filme Ektaspeed foi superior ao sistema digital Sens-A-Ray na interpretação de cáries proximais em estudo realizado por Price e Ergül (1997).

A relutância de alguns cirurgiões-dentistas em utilizar filmes do grupo E de sensibilidade, por acharem suas imagens inferiores às dos filmes do grupo D, não foi sustentada ou apoiada por Ricketts et al. (1997). O presente estudo avaliou o comportamento de filmes do grupo D e E através do diagnóstico de lesões cariosas proximais e oclusais, em imagens obtidas por meio da técnica radiográfica interproximal. Cinco examinadores interpretaram as radiografias detectando a presença ou ausência de lesões cariosas, além de indicarem o filme que forneceu a melhor imagem. A porcentagem de cáries identificadas corretamente no exame radiográfico foi baixa. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de filme, induzindo os autores a recomendarem o uso do filme E na prática odontológica.

Tamburús e Lavrador (1997) estudaram o contraste radiográfico de três filmes periapicais (Ultra-speed, Ektaspeed e Ektaspeed Plus). Radiografaram um escalímetro de Alumínio para avaliação objetiva e uma mandíbula humana seca, para avaliação subjetiva. Para avaliação objetiva, o contraste foi avaliado a partir das medidas de densidade ótica e os resultados analisados por meio de análise estatística. A avaliação subjetiva foi realizada por 12 cirurgiões-dentistas com ampla experiência clínica. Os autores concluíram que o contraste do filme Ektaspeed Plus não difere significativamente do Ultra-speed, sendo ambos superiores ao filme Ektaspeed.

Comparando filmes periapicais do grupo E de sensibilidade (Ektaspeed Plus e EV 57) e do grupo D de sensibilidade (Ultra-speed e DV 57), Svenson et al. (1997) verificaram que na densidade óptica igual a 1,0 (um), o filme Ektaspeed Plus foi 2,28 vezes mais rápido que o Ultra-speed. Quanto ao contraste, o Ektaspeed Plus foi comparável aos outros filmes radiográficos. Para determinarem a velocidade e o contraste dos quatro filmes, os autores utilizaram no experimento 75 (setenta e cinco) dentes pré-molares extraídos, totalizando 30 (trinta) exposições para cada tipo de filme. Com relação ao diagnóstico de cavitações, não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os filmes Ultra-speed e Ektaspeed Plus, e recomendam o último, por ser mais sensível, para a prática odontológica.

O filme Ektaspeed Plus usa em sua emulsão a tecnologia T-Grain, similar a T-Mat aplicada em filmes extra-buciais, com grânulos tabulares, diferentes da emulsão anterior. Esta tecnologia além de melhorar a resolução da imagem, aumenta a sensibilidade do filme (THUNTHY; WEINBERG, 1995; TJELMELAND et al., 1998). Tjelmeland et al. (1998) compararam subjetivamente os contrastes dos filmes Ektaspeed Plus e Ultra-speed. A amostra consistiu em 4 séries de 22 radiografias de um bloco de Alumínio de 7 milímetros de espessura, exposto aos raios X com tempos de exposição variando de 0,05 a 5 segundos. Subjetivamente, não houve diferença de contraste entre os dois filmes.

Versteeg et al. (1998) avaliaram os filmes Ektaspeed números 1 e 2 e o sistema digital Sidexis quanto ao número de repetições radiográficas que estes poderiam proporcionar. Profissionais qualificados executaram radiografias periapicais em cinquenta pacientes. Apenas 6% dos exames realizados com os filmes convencionais necessitaram de repetições. O sistema digital exigiu novas exposições em 28% das radiografias. A hipótese de que a espessura do sensor

digital, seu menor tamanho e conexão com o cabo de fibra óptica ocasionam um maior número de repetições radiográficas foi confirmada (VERSTEEG et al., 1998).

Os filmes D-speed, E-speed e sistema digital Digora foram comparados quanto ao diagnóstico de cáries proximais artificiais por Cederberg et al. (1998). As imagens foram analisadas com iluminação e sem iluminação ambiente. O filme E-speed apresentou melhor desempenho sem luz ambiente, enquanto o filme D-speed foi superior com iluminação ambiente. O menor desempenho foi do sistema digital Digora e em ambiente sem iluminação.

Wenzel, Hintze e Horsted-Bindslev (1998) avaliaram os sistemas digitais Digora, Sidexis e o filme E-speed na identificação radiográfica de materiais restauradores. Dentes extraídos e restaurados com amálgama e ionômero tiveram suas imagens examinadas. Concluíram que os materiais restauradores são identificados com grande probabilidade na imagem do filme E-speed, e com menor confiabilidade nos sistemas digitais.

Suleiman et al. (1999) divulgaram os dados obtidos em Clínicas Odontológicas particulares, no ano de 1993, comparando-os com os resultados obtidos em levantamentos realizados em Faculdades de Odontologia entre 1995 e 1996. Foram coletados dados como: exposição de radiação ao paciente, técnica radiográfica, qualidade da imagem radiográfica, qualidade do processamento radiográfico e velamento. Os autores descobriram que em Faculdades de Odontologia são utilizados filmes radiográficos do grupo E de sensibilidade com mais frequência do que em clínicas particulares. O uso de filme do grupo E associado a melhores condições de processamento radiográfico nas Faculdades de Odontologia, reduzem as doses de radiação recebidas pelo paciente sem perda de qualidade da imagem.

Yoshiura et al. (1999) desenvolveram um “phantom” para avaliar a qualidade da imagem radiográfica de filmes periapicais (Ultra-speed e Ektaspeed Plus) e de vários sistemas digitais intraorais. O “phantom” foi composto por um escalímetro de alumínio de 12 degraus (1mm de espessura cada degrau) revestido por um bloco de acrílico para simulação do tecido mole. Cada degrau do escalímetro possuía 7 (sete) orifícios de diâmetros diferentes. Os filmes foram sensibilizados utilizando-se os aparelhos Heliodent MD (Siemens, Germany) e Oralix 65 (Philips, The Netherlands) e variando-se a quilovoltagem e tempos de exposição. A densidade óptica em cada filme foi determinada por meio do microdensitômetro Macbeth TD 932, e em seguida a radiografia foi digitalizada para se obter os valores de “níveis de cinza”. Estes valores foram então comparados às densidades ópticas. Os resultados indicaram uma relação linear entre a densidade óptica e os “níveis de cinza” das imagens digitalizadas. De acordo com os autores, a qualidade da imagem pode ser quantitativamente avaliada de acordo com o número de orifícios perceptíveis na imagem do “phantom”.

Após serem processados em cinco diferentes soluções, quatro filmes periapicais (Ektaspeed Plus, Ultra-speed, Agfa Dentus M2 Comfort e Agfa Dentus M2) tiveram suas características sensitométricas confrontadas (SYRIOPOULOS et al., 1999b). O novo filme Agfa Dentus M2 Comfort exibiu menor densidade base e velamento e maior sensibilidade em relação ao seu antecessor (Agfa Dentus M2). O Ektaspeed Plus e o Agfa Dentus M2 Comfort se equivaleram em velocidade quando se utilizou soluções de processamento automático. Os autores afirmam que o novo filme Agfa Dentus M2 Comfort pertence ao grupo E de sensibilidade, podendo ser considerado uma alternativa ao Ektaspeed Plus, pois ambos são recomendados na

prática odontológica por contribuírem para a redução da dose de radiação ao paciente.

Com o objetivo de examinar os efeitos da exaustão do revelador nas propriedades sensitométricas de quatro filmes periapicais (Ektaspeed Plus, Ultra-speed, Agfa Dentus M2 Comfort e Agfa Dentus M2), Syriopoulos et al. (1999a) utilizaram um penetrômetro ("step-wedge") de alumínio e cinco diferentes soluções de processamento, sendo 3 (três) soluções para processamento manual e 2 (duas) para processamento automático. Os resultados indicaram o Ektaspeed Plus como o filme mais sensível em soluções de processamento manual. Já em soluções para processamento automático, o novo Agfa Dentus M2 Comfort e Ektaspeed Plus apresentaram velocidades próximas. A menor sensibilidade em todas as soluções foi atribuída ao Ultra-speed. A exaustão do revelador causou um decréscimo semelhante na velocidade dos filmes Ektaspeed Plus, Agfa Dentus M2 Comfort e Agfa Dentus M2. De acordo com os autores, o novo filme Agfa Dentus M2 Comfort e Ektaspeed Plus requerem menor tempo de exposição, e são superiores ou equivalentes ao Ultra-speed em outras propriedades.

Coclete (1999) teve o objetivo de analisar a utilização da densidade radiográfica como substituto da densidade ótica. As diferenças medidas foram executadas a partir da utilização de tiras de filmes extra-bucais XK-1, que foram processadas automaticamente em diferentes temperaturas. Para se avaliar a densidade ótica utilizou-se o fotodensitômetro MRA e para a avaliação das densidades radiográficas escaneou-se as tiras de filmes e utilizou-se o software Digora for Windows 1.51, que forneceu os dados que puderam ser comparados para avaliação da solução de processamento radiográfico quanto a atividade, uso e degradação da mesma em diferentes processamentos. A análise estatística dos

resultados obtida pela Correlação de Pearson mostrou alta correlação entre a densidade ótica e a densidade radiográfica em todas as temperaturas estudadas. Concluiu-se que os resultados das densidades ótica e radiográfica foram semelhantes nas 4 temperaturas estudadas. Verificou-se ainda que, as leituras das tiras densitométricas pelo fotodensitômetro podem ser substituídas pelas leituras digitalizadas; que a maior vantagem desta substituição seria a obtenção dos dados da densidade radiográfica de forma objetiva, rápida e de comparação direta com bancos de dados em função da facilidade de arquivo informatizado. O autor afirma que a informática, ou seja, o sistema digital de imagem, pode substituir o fotodensitômetro na leitura de densidades.

Em estudo semelhante ao de Coclete (1999), Silva (1999) avaliou as densidades óticas de tiras de filmes extrabucais processados nas mesmas condições da pesquisa anterior e comparou-as às densidades radiográficas obtidas pela digitalização das imagens utilizando o programa Adobe Photoshop versão 4.0. Silva (1999) também concluiu que a leitura de densidade em imagens digitalizadas, neste caso através do programa Adobe Photoshop, pode substituir a leitura realizada com o fotodensitômetro, além de ser mais objetiva e reduzir o tempo de obtenção dos dados.

Uprichard et al. (2000) compararam as radiografias convencionais com os sistema digital direto na detecção de lesões cariosas proximais em dentição mista. Cinco odontopediatras avaliaram a presença de cáries em 270 superfícies proximais de dentes decíduos e permanentes extraídos. As imagens digitais foram obtidas por meio do aparelho Schick (Schick Technologies, USA) e as convencionais por meio dos filmes periapicais Kodak D e E. O diagnóstico correto foi significativamente maior quando utilizadas as radiografias convencionais. Os autores concluíram que o

sistema digital direto não ofereceu a mesma exatidão no diagnóstico de lesões cariosas proximais encontrada nos filmes convencionais.

Farman e Farman (2000) pesquisaram as propriedades sensitométricas de um novo filme, o Flow F-speed (Flow X-ray, West Hempstead, NY, USA), comparando-as com o Ektaspeed Plus, Agfa Dentus M2 Comfort e Ultra-speed. Foram utilizadas soluções e processamentos diferentes para cada filme. Quanto à sensibilidade, o novo filme Flow F-speed (grupo F de sensibilidade) mostrou ser o mais veloz. Quando processados automaticamente, o Agfa Dentus M2 Comfort (grupo E) pôde ser considerado do grupo F de sensibilidade, enquanto o Ultra-speed (grupo D), do grupo E. A velocidade do Ektaspeed Plus (grupo E) permaneceu inalterada nas diferentes soluções e processamentos. Enquanto os contrastes dos filmes foram similares, o Ultra-speed revelou possuir a menor densidade base e velamento, além da latitude mais ampla.

Pavan e Tavano (2000) utilizaram o sistema digital Digora para avaliar a densidade radiográfica comparando-o com a densidade ótica obtida por meio do fotodensitômetro MRA, em filmes periapicais processados manualmente, nas combinações de temperatura/tempo de 20°C/ 5 min., 25°C/ 3 min. e 30°C/ 1 min., correlacionando estes dados e também verificando se o aumento de temperatura das soluções processadoras modifica a qualidade da imagem. Para a execução deste trabalho foram utilizados 9 (nove) filmes radiográficos periapicais Ultra-speed DF-58, do grupo D de sensibilidade. Os resultados mostraram que a densidade ótica medida pelo fotodensitômetro apresentou valores baixos, enquanto que a densidade radiográfica apresentou uma variação correspondente aos níveis de cinza. Pavan e Tavano (2000) concluíram que a imagem digitalizada fornece uma grande precisão de resultados e rapidez no controle de qualidade e pode substituir o

fotodensitômetro na avaliação das imagens de filmes radiográficos processados manualmente.

A utilização de um programa de imagem para avaliar as densidades radiográficas, isto é, a quantificação dos níveis de cinza de um filme radiográfico, vem contribuir também na evolução da Radiologia Odontológica no que se refere ao controle de qualidade (TAVANO; DEZOTTI; IWAKI, 2000). Este novo método traz agilidade, rapidez, facilidade e capacidade de armazenagem de dados para o estudo de filmes radiográficos e soluções de processamento. Os autores afirmam também que a densidade radiográfica analisada pelo programa Adobe Photoshop 5.0 pode substituir o método convencional, ou seja, a obtenção da densidade ótica pelo fotodensitômetro MRA.

Com a intenção de confirmar que a obtenção da densidade ótica pelo método convencional pode ser substituída pelo método digital, Dezotti (2000) utilizou filmes radiográficos Agfa Dentus M2 Comfort processados nas soluções Kodak, Silib e Agfa Dentus em diferentes condições e o programa Adobe Photoshop 5.0. Concluiu que as densidades ótica e radiográfica podem ser usadas na prática odontológica visando o controle de qualidade de imagem para verificação da atividade de soluções processadoras.

Desde a descoberta dos raios X houve muita preocupação em se diminuir o tempo de exposição aos pacientes, e as indústrias fabricaram vários filmes radiográficos, cada vez mais rápidos (PEREIRA; OLIVEIRA; FREITAS, 2000). Os autores estudaram os filmes radiográficos intrabucais por meio de um histórico e discussão das suas propriedades sensitométricas, concluindo que a tendência atual da Radiologia é utilizar filmes mais rápidos para diminuir o tempo de exposição a que ficam sujeitos paciente e operador; nos filmes de maior sensibilidade há uma

pequena perda da qualidade da imagem radiográfica; muito embora não prejudique a interpretação, na utilização dos filmes ultra-rápidos é importante o uso de um processamento correto; no armazenamento dos filmes radiográficos deve-se resguardá-los de temperatura e umidade excessiva, agentes químicos e radiações perdidas.

Dezotti e Tavano (2000) avaliaram a sensibilidade, contraste e latitude de exposição do filme periapical Agfa Dentus M2 Comfort, quando processado manualmente em soluções Sillib (Polidental Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, Brasil), em 3 (três) diferentes combinações tempo/temperatura. Concluíram que o filme Agfa Dentus M2 Comfort alcançou propriedades sensitométricas adequadas em todas as combinações, revelando pertencer, nestas condições, ao grupo E de sensibilidade. O contraste e a latitude de exposição permaneceram substancialmente inalterados em todas as condições (20°C/2 minutos, 25°C/1 min., 30°C/0,5 min.), mantendo-se dentro de uma faixa aceitável.

Tavano e Dezotti (2000) estudaram os filmes periapicais Ultra-speed e Ektaspeed quando processados com soluções reveladoras de diferentes concentrações (revelador Kodak pronto para uso; concentrado em diluição 1:1; concentrado em diluição 1:3), com o intuito de verificar qual a melhor combinação filme radiográfico/solução de processamento quanto às propriedades sensitométricas e densidade ótica dos filmes radiográficos. Baseando-se nas curvas características de cada combinação filme/solução, concluíram que a maior sensibilidade foi alcançada pelo filme Ektaspeed processado com solução concentrada em diluição 1:3; o contraste radiográfico foi mais alto na combinação Ultra-speed/diluição 1:1 e mais baixo na combinação Ektaspeed/diluição 1:1; o filme Ultra-speed apresentou maiores resultados de densidade máxima; a densidade base

e velamento mais alta foi obtida sempre com o filme Ektaspeed. No presente estudo os autores preconizam que o processamento radiográfico deve ser realizado 2 horas após a exposição, para que as ionizações causadas nos cristais de prata da emulsão se estabilizem, e no máximo 24 horas após a exposição, tempo em que se inicia o desvanecimento da imagem.

Em 2000, White e Yoon pesquisaram as propriedades sensitométricas do Ektaspeed Plus e Flow E-speed (Flow X-ray, West Hempstead, NY, USA), bem como a eficácia dos dois filmes em se detectar cáries proximais. Utilizaram para tanto oitenta dentes (pré-molares e molares), cujas imagens foram interpretadas por doze dentistas, com a finalidade de constatar ou não a presença de cáries proximais. Determinou-se a profundidade real das lesões através de exame microscópico prévio. Conforme os autores, as curvas de contraste e densidade base e velamento dos filmes são comparáveis. A eficácia em se detectar lesões cariosas proximais foi a mesma. Ektaspeed Plus e Flow E-speed seguiram ou até excederam as especificações da American Dental Association em termos de propriedades sensitométricas.

Rosa (2001) avaliou e comparou as propriedades sensitométricas dos filmes periapicais Ektaspeed e Agfa M2 processados manualmente com soluções Kodak (convencional) e Inodon (monobanho). Os filmes foram expostos aos raios X sob uma máscara de chumbo idealizada para a padronização das radiografias, mantendo-se uma distância focal fixa de 50 centímetros. Quanto às densidades óticas, os resultados mais altos foram do filme Agfa M2, tanto no processamento Kodak como no Inodon. Por ter se mostrado mais sensível, suas curvas características se posicionaram sempre mais à esquerda em relação ao filme Ektaspeed. Ambos os filmes apresentaram sensibilidade e contraste de alta

qualidade somente quando utilizada a solução Kodak, com uma ligeira superioridade do filme Agfa M2.

Balthazar (2001) avaliou os filmes periapicais Ultra-speed, Ektaspeed, Flow D e Minimax TRX-S, expostos aos raios X e processados padronizadamente em duas soluções consideradas lentas e três rápidas. Os contrastes obtidos pelos três métodos propostos apresentaram resultados semelhantes, o que também foi observado nos formatos das curvas características, ficando as do filme Ektaspeed mais à esquerda, por ser o mais sensível dos quatro.

Price (2001) decidiu comparar o Ektaspeed Plus e o Ultra-speed com um novo filme, cujo fabricante (Eastman Kodak, Rochester, NY, USA) alegou pertencer ao grupo F de sensibilidade, desde que processado automaticamente com soluções novas Readymatic (Eastman Kodak, Rochester, NY, USA). Seguindo suas recomendações, o processamento foi automático (AT 2000, Air Techniques Inc., Hicksville, NY, USA), a 28°C, com ciclo de 5,5 minutos. As soluções químicas empregadas eram novas (Readymatic, Kodak Canada, Toronto, Ontário, Canadá). Entre a exposição e o processamento químico respeitou-se o intervalo de 2 a 3 horas, a fim de reduzir os efeitos causados pela instabilidade da imagem latente. As densidades foram mensuradas em 6 (seis) diferentes áreas do filme, e determinadas através do densitômetro TD 502 (Kollmorgen Co., Newburgh, NY, USA), obtendo-se então a densidade média de cada filme. Os resultados posicionaram o novo filme no grupo F de sensibilidade, exatamente como o fabricante havia informado. Sua velocidade foi ligeiramente superior ao dobro da velocidade do Ultra-speed. Seu contraste foi quase idêntico ao do Ektaspeed Plus. Em densidades mais baixas, o contraste do Ultra-speed mostrou ser o maior, porém, foi alcançado pelos outros filmes em densidades mais altas. A densidade base e velamento revelou-se baixa

em todos os filmes. O autor pôde concluir que o novo filme de sensibilidade F, desde então denominado InSight, possibilitou uma redução adicional na dose de radiação ao paciente, sem alterar, entretanto, as características do Ektaspeed Plus, como contraste e qualidade de imagem.

Comparando as características sensiométricas do Ektaspeed Plus e InSight, inclusive a eficácia de diagnóstico e qualidade de imagem dos dois filmes, Syriopoulos et al. (2001) concluíram que o novo filme InSight possui propriedades superiores ao Ektaspeed Plus. Mantendo-se a qualidade de imagem aceitável para o diagnóstico, o InSight exigiu um tempo de exposição 20% menor quando comparado ao seu antecessor, enquanto o fabricante afirma ser 25% menor. Em densidades de 0,25 a 2 apresentaram contrastes comparáveis, mas em densidades de 1 a 3, o InSight obteve maior contraste. A avaliação da eficácia de diagnóstico foi realizada com limas endodônticas. As limas, tamanho 10 e 15, foram introduzidas e posicionadas próximas aos ápices radiculares de dentes pré-molares e molares, em pontos previamente estabelecidos. Depois de processadas automaticamente (soluções Kodak Readymatic e processadora XR 24 Nova, Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany), as radiografias foram examinadas, e cada observador determinou a posição da lima através da imagem radiográfica. Os resultados foram comparados com as posições reais das limas, e assim avaliou-se a eficácia de diagnóstico. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois filmes quanto à eficácia de diagnóstico. Com relação à qualidade de imagem, todos os observadores preferiram o Ektaspeed Plus, sendo esta preferência estatisticamente significativa somente para dois observadores. Todavia, para os autores, esta avaliação não torna o InSight inferior ao Ektaspeed quando se refere à qualidade de imagem.

Junqueira, Dezotti e Tavano (2001) estudaram as propriedades sensitométricas dos filmes periapicais Ektaspeed, Ultra-speed, Flow D e Minimax TRX-S, revelados em quatro diferentes soluções de processamento (Kodak concentrado e pronto para uso; Roentex concentrado; Sillib pronto para uso). Buscaram, por meio de confecção de curvas características, obter as propriedades sensitométricas (sensibilidade, contraste e latitude) a fim de alcançar a melhor combinação filme radiográfico/solução processadora. Concluíram que a sensibilidade e densidade base e velamento mais altas foram alcançadas quando se utilizou o filme Ektaspeed; o contraste radiográfico foi aceitável em todas as combinações, sendo mais alto para o filme Flow D e mais baixo para o filme Minimax TRX-S.

Verdonschot e Duijsings (2001) resolveram pesquisar as propriedades sensitométricas do filme Kodak InSight. Segundo o fabricante, o novo filme requer um menor tempo de exposição aos raios X, embora mantenha as outras características relevantes de seu antecessor, o Ektaspeed Plus. Os autores verificaram que o InSight necessitou de um tempo de exposição em média 17% menor que o Ektaspeed Plus, e 49% menor em relação ao Ultra-speed, desde que processados pelo método manual. Os gradientes (inclinação da curva característica) no Ektaspeed Plus e InSight foram idênticos. Porém, entre Ultra-speed e InSight, o último apresentou um maior gradiente, indicando maior contraste.

Yakoumakis et al. (2001) avaliaram a qualidade da imagem e a dose de radiação em radiografias intrabucais. As imagens radiográficas foram obtidas em 108 consultórios odontológicos, sendo a qualidade da imagem e o processamento radiográfico avaliados subjetivamente e objetivamente, comparando-se os filmes processados por cirurgiões-dentistas com os filmes processados em condições

consideradas ótimas. Os dados consistiram de medidas de densidade ótica, que foram utilizadas para se obter o contraste radiográfico e escores da qualidade da imagem e processamento dos filmes, que foram posteriormente analisados por dois radiologistas de maneira independente. A dose de exposição foi também medida de acordo com cada técnica radiográfica utilizada tendo os resultados indicado grande variabilidade nos tempos de exposição usados pelos clínicos. O processamento do filme foi inadequado na maioria dos consultórios, o que resultou em qualidade deficiente da imagem e aumento de dose de radiação para o paciente. Os autores concluíram que as técnicas intrabucais e o processamento radiográfico deveriam ser padronizados para melhorar a qualidade da imagem e reduzir a dose de radiação para o paciente.

Geist e Brand (2001) determinaram as características sensitométricas dos filmes InSight e Ektaspeed Plus, utilizando soluções de processamento novas e usadas. Os filmes foram processados automaticamente (processadora automática Dent-X 9000, Dent-X, Elmsford, NY, USA), com ciclo de 4,5 minutos, utilizando soluções Readymatic (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA). Soluções novas e com 5 (cinco) dias de uso (500 radiografias processadas) foram empregadas no processamento. Os níveis de radiação foram mensurados com um dosímetro da marca Mult-O-Meter, modelo 512 (Unfors Instruments, Billdal, Sweden). Conforme os autores, o InSight é um filme de sensibilidade F quando processado automaticamente, tanto em soluções novas como usadas. Foi aproximadamente 25 a 30% mais veloz que o Ektaspeed Plus em soluções novas, permitindo uma redução no tempo de exposição de 20 a 24%. Entretanto, o aumento na sensibilidade do filme é maior quando processado em soluções químicas usadas, sendo 35 a 65% mais veloz que o Ektaspeed Plus nestas condições. Comparado ao

Ektaspeed Plus, o contraste no filme InSight foi levemente menor em áreas de baixa densidade, porém, levemente maior em áreas de maior densidade, indicando que os filmes possuem contrastes equivalentes (GEIST; BRAND,2001).

Ludlow, Platin e Mol (2001) relataram as características (velocidade, contraste, latitude de exposição) do filmes periapical InSight, confrontando-as com as propriedades dos filmes periapicais Ultra-speed e Ektaspeed Plus. Determinou-se a latitude de exposição a partir de um escalímetro de Alumínio. Todos os filmes foram processados automaticamente (Dent-X 810, Dent-X, Elmsford, NY, USA), a 28°C, com ciclo de 4,5 minutos, já que o fabricante (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA) alega ser o filme InSight de velocidade F, desde que processado automaticamente com soluções novas Readymatic (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA). A suave compressão e flexão do filme neste tipo de processadora automática (com roletes) ativa a emulsão, aumentando o grau (de velocidade) de revelação (LUDLOW; PLATIN; MOL, 2001). Sob condições de exaustão severa das soluções de processamento, o filme InSight passou de velocidade F para velocidade E. Entretanto, o decréscimo de velocidade foi observado em todos os filmes. Nestas mesmas condições, houve uma diminuição do contraste radiográfico do Ultra-speed e Ektaspeed Plus. Porém, no InSight, o contraste permaneceu constante. Os autores enfatizam que o presente estudo não testou o efeito de soluções oxidadas sobre as propriedades sensitométricas dos filmes. A intenção foi simular as condições de processamento na prática odontológica, pois é comum a utilização da mesma solução por um período de até 5 (cinco) dias. O filme InSight exigiu 77% do tempo de exposição usado pelo Ektaspeed Plus, e somente 44% do indicado para o Ultra-speed. Apresentou um contraste mais estável que o Ektaspeed Plus, e forneceu 93% da latitude de exposição do mesmo filme. Portanto, o filme InSight foi

recomendado para substituir os filmes periapicais de sensibilidade D e E (LUDLOW; PLATIN; MOL, 2001).

Segundo Ludlow, Abreu Junior e Mol (2001), o filme InSight, além de reduzir a dose de radiação ao paciente, mantém a qualidade de diagnóstico. Comparando os filmes InSight, Ektaspeed Plus e Ultra-speed, verificaram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os três filmes com relação à detecção de cáries.

Nair e Nair (2001) estudaram a eficácia na detecção de cáries proximais naturais dos filmes Ektaspeed Plus e InSight e do sensor digital Schick CMOS-APS. Os resultados não indicaram diferenças significantes entre as três modalidades de imagem. Para fornecer uma imagem similar ao Ektaspeed Plus, que seja capaz de revelar cáries proximais, o filme InSight necessitou 20% menos de exposição aos raios X.

Vale e Bramante (2002) avaliaram a capacidade de visibilidade de limas endodônticas em imagens radiográficas obtidas por meio dos filmes periapicais Ultra-speed, Ektaspeed Plus, Agfa M2 Comfort, e em imagens padrão, negativa e 3D obtidas com a placa ótica do sistema digital Digora. Para visibilidade de limas menos calibrosas (n^{os} 06, 08, 10) os filmes periapicais foram melhores que as imagens digitais, destacando-se o Ultra-speed DF-58 da Kodak. Quanto à visibilidade da lima n^o 15, as imagens digitais exibiram melhores resultados em relação aos filmes, destacando-se a imagem negativa do sistema digital Digora.

Filmes periapicais do grupo D (Ultra-speed) , E (Ektaspeed Plus) e F (InSight) de sensibilidade foram utilizados por Sheaffer et al. (2002) para determinar o comprimento de trabalho durante o tratamento endodôntico. Limas endodônticas n^o 10 foram introduzidas em diferentes posições nos canais radiculares de três dentes

posteriores da maxila. Trinta radiografias foram então obtidas, sendo dez para cada tipo de filme. Excluídos todos os autores, cinco cirurgiões-dentistas avaliaram as distâncias entre a extremidade da lima e o ápice radiográfico de cada canal radicular, comparando-as posteriormente com as distâncias reais já conhecidas. Também classificaram as imagens radiográficas em desejáveis ou indesejáveis. Os resultados indicaram similaridade entre os três filmes tanto na análise objetiva quanto na subjetiva. Para Sheaffer et al. (2002) é preferível o uso do filme mais rápido (InSight) por minimizar a dose de radiação ao paciente.

Visando reduzir a dose de radiação para os pacientes, Geist e Katz (2002) realizaram estudo sobre Controle de Qualidade em Faculdades de Odontologia nos Estados Unidos e Canadá. Responsáveis pelas clínicas de Radiologia de 65 Faculdades de Odontologia responderam a um questionário sobre a prática radiográfica intra e extra-bucal e procedimentos de Controle de Qualidade. Os resultados demonstraram que o filme do grupo E de sensibilidade é usado em 86% das instituições e a radiografia digital direta em 58% para imagens intra-bucais e 11% para as extra-bucais. Testes para velamento, sensibilidade e contraste dos filmes são realizados aproximadamente em 75% das escolas.

Costa (2003) comparou as propriedades sensitométricas dos filmes periapicais Ultra-speed, D, E e InSight em três diferentes condições de processamento. A partir dos dados das leituras de densidade ótica realizadas com fotodensitômetro foi possível construir as curvas características de cada filme para a análise de suas propriedades sensitométricas (sensibilidade, contraste e densidade base e velamento). Quanto aos resultados, os filmes Ultra-speed e D apresentaram sensibilidade e contraste próximos. Os maiores valores de sensibilidade e contraste foram encontrados nos filmes E e InSight.

Segundo Costa (2003), o filme D pode ser considerado uma alternativa ao Ultra-speed. Porém, mesmo apresentando valores de sensibilidade e contraste adequados para uso em Odontologia, devem ser preteridos, por serem menos sensíveis que os filmes InSight e E. Conseqüentemente, para reduzir a dose de radiação ao paciente, poderiam ser recomendados os filmes InSight e E.

Sheaffer et al. (2003) avaliaram os efeitos da sensibilidade e densidade base-velamento do filme radiográfico sobre a odontometria e resolução da imagem. Utilizaram no estudo os filmes periapicais Ultra-speed, Ektaspeed Plus, InSight, Flow D e Flow E. O filme Flow D recebeu as avaliações mais favoráveis, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre os outros tipos de filme. Para os autores, durante a odontometria as radiografias sub-expostas são inferiores às radiografias levemente sobre-expostas independentemente da sensibilidade do filme; os filmes mais sensíveis (Ektaspeed Plus, InSight e Flow E) apresentam a mesma acuidade que os outros na determinação do comprimento do canal radicular.

Bernstein et al. (2003) procuraram comparar as propriedades sensitométricas e a qualidade da imagem radiográfica dos filmes InSight e Ultra-speed, após serem processados quimicamente com soluções rápidas. Os efeitos da densidade, contraste e sensibilidade do filme na qualidade da imagem também foram estudados. Radiografias foram obtidas de um cadáver humano com exposições suficientes para atingir densidades próximas a 1,5, 2,0 e 3,0. O processamento foi realizado em câmara escura com soluções Insta-Neg e Insta-Fix, seguindo as recomendações do fabricante. Cinco residentes em Endodontia analisaram, independentemente da densidade e contraste da imagem, áreas específicas como o espaço pericementário, canais radiculares obturados, junção amelodentinária e crista óssea alveolar. A qualidade da imagem por inteiro também foi avaliada. Os

filmes InSight e Ultra-speed não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando avaliados nas mesmas condições de densidade. As imagens com alta densidade foram preferidas. Os autores afirmam que o filme InSight pode ser processado quimicamente com soluções rápidas, garantindo uma menor exposição aos raios X quando comparado ao Ultra-speed.

O escalímetro de alumínio freqüentemente é radiografado com um segmento de mandíbula no mesmo filme, servindo de corpo de referência que possibilita mensurações densitométricas quantitativas (RUIJTER et al., 2003). Os autores desenvolveram um programa para mensurar a densidade óssea ao redor de implantes utilizando-se radiografias cefalométricas laterais oblíquas de mandíbula. As radiografias foram digitalizadas e os valores de cinza foram transformados em valores equivalentes a alumínio (alumínio-equivalente). Os autores afirmam que a utilização de um escalímetro de alumínio e a conversão de cada imagem em imagem alumínio-equivalente corrigem as variações que ocorrem no procedimento radiográfico (exposição e processamento químico) e as conseqüentes diferenças entre as radiografias.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho é a comparação das densidades radiográficas (quantificação dos níveis de cinza) de diferentes tipos de filmes periapicais, obtidas por meio de um programa computadorizado denominado “Al-Equivalent Aleq”, que utiliza a imagem alumínio-equivalente como substituta do método fotodensitométrico convencional.

Os filmes a serem avaliados são os mais encontrados e utilizados no mercado nacional. A partir da obtenção de suas densidades radiográficas, poderemos interpretar suas características relacionadas à sensibilidade e, se possível, indicar o melhor filme radiográfico no tocante à radioproteção do paciente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Filmes radiográficos

Foram utilizados 55 (cinquenta e cinco) filmes radiográficos intrabucais de tamanho nº 2 (dois) e com diferentes sensibilidades:

- 11(onze) filmes Agfa Dentus M2 “Comfort”, fabricados pela AgfaGevaert (Morstel, Bélgica) e pertencentes ao grupo E de sensibilidade segundo o fabricante. Os filmes foram retirados da mesma caixa, lote 73316729, com validade até novembro de 2003.

- 11(onze) filmes Kodak Ultra-speed (DF-58), fabricados pela Eastman Kodak Company (Rochester, NY, EUA) e pertencentes ao grupo D de sensibilidade segundo o fabricante. Os filmes foram retirados da mesma caixa, lote 3101308, com validade até junho de 2004.

- 11(onze) filmes Kodak D, fabricados pela Eastman Kodak Company (Rochester, NY, EUA) e pertencentes ao grupo D de sensibilidade segundo o

fabricante. Os filmes foram retirados da mesma caixa, lote 2105369, com validade até fevereiro de 2005.

- 11(onze) filmes Kodak Ektaspeed Plus (EP-22), fabricados pela Eastman Kodak Company (Rochester, NY, EUA) e pertencentes ao grupo E de sensibilidade segundo o fabricante. Os filmes foram retirados da mesma caixa, lote 3101253, com validade até fevereiro de 2004.

- 11(onze) filmes Kodak InSight (IP-21), fabricados pela Eastman Kodak Company (Rochester, NY, EUA) e pertencentes aos grupos E/F de sensibilidade segundo o fabricante. Os filmes foram retirados da mesma caixa, lote 3101297, com validade até maio de 2004.

Todos os filmes radiográficos foram expostos aos raios X no dia 30 de junho de 2003.



Figura 4.1 – Filmes radiográficos intrabucais tamanho nº 2: Agfa Dentus M2 “Comfort” (preto), Kodak InSight (rosa), Kodak D (branco), Kodak Ultra-speed (verde), Kodak Ektaspeed Plus (azul)

4.1.2 Suporte porta-filmes

Todas as radiografias foram executadas com o uso de um suporte porta-filmes (posicionador) utilizado para a região de dentes posteriores (angulado) da marca Han-Shin (Han-Shin Technical Lab, Japão), permitindo assim a padronização da técnica radiográfica.

4.1.3 Escalímetro de alumínio

Como corpo de referência utilizou-se um escalímetro de alumínio em forma de rampa (*s/lop*) com as seguintes dimensões: 32 milímetros de altura, 5 milímetros de largura e 16 milímetros de espessura máxima, proposto por Iwashita, Morita e Noikura (1989).

4.1.4 Aparelho de raios X

Para a exposição dos filmes radiográficos aos raios X foi utilizado o aparelho Gnatus modelo Time-X66, fabricado pela Gnatus Equipamentos Médico-

Odontológicos Limitada (Ribeirão Preto, SP, Brasil), nº série 4082047034 e com calibração averiguada. Suas principais características são:

- seletor de tempo de exposição numérico, em décimos de segundos.
- marcador de tempo eletrônico-digital.
- quilovoltagem-pico (66 kVp) e miliamperagem (6,5 mA) fixas.
- filtração adicional de alumínio de 1 milímetro.
- filtração total de alumínio de 2,6 milímetros.
- alimentação de aproximadamente 125 Volts + 5 Volts / 60 Hertz.
- colimação circular.
- potência nominal de 750 Watts.

4.1.5 Processadora automática

O processamento químico radiográfico foi realizado por meio da processadora automática com roletes A/T2000 XR, fabricada pela Air Techniques Incorporated (Hicksville, NY, EUA).

4.1.6 Soluções de processamento radiográfico

Foram utilizadas soluções químicas para processamento automático novas, da marca Kodak Readymatic (Kodak do Brasil Comércio e Indústria Limitada, São José dos Campos, SP, Brasil)

4.1.7 Programa computadorizado “Al-Equivalent Aleq”

Para a obtenção das densidades radiográficas utilizou-se um programa computadorizado específico, já calibrado, denominado “Al-Equivalent Aleq”, no qual se processam as informações referentes à densidade de imagem no computador, e determinam-se os valores equivalentes em alumínio. O programa fornece histograma referente aos valores de densidade; densidades mínima, máxima, média e desvio padrão; mensuração de densidade por área, linha ou ponto, em escala de 0 a 255 (valor numérico em “pixels”) ou em escala de 0 a 16 (espessura de alumínio). Permite a colorização da imagem, cuja tonalidade varia conforme o valor da densidade radiográfica. A obtenção de densidades por meio do programa “Al-Equivalent Aleq” associado ao escalímetro de alumínio em forma de rampa baseou-se na metodologia aplicada por Iwashita, Morita e Noikura (1989).

4.1.8 Mesa digitalizadora

Para a digitalização das radiografias utilizou-se um scanner com tempo luminoso para transparências da marca Sharp, modelo JX 250W² (Japão), com sensor CCD e capacidade de leitura de 30 a 1600 d.p.i..

4.2 Métodos

4.2.1 Exposição dos filmes aos raios X

Cada filme radiográfico foi inserido no mesmo suporte porta-filmes Han-Shin, e centralizado em relação ao dispositivo do posicionador que mantém o filme fixo. Assim, manteve-se a mesma posição para todos os filmes. O bloco de mordida do suporte foi previamente substituído pelo escalímetro de alumínio, possibilitando sua maior proximidade com o filme.

O uso do suporte porta-filmes nos permitiu manter a distância focal fixa em 28 centímetros, ou seja, tornou constante a disposição entre foco, corpo de referência e filme, evitando efeitos sobre a imagem que podem causar problemas quando se trabalha com o valor equivalente (IWASHITA; MORITA; NOIKURA, 1989). Para tanto, a extremidade do cilindro localizador do aparelho de raios X ficou o mais próximo possível do anel localizador do suporte porta-filmes.

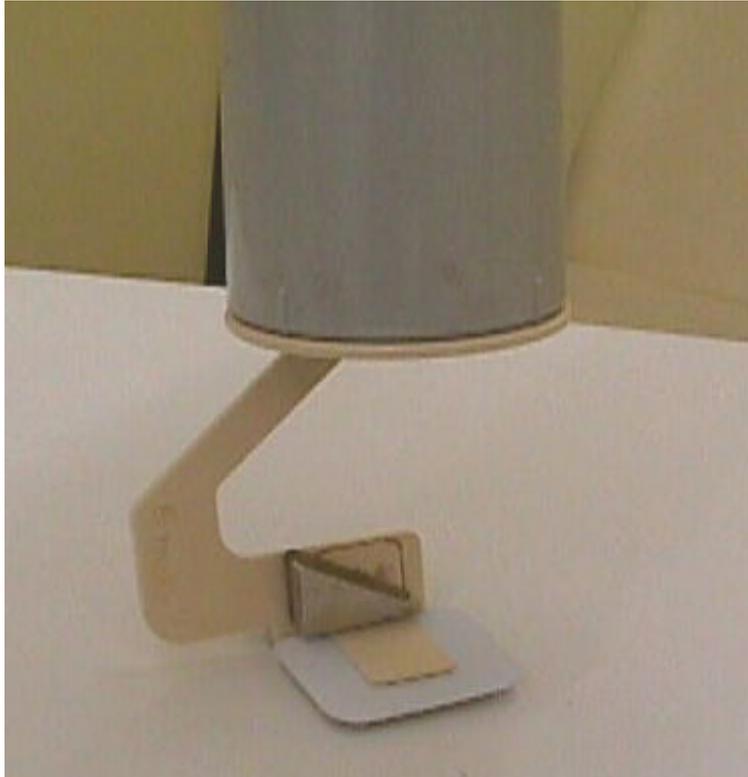


Figura 4.2 – Posicionamento do suporte porta-filmes Han-Shin, escalímetro de alumínio, filme radiográfico e cilindro localizador do aparelho de raios-X

Os filmes foram expostos seguidamente, variando-se somente os tempos de exposição, de 0,1 a 1,0 segundo. Realizaram-se, portanto 10 exposições diferentes para cada tipo de filme. Como trabalhamos com 5 tipos diferentes de filme, totalizaram-se 50 exposições, descritas a seguir:

<u>Filme radiográfico periapical</u>	<u>Tempo de exposição</u>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,1 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,2 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,3 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,4 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,5 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,6 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,7 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,8 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>0,9 segundo</i>
<i>Kodak Ultra-speed</i>	<i>1 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,1 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,2 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,3 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,4 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,5 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,6 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,7 segundo</i>

<i>Kodak D</i>	<i>0,8 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>0,9 segundo</i>
<i>Kodak D</i>	<i>1 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,1 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,2 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,3 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,4 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,5 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,6 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,7 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,8 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>0,9 segundo</i>
<i>Kodak Ektaspeed Plus</i>	<i>1 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,1 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,2 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,3 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,4 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,5 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,6 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,7 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,8 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>0,9 segundo</i>
<i>Kodak InSight</i>	<i>1 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,1 segundo</i>

<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,2 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,3 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,4 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,5 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,6 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,7 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,8 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>0,9 segundo</i>
<i>Agfa Dentus M2 "Comfort"</i>	<i>1 segundo</i>

O filme que acabara de ser exposto recebeu de imediato no seu envoltório uma etiqueta identificando a marca e o tempo de exposição.

4.2.2 Processamento radiográfico

Os frascos de 3,8 litros contendo as soluções reveladora e fixadora foram abertos e a processadora automática AT2000 XR foi então abastecida com soluções químicas novas, da marca Kodak Readymatic.

A processadora foi ligada até atingir e manter a temperatura em 81° F (aproximadamente 27,2° C), e optou-se pela velocidade "normal" de trabalho, recomendada para filmes intrabucais. Apenas as lâmpadas de segurança da câmara escura permaneceram acesas.

Iniciou-se e finalizou-se o processamento radiográfico dentro do prazo de 2 a 24 horas após o término da última exposição (Agfa Dentus M2 “Comfort” / 1 segundo), seguindo a recomendação de Tavano e Dezotti (2000) e Price (2001).

Cada grupo de filmes foi processado separadamente. As películas foram removidas do envoltório e imediatamente inseridas na processadora em grupos de 4 (quatro), por ordem de tempo de exposição, evitando assim confusões quanto às suas identificações. O filme já processado foi então montado em cartela na qual foram previamente registrados o tempo de exposição e tipo de filme.

O tempo de processamento (ciclo) registrado com cronômetro digital foi de 5,5 minutos, coincidindo com as especificações do fabricante (Air Techniques Incorporated, EUA).

Visando a análise da densidade base e velamento, um filme de cada tipo não foi exposto aos raios X, mas foi processado seguindo o mesmo método acima descrito. Obtivemos, desta maneira, 55 radiografias processadas de maneira uniforme, das quais 50 foram expostas aos raios X e 5 não foram sensibilizadas.

4.2.3 Digitalização das radiografias

Respeitando-se sempre a ordem do tipo de filme e tempo de exposição, as 55 radiografias foram digitalizadas, em grupo de 4, com resolução de 150 d.p.i. (pontos por polegada) e salvas em extensão “*TIFF*” (*.tif). O processo de digitalização foi realizado por scanner com tampo luminoso para transparências da marca Sharp JX

250W², com sensor CCD e capacidade de leitura de 30 a 1600 d.p.i.. Cada imagem digitalizada foi identificada com o nome do filme radiográfico e tempo de exposição.

No computador, as imagens foram exportadas, uma de cada vez, para um programa específico, denominado “Al-Equivalent Aleq”, que apresenta leitura de densidade radiográfica em valores equivalentes em alumínio (IWASHITA; MORITA; NOIKURA, 1989).

4.2.4 Obtenção das densidades radiográficas

As imagens radiográficas do escalímetro de alumínio situaram-se na mesma posição em todos os filmes pesquisados, ao longo de suas bordas superiores; conforme a fixação do escalímetro pré-estabelecida no suporte porta-filmes Han-Shin proposta por Iwashita, Morita e Noikura (1989).

Optou-se pela mensuração das densidades por área. A área determinada correspondeu sempre à porção mais espessa do escalímetro de alumínio, mais radiopaca portanto. O motivo da escolha desta área foi que a única imagem do escalímetro sempre visível em todos os filmes analisados, independentemente do tipo e tempo de exposição, referiu-se à região de maior espessura de alumínio.

Destarte, obtivemos em cada filme valores médios, mínimos e máximos de densidade radiográfica, o que permitiu a construção de um gráfico relacionando valores de densidade radiográfica com tempo de exposição, cuja interpretação tornou possível compararmos o comportamento dos filmes de acordo com a metodologia empregada.

Para a construção do gráfico utilizou-se o programa Bio Estat versão 2.0.

Quanto à densidade base e velamento, selecionamos a área mais central dos filmes não expostos aos raios X, e obtivemos, também no programa “Al-Equivalent Aleq”, os respectivos valores de densidade. Estes valores foram comparados apenas numericamente e não participaram da construção dos gráficos.

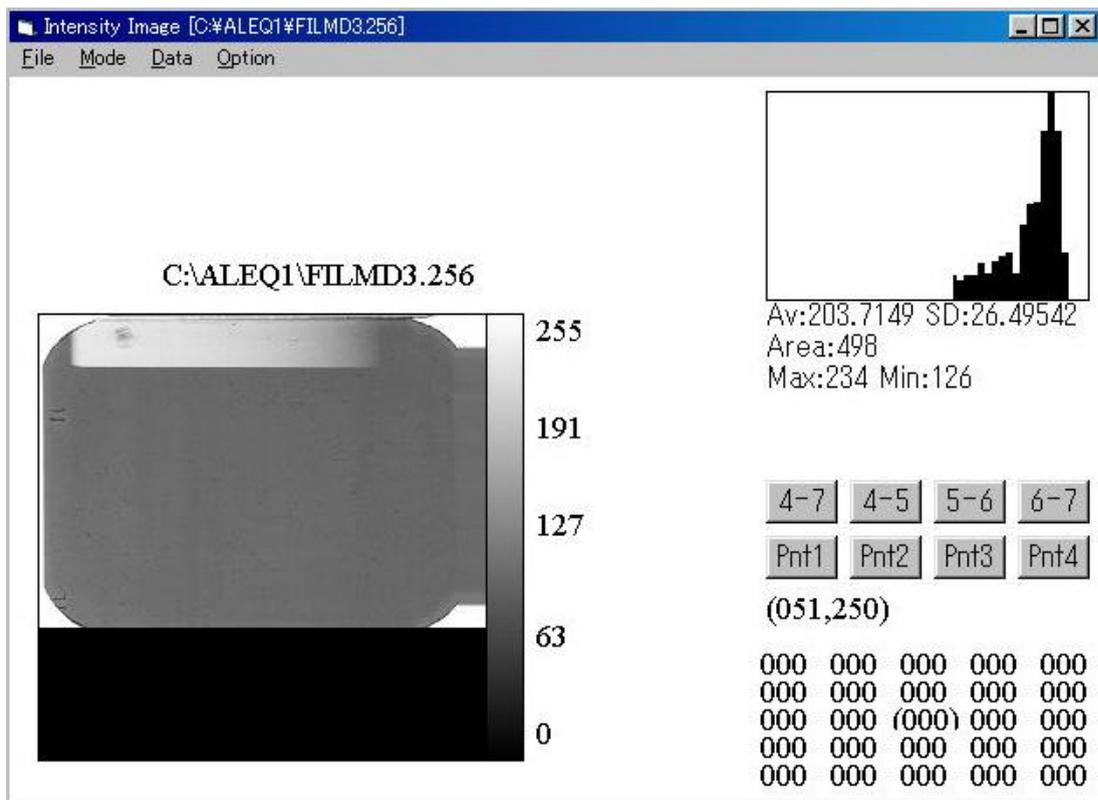


Figura 4.3 – Programa “Al-Equivalent Aleq”. Nota-se as imagens do filme radiográfico (Kodak D) e do escalímetro de alumínio; o histograma; os valores de densidade radiográfica média, mínima e máxima; e o desvio padrão

5 RESULTADOS

5.1 Leitura das densidades radiográficas

Os dados obtidos correspondem aos valores de densidade radiográfica em alumínio-equivalente, mensurados por meio do programa “Al-Equivalent Aleq”.

Para a construção do gráfico utilizaram-se somente os valores médios de densidade radiográfica de cada filme, obtidos nos diferentes tempos de exposição.

KODAK ULTRA-SPEED		
Tempo de Exposição	Densidade Radiográfica Média	Desvio Padrão
0,1 segundo	251.9412	1.335907
0,2 segundo	246.7885	4.761417
0,3 segundo	237.74	2.253395
0,4 segundo	180.0833	4.202105
0,5 segundo	217.4018	3.721038
0,6 segundo	206.5071	4.27389
0,7 segundo	197.6095	3.580114
0,8 segundo	186.7768	4.471551
0,9 segundo	173.0286	4.005902
1 segundo	162.9905	4.876347

Quadro 5.1 – Valores médios de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak Ultra-speed, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK D		
Tempo de Exposição	Densidade Radiográfica Média	Desvio Padrão
0,1 segundo	227.1825	2.675521
0,2 segundo	235.0526	1.702898
0,3 segundo	230.65	1.947418
0,4 segundo	181.1429	3.992688
0,5 segundo	200.9318	4.752703
0,6 segundo	195.8367	3.936205
0,7 segundo	177.0347	6.078063
0,8 segundo	174.7143	4.87747
0,9 segundo	159.2273	6.665218
1 segundo	151.9752	6.245949

Quadro 5.2 – Valores médios de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak D, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK EKTASPEED PLUS		
Tempo de Exposição	Densidade Radiográfica Média	Desvio Padrão
0,1 segundo	205.9063	2.959652
0,2 segundo	149.2813	5.673026
0,3 segundo	179.8263	3.389782
0,4 segundo	174.9259	4.339998
0,5 segundo	145.1406	4.078076
0,6 segundo	144.6869	4.80783
0,7 segundo	123.7727	3.799225
0,8 segundo	106.1313	3.578982
0,9 segundo	102.5729	3.766179
1 segundo	103.7019	4.299198

Quadro 5.3 – Valores médios de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak Ektaspeed Plus, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK INSIGHT		
Tempo de Exposição	Densidade Radiográfica Média	Desvio Padrão
0,1 segundo	227.3878	2.587172
0,2 segundo	209.0595	3.319715
0,3 segundo	157.875	4.143441
0,4 segundo	161.9727	5.274935
0,5 segundo	151.4	5.851793
0,6 segundo	125.6354	4.519245
0,7 segundo	115.7556	5.287915
0,8 segundo	95.89231	3.455625
0,9 segundo	84.05556	5.368362
1 segundo	71.23077	3.839576

Quadro 5.4 – Valores médios de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak InSight, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

AGFA DENTUS M2 “COMFORT”		
Tempo de Exposição	Densidade Radiográfica Média	Desvio Padrão
0,1 segundo	214.8395	2.456867
0,2 segundo	187.3515	3.804372
0,3 segundo	164.2607	5.213509
0,4 segundo	143.875	5.620306
0,5 segundo	127.1111	5.382694
0,6 segundo	111.5625	5.193755
0,7 segundo	93.66964	4.562654
0,8 segundo	76.71111	4.117431
0,9 segundo	72.5625	4.062088
1 segundo	60.84375	3.876306

Quadro 5.5 – Valores médios de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Agfa Dentus M2 “Comfort”, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK ULTRA-SPEED		
Tempo de exposição	Densidade Radiográfica	
	Mínimo	Máximo
0,1 segundo	255	254
0,2 segundo	214	252
0,3 segundo	227	241
0,4 segundo	171	190
0,5 segundo	208	226
0,6 segundo	194	216
0,7 segundo	187	206
0,8 segundo	175	198
0,9 segundo	165	183
1 segundo	154	174

Quadro 5.6 – Valores mínimos e máximos de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak Ultra-speed, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK D		
Tempo de exposição	Densidade Radiográfica	
	Mínimo	Máximo
0,1 segundo	216	232
0,2 segundo	229	239
0,3 segundo	223	234
0,4 segundo	158	190
0,5 segundo	182	209
0,6 segundo	184	205
0,7 segundo	158	189
0,8 segundo	163	187
0,9 segundo	140	171
1 segundo	133	170

Quadro 5.7 – Valores mínimos e máximos de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak D, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK EKTASPEED PLUS		
Tempo de exposição	Densidade Radiográfica	
	Mínimo	Máximo
0,1 segundo	200	219
0,2 segundo	108	156
0,3 segundo	171	189
0,4 segundo	152	183
0,5 segundo	136	157
0,6 segundo	124	154
0,7 segundo	112	134
0,8 segundo	97	120
0,9 segundo	95	112
1 segundo	93	115

Quadro 5.8 – Valores mínimos e máximos de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak Ektaspeed Plus, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

KODAK INSIGHT		
Tempo de exposição	Densidade Radiográfica	
	Mínimo	Máximo
0,1 segundo	222	236
0,2 segundo	201	216
0,3 segundo	148	165
0,4 segundo	140	177
0,5 segundo	138	163
0,6 segundo	117	135
0,7 segundo	102	128
0,8 segundo	90	104
0,9 segundo	70	96
1 segundo	62	81

Quadro 5.9 – Valores mínimos e máximos de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Kodak InSight, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

AGFA DENTUS M2 “COMFORT”		
Tempo de exposição	Densidade Radiográfica	
	Mínimo	Máximo
0,1 segundo	209	221
0,2 segundo	177	196
0,3 segundo	143	178
0,4 segundo	122	153
0,5 segundo	110	136
0,6 segundo	98	123
0,7 segundo	83	104
0,8 segundo	67	86
0,9 segundo	62	81
1 segundo	50	70

Quadro 5.10 – Valores mínimos e máximos de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos no filme radiográfico Agfa Dentus M2 “Comfort”, exposto aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

Filmes	Densidade Radiográfica Média				
	Ultra-speed	Kodak D	Ektaspeed Plus	InSight	Agfa M2 "Comfort"
0,1 segundo	251.9412	227.1825	205.9063	227.3878	214.8395
0,2 segundo	246.7885	235.0526	149.2813	209.0595	187.3515
0,3 segundo	237.74	230.65	179.8263	157.875	164.2607
0,4 segundo	180.0833	181.1429	174.9259	161.9727	143.875
0,5 segundo	217.4018	200.9318	145.1406	151.4	127.1111
0,6 segundo	206.5071	195.8367	144.6869	125.6354	111.5625
0,7 segundo	197.6095	177.0347	123.7727	115.7556	93.66964
0,8 segundo	186.7768	174.7143	106.1313	95.89231	76.71111
0,9 segundo	173.0286	159.2273	102.5729	84.05556	72.5625
1 segundo	162.9905	151.9752	103.7019	71.23077	60.84375

Quadro 5.11 – Valores médios de densidade radiográfica em alumínio-equivalente obtidos nos filmes radiográficos Kodak Ultra-speed, Kodak D, Kodak Ektaspeed Plus, Kodak InSight e Agfa Dentus M2 "Comfort", expostos aos raios X com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1 segundos

FILMES	D.B.V.	D.B.V. Média	D.B.V. Mínima	D.B.V. Máxima
Kodak Ultra-speed		253.9931	252	254
Kodak D		235.6707	228	242
Kodak Ektaspeed Plus		240.2423	230	249
Kodak InSight		253.9815	250	254
Agfa Dentus M2 "Comfort"		219.5152	209	227

Quadro 5.12 – Valores médios, mínimos e máximos de densidade base e velamento em alumínio-equivalente obtidos nos filmes radiográficos Kodak Ultra-speed, Kodak D, Kodak Ektaspeed Plus, Kodak InSight e Agfa Dentus M2 "Comfort"; todos não expostos aos raios X

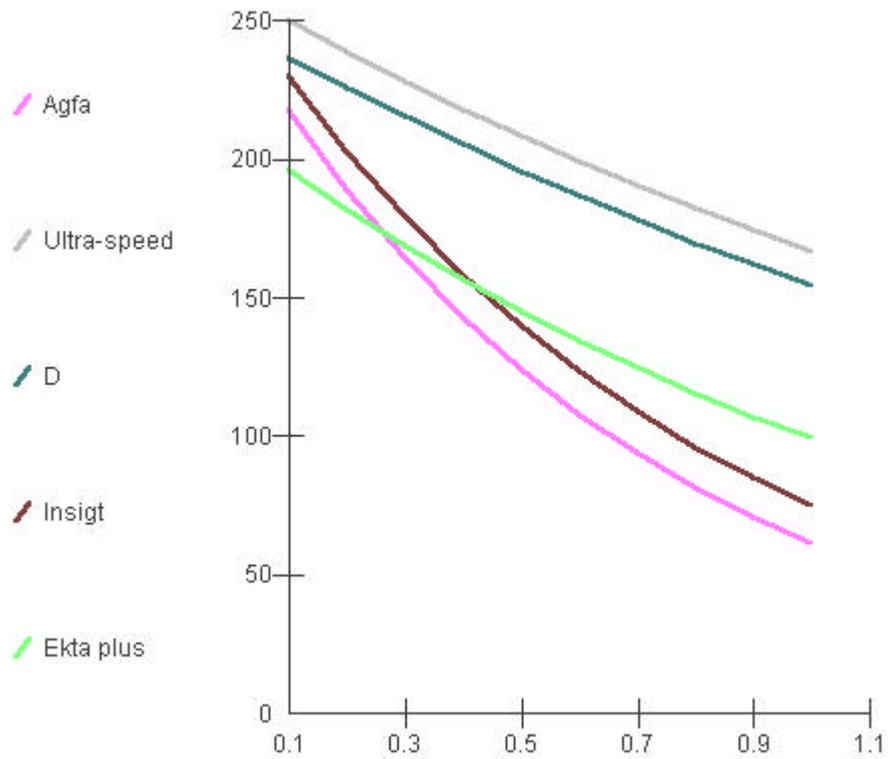


Gráfico 5.1 – Gráfico referente ao comportamento dos diferentes tipos de filmes radiográficos relacionando densidade radiográfica com tempo de exposição

6 DISCUSSÃO

A descoberta dos raios X tornou-os indispensáveis na área da saúde, proporcionando ao profissional um recurso complementar para se planejar um tratamento ou estabelecer um diagnóstico, além de utilizá-los como terapia. Mas sua chegada infelizmente veio acompanhada dos efeitos deletérios que estes mesmos provocam nos seres vivos. Portanto, cabe ao profissional que utiliza as radiações ionizantes empregar medidas visando a diminuição da dose de radiação recebida pelo paciente.

Por ser o receptor de imagens mais utilizado na Odontologia (WHAITES, 2003; SYRIOPOULOS et al., 2001), a escolha do filme radiográfico é fundamental na proteção do paciente.

Os filmes mais sensíveis necessitam de menor quantidade de radiação para produzirem imagens com valor para diagnóstico, e representam o mais eficiente fator na redução da radiação recebida pelo paciente durante o exame radiográfico (KAFFE; LITTNER; KUSPET, 1984; BENZ, 1989; HORNER; RUSHTON; SHEARER, 1995; LUDLOW; PLATIN, 1995; PRICE, 1995; SVENSON et al., 1997; SYRIOPOULOS et al., 1999a, 1999b; PEREIRA; OLIVEIRA; FREITAS, 2000; LUDLOW; PLATIN; MOL, 2001; VERDONSCHOT; DUIJSINGS, 2001; SHEAFFER et al., 2002).

Estudos comparando filmes mais sensíveis com seus antecessores, menos sensíveis, revelaram que os filmes pertencentes aos grupos de maior sensibilidade (E e F) superam os filmes do grupo D em termos de radioproteção e se igualam no tocante à qualidade de imagem, incluindo o diagnóstico de lesões cariosas, sendo altamente recomendados nos exames radiográficos de rotina; conforme Kaffe, Littner e Kuspet (1984), Waggoner e Ashton (1988), Conover, Hildebolt e Anthony (1995b), Emery, Hoskinson e Gulabivala (1996), Hintze, Christoffersen e Wenzel (1996), Ricketts et al. (1997), Svenson et al. (1997), Syriopoulos et al. (1999a,1999b), Verdonschot e Duijsings (2001), Ludlow, Abreu Junior e Mol (2001), Syriopoulos et al. (2001) e Sheaffer et al. (2002).

Contrariando os autores acima, alguns filmes superiores em sensibilidade perdem em qualidade de imagem (SVENSON; LINDVALL; GRONDAHL, 1993; PRICE, 1995; PEREIRA; OLIVEIRA; FREITAS, 2000). Entretanto, mesmo sendo inferiores quanto ao poder de resolução (capacidade de diferenciar duas estruturas próximas entre si) são recomendados como alternativa ao uso daqueles menos sensíveis (PRICE, 1995; PEREIRA; OLIVEIRA; FREITAS, 2000).

Se compararmos os sistemas digitais com os filmes convencionais quanto ao tempo de exposição e conseqüente dose de radiação ao paciente, o primeiro é incontestavelmente superior; embora Versteeg et al. (1998) confirme que a grande espessura e pequena dimensão do sensor digital induzem a um maior número de repetições radiográficas, aumentando a quantidade de radiação.

Além da maior acessibilidade no Brasil de filmes convencionais, os sistemas digitais são inferiores ou no máximo semelhantes aos filmes convencionais quanto à detecção de cáries proximais, qualidade de imagem e visibilidade de limas endodônticas menos calibrosas (SANDERINK et al., 1994; LIM; LOH; HONG, 1996;

SVANAES et al., 1996; PRICE; ERGÜL, 1997; CEDERBERG et al., 1998; UPRICHARD et al., 2000; NAIR; NAIR, 2001; VALE; BRAMANTE, 2002). Estas vantagens explicam a maior utilização dos filmes radiográficos como receptores de imagem e estimulam a continuidade de estudos comparando suas propriedades sensitométricas, fato que despertou o nosso interesse pela presente pesquisa.

O estudo das propriedades sensitométricas tem acompanhado a evolução dos filmes radiográficos. Para pesquisá-las, vários autores como Price (1980), Kaffe, Littner e Kuspel (1984), Alvares, Alvares e Tavano (1986), Matthee, Becker e Seeliger (1990), Capelozza e Alvares (1990), Tamburús e Lavrador (1997), Tjelmeland et al. (1998), Dezotti e Tavano (2000), Tavano e Dezotti (2000), Geist e Brand (2001), Ludlow, Platin e Mol (2001), Matthee e Seeliger (2001), Price (2001), Rosa (2001), Verdonschot e Duijsings (2001) e Costa (2003) utilizaram escalímetros (penetrômetros) de alumínio, simuladores de mandíbula (fantoma), sensitômetros e fotodensitômetros para a mensuração das densidades óticas e posterior construção das curvas características, que possibilitam a análise comparativa das propriedades sensitométricas e obtenção em valores numéricos do contraste, sensibilidade, latitude de exposição e densidade base e velamento dos filmes radiográficos.

Algumas características dos filmes radiográficos também podem ser analisadas subjetivamente. Radiografando-se dentes humanos, é possível compararmos a qualidade de imagem de filmes diferentes através da observação de reparos anatômicos, da detecção de lesões cariosas ou da realização de mensurações endodônticas, conforme Horton et al. (1984), Waggoner e Ashton (1988), Svenson, Lindvall e Grondahl (1993), Conover, Hildebolt e Anthony (1995a), Emery, Hoskinson e Gulabivala (1996), Ludlow, Abreu Junior e Mol (2001), Sheaffer et al. (2002), Bernstein et al. (2003) e Sheaffer et al. (2003).

Outro recurso utilizado na análise densitométrica de filmes radiográficos é o método digital. Sua eficácia é comprovada em trabalhos de Iwashita, Morita e Noikura (1989), Coclete (1999), Silva (1999), Yoshiura et al. (1999), Pavan e Tavano (2000), Tavano, Dezotti e Iwaki (2000) e Ruijter et al. (2003). A digitalização de imagens permite a obtenção da densidade radiográfica por meio de programas computadorizados. Embora o uso do fotodensitômetro seja o meio mais adotado para se obter as características sensitométricas, por ser mais trabalhoso e exigir maior tempo, acaba dificultando a coleta de grande quantidade de dados em situações clínicas diárias, segundo Iwashita, Morita e Noikura (1989). Além de substituir a técnica convencional, o método digital é mais rápido, objetivo, e viabiliza o arquivo de dados para futuras consultas (COCLETE, 1999; SILVA, 1999; PAVAN; TAVANO, 2000; TAVANO; DEZOTTI; IWAKI, 2000).

Devido à maior simplicidade e rapidez, optamos pelo método digital para compararmos cinco diferentes filmes periapicais disponíveis no mercado.

A aquisição da imagem com um escalímetro de alumínio como corpo de referência, seguida pelo processo de digitalização e conversão dos valores de densidade em alumínio-equivalente, corrigem as variações que ocorrem no procedimento radiográfico (exposição e processamento químico), de acordo com Iwashita, Morita e Noikura (1989) e Ruijter et al. (2003).

Assim, nossa metodologia foi baseada nos estudos de Iwashita, Morita e Noikura (1989), que também preconizam a utilização de um escalímetro de alumínio, mas em forma de rampa (*slop*), por facilitar o processamento de um grande número de informações no computador. A obtenção da densidade radiográfica por meio do programa "Al-Equivalent Aleq", que exhibe a imagem equivalente em alumínio, nos possibilitou avaliá-la superficialmente.

Sabe-se que vários fatores interferem nas propriedades dos filmes radiográficos. Podemos destacar o tipo de processamento químico (manual ou automático), a temperatura, o tempo de uso das soluções, e os fatores energéticos (quilovoltagem-pico, miliamperagem tempo de exposição e distância focal). Como nossa intenção não foi avaliar a influência destes fatores na sensibilidade e contraste dos filmes estudados, e sim comparar suas propriedades, mantivemos os fatores energéticos fixos - exceto o tempo de exposição - e o processamento químico das 55 radiografias foi realizado sob as mesmas condições. A escolha pelo processamento automático e com soluções novas torna a padronização mais precisa e está de acordo com Iwashita, Morita e Noikura (1989), Tjelmeland et al. (1998), Tavano, Dezotti e Iwaki (2000), Geist e Brand (2001), Ludlow, Platin e Mol (2001), Price (2001) e Syriopoulos et al. (2001).

Como o filme InSight é considerado pelo fabricante como pertencente ao grupo F de sensibilidade, desde que utilizadas processadoras com roletes, preferimos e indicamos este tipo de processamento, pois também propicia maior contato de superfície da solução com os cristais de halogeneto de prata devido à compressão da emulsão do filme, ampliando assim o grau de revelação (LUDLOW; PLATIN; MOL, 2001; COSTA, 2003).

Com relação à obtenção das densidades radiográficas, a área selecionada em cada filme correspondeu sempre à porção mais espessa do escalímetro de alumínio, cuja imagem radiopaca foi sempre visível em todos os filmes analisados, independentemente do tipo e tempo de exposição. Verificamos que conforme o tempo de exposição aumenta, a porção menos espessa do escalímetro não é registrada na imagem (apresenta-se radiolúcida). Isso faz com que o valor de densidade radiográfica nesta área tenda a zero, influenciando na média de

densidade radiográfica. Acima de um determinado tempo de exposição, conforme o filme, é impossível determinar na imagem a extremidade menos espessa, ou seja, os limites do escalímetro. Se a leitura fosse realizada em toda a extensão do escalímetro (densidade por linha), não haveria padronização, pois poderíamos estar obtendo a densidade fora do penetrômetro de alumínio, e já correspondente ao filme radiográfico.

De posse das densidades radiográficas médias, conseguimos construir um gráfico que tornou possível relacioná-las com os diferentes tempos de exposição. Passaremos a discutir este gráfico e confrontar nossa interpretação com os resultados e conclusões de outros autores.

No gráfico 5.1, cada curva representou o comportamento de um determinado filme, identificado por cores. A disposição das curvas não coincidiram com as curvas características observadas quando se utiliza o método fotodensitométrico (HURTER; DRIFFIELD, 1890; AMERICAN STANDARD ASSOCIATION, 1964). Ao invés de se caracterizarem por um auge, possuem um declive. Isto já era esperado, pois a densidade radiográfica é inversa à densidade ótica, ou seja, a imagem radiolúcida corresponde à valores baixos de densidade radiográfica, mas à valores altos de densidade ótica. Portanto, o filme que apresentou os menores valores de densidade radiográfica é o mais sensível.

À primeira vista, verificamos que as curvas dos filmes Agfa Dentus M2 “Comfort”, Kodak InSight e Kodak Ektaspeed Plus posicionaram-se mais abaixo no gráfico, enquanto as curvas dos filmes Kodak Ultra-speed e Kodak D ocuparam uma posição mais alta. Se os valores de densidade radiográfica mais baixos situam-se na porção mais baixa do gráfico, os filmes Agfa, InSight e Ektaspeed Plus apresentaram

densidades inferiores aos outros, sendo, conseqüentemente, mais sensíveis que os outros.

Os filmes Ultra-speed e Kodak D foram os menos sensíveis em todas as exposições (0,1 a 1 segundo), sendo o Ultra-speed o filme mais lento de todos (HORNER; RUSHTON; SHEARER, 1995; KITAGAWA et al., 1995; LUDLOW; PLATIN, 1995; PRICE, 1995; SVENSON et al., 1997; VERDONSCHOT; DUIJSINGS, 2001; BERNSTEIN et al., 2003).

Nas primeiras exposições (0,1 e 0,2 segundo) o filme Ektaspeed Plus foi superior a todos em sensibilidade. No intervalo de 0,3 a 0,4 segundo de exposição, o filme Ektaspeed Plus apresentou sensibilidade similar ao InSight e Agfa Dentus M2 “Comfort”, conforme Syriopoulos et al. (1999a, 1999b). Em exposições mais altas, a partir de 0,5 segundo, o filme Ektaspeed Plus apresentou sensibilidade menor que os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e InSight, porém maior quando comparado aos filmes Ultra-speed e D, corroborando as conclusões de Geist e Brand (2001), Ludlow, Platin e Mol (2001), Nair e Nair (2001), Syriopoulos et al. (2001) e Verdonschot e Duijsings (2001).

Interpretando-se o quadro 5.11 constatamos que o menor valor de densidade radiográfica média foi alcançado com o filme Agfa Dentus M2 “Comfort”, seguido pelo InSight, Ektaspeed Plus, Kodak D e Ultra-speed.

Na prática odontológica, para a execução de radiografias periapicais, geralmente trabalha-se com tempos de exposição a partir de 0,4 segundos, situação na qual observamos tanto no gráfico 5.1 como no quadro 5.11 maior sensibilidade para os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight. Para alcançar densidade semelhante à do filme InSight com 0,5 segundo, o filme Kodak D necessitou de 1(um) segundo de exposição. Já o filme Ultra-speed exigiu 1(um) segundo de

exposição para atingir densidade similar à do filme InSight com 0,4 segundo e à do filme Agfa Dentus M2 “Comfort” com 0,3 segundo. No intervalo de 0,6 a 1 (um) segundo, constata-se que o filme InSight requer 0,1 segundo a mais que o filme Agfa Dentus M2 “Comfort” para obter densidades próximas.

O contraste do filme é representado pela inclinação da curva característica. Quanto maior a inclinação da curva (mais íngreme), maior o contraste do filme (GOAZ; WHITE, 1994). No gráfico 5.11, apesar das curvas apresentarem um declive, e não um aclave, como ocorre na curva sensitométrica, observa-se uma maior inclinação nas curvas que representam os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight, e uma menor inclinação nas curvas referentes aos filmes Ultra-speed, Kodak D e Ektaspeed Plus. Portanto, os filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight apresentaram neste experimento os maiores contrastes, sendo semelhantes para os dois filmes, confirmando os resultados de Wakoh et al. (1995).

As curvas dos filmes Ultra-speed, Kodak D e Ektaspeed Plus indicaram contrastes similares, conforme Kitagawa et al. (1995), Horner, Rushton e Shearer (1995), Price (1995), Thunthy e Weinberg (1995), Tamburus e Lavrador (1997) e Tjelmeland et al. (1998). Entretanto, menores que o Agfa e InSight. Os resultados contrariam os relatos de Geist e Brand (2001) e Syriopoulos et al. (2001), que indicam contrastes semelhantes para o InSight e Ektaspeed Plus; e de Price (2001), em cuja pesquisa os filmes InSight, Ektaspeed Plus e Ultra-speed mostraram contrastes quase idênticos. As conclusões de Verdonschot e Duijsings (2001) também são discordantes, já que o filme Ultra-speed obteve contraste superior aos filmes InSight e Ektaspeed Plus.

Reiteramos que o contraste e sensibilidade foram estudados e interpretados no intervalo de 0,1 a 1 segundo de exposição; a quílovoltagem-pico e a

miliamperagem, fatores interferentes no contraste e densidade radiográfica respectivamente, mantiveram-se fixos; não foi avaliada a qualidade de imagem dos filmes radiográficos; a densidade radiográfica foi obtida para podermos apenas comparar os filmes através de um gráfico, e não auferir valores numéricos de sensibilidade e contraste. Destarte, não é objetivo deste estudo enquadrar os filmes nos grupos de sensibilidade propostos pelas especificações da American Dental Association (1970).

Os 5 filmes que não foram sensibilizados passaram pelo mesmo processamento químico e digitalização de imagem daqueles outros 50 filmes que haviam sido ionizados. Os valores de densidade base e velamento (quadro 5.12) também foram obtidos em alumínio-equivalente. Porém, diferentemente da densidade radiográfica, selecionamos a área mais central do filme radiográfico para sua mensuração. O filme Agfa Dentus M2 “Comfort” apresentou, na média, o menor valor de densidade base e velamento, seguido pelos filmes Kodak D e Kodak Ektaspeed Plus, Kodak InSight e Kodak Ultra-speed.

Os filmes Kodak InSight e Kodak Ultra-speed alcançaram praticamente a mesma densidade base e velamento, contrariando os resultados de Farman e Farman (2000) e Price (2001).

Costa (2003), utilizando a mesma processadora automática sob condições semelhantes também encontrou diferentes densidades base e velamento para os filmes Kodak InSight e Kodak Ultra-speed. Contudo, quando da utilização do sub-processamento com a processadora AT2000 e processamento padrão com a Periomat, Costa (2003) obteve resultados semelhantes ao nosso estudo para as características da densidade base e velamento, que foram iguais nos filmes Kodak InSight e Kodak Ultra-speed.

Consideramos que ao trabalharmos com densidade radiográfica e não ótica, os valores de densidade base e velamento em alumínio-equivalente podem representar o inverso dos valores de densidade base e velamento obtidos pelo método tradicional (fotodensitométrico). Neste caso, poderíamos afirmar, pelo método tradicional, que os filmes InSight e Ultra-speed apresentaram os menores valores de densidade base e velamento, e o filme Agfa Dentus M2 “Comfort” o maior valor.

O presente estudo representa um método alternativo para a obtenção das características de filmes radiográficos. Os resultados implicam na necessidade de novas pesquisas variando-se a metodologia aplicada, ou seja, aparelho de raios X, tipo de filme radiográfico, fator energético (quilovoltagem-pico, miliamperagem e intervalos maiores de tempo de exposição), processamento químico (manual ou automático), tipo de processadora automática (com ou sem roletes) e soluções de processamento.

Embora a metodologia empregada seja mais simples e rápida quando comparada ao método convencional por fotodensitometria, devemos levar em conta que o tipo de mesa digitalizadora e variáveis intrínsecas à própria digitalização das imagens radiográficas podem levar a resultados discrepantes para as propriedades estudadas. Assim, torna-se mister a realização de estudos comparativos entre o método tradicional e o apresentado neste trabalho.

7 CONCLUSÕES

Foi possível a obtenção e comparação das densidades radiográficas de filmes periapicais por meio do programa computadorizado “Al-Equivalent Aleq”.

A leitura dos valores de densidade radiográfica viabilizou a construção de um gráfico relacionando esta densidade radiográfica com o tempo de exposição utilizado, cuja interpretação permitiu a comparação dos 5 tipos de filmes radiográficos periapicais quanto à sensibilidade, contraste e densidade base e velamento.

Por terem se apresentado mais sensíveis, podemos indicar os filmes periapicais Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight como filmes de eleição para a prática odontológica, considerando a menor dose de radiação recebida pelo paciente.

Contra-indicamos o uso dos filmes Kodak D e Kodak Ultra-speed no atendimento aos pacientes. Entretanto, podemos recomendá-los como alternativa ao uso dos filmes Agfa Dentus M2 “Comfort” e Kodak InSight em manequins odontológicos, situação em que não existe risco radiobiológico.

O estudo de algumas propriedades sensitométricas de filmes periapicais pelo programa “Al-Equivalent Aleq” é um método rápido e de fácil aplicação na Odontologia. Apesar de ser menos detalhado do que o método fotodensitométrico,

apresenta aspectos qualitativos para a análise comparativa da sensibilidade e do contraste.

REFERÊNCIAS¹

Alvares ALG, Alvares LC, Tavano O. Estudo comparativo entre os filmes radiográficos dentais Agfa-Gevaert, Kodak Ultraspeed e Kodak Ektaspeed processados na solução Kodak. *Estomatol Cult* 1986;16(1):8-13.

American Dental Association. Revised American Dental Association Specification No. 22 for intraoral dental radiographic film adopted. Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc* 1970;80(5):1066-8.

American Standard Association. American standard method for the sensitometry of medical X-ray films: PH 2.9 – 1964. New York: ASA; 1964.

Balthazar L. Análise da qualidade da imagem de filmes periapicais – determinação do contraste radiográfico [Dissertação de Mestrado]. Campinas: Universidade Camilo Castelo Branco; 2001.

Benz C. Comparative study of very high speed dental films. *Dtsch Zahnarztl Z* 1989; 44(9):728-30.

Bernstein DI, Clark SJ, Scheetz JP, Farman AG, Rosenson B. Perceived quality of radiographic images after rapid processing of D- and F-speed direct-exposure intraoral x-ray films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(4):486-91.

Capelozza ALA, Alvares LC. Estudo comparativo entre os filmes radiográficos dentais Agfa-Gevaert, Kodak Ultra-speed e Kodak Ektaspeed, processados na solução Sillib. *Rev Odontol USP* 1990;4(2):92-6.

Cederberg RA, Frederiksen NL, Benson BW, Shulman JD. Effect of different background lighting conditions on diagnostic performance of digital and film images. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27(5):293-7.

¹ De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Coclete GA. Avaliação da solução Kodak RP X-Omat quando utilizada na processadora T4, da Dupont, quanto às densidades ótica e radiográfica, analisadas pelo fotodensitômetro MRA e pelo sistema digital Digora [Tese de Doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1999.

Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. Objective and subjective evaluations of Kodak Ektaspeed Plus dental x-ray film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995a;79(2):246-50.

Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. A comparison of six intra-oral X-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1995b;24(3):169-72.

Costa C. Propriedades sensitométricas de filmes radiográficos periapicais submetidos a diferentes condições de processamento [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

Dezotti MSG. Avaliação da densidade ótica e das densidades radiográficas, utilizando filmes radiográficos Agfa Dentus M2 "Comfort" processados em três soluções de processamento em diferentes temperaturas [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2000.

Dezotti MSG, Tavano O. Propriedades sensitométricas do filme Agfa Dentus M2 "Comfort" processado na solução Sillib em três diferentes temperaturas. *Rev ABRO* 2000;1(3):27-35.

Emery CD, Hoskinson AE, Gulabivala K. The influence of D and E speed film on root canal working length determination [abstract]. *Int Endod J* 1996;29:345.

Farman TT, Farman AG. Evaluation of a new F speed dental X-ray film. The effect of processing solutions and a comparison with D and E speed films. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29(1):41-5.

Fletcher JC. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films using manual and automatic processing solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;63(1):94-102.

Geist JR, Brand JW. Sensitometric comparison of speed group E and F dental radiographic films. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(3):147-152.

Geist JR, Katz JO. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93(4):496-505.

Goaz PW, White SC. Oral radiology: principles and interpretation. 3rd ed. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc.; 1994. cap. 5, p. 79-96.

Hashimoto K, Thunthy KH, Weinberg R. Automatic processing: effects of temperature and time changes on sensitometric properties of Ultra-speed and Ektaspeed films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991;71(1):120-4.

Hintze H, Christoffersen L, Wenzel A. In vitro comparison of Kodak Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus, and Agfa M2 Comfort dental x-ray films for the detection of caries. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;81(2):240-4.

Horner K, Rushton VE, Shearer AC. A laboratory evaluation of Ektaspeed Plus dental x-ray film. J Dent 1995;23(6):359-63.

Horton PS, Sippy FH, Kohout FJ, Nelson JF, Kienzle GC. A clinical comparison of speed group D and E dental x-ray films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;58(1):104-8.

Hurter F, Driffield VC. Photo-chemical investigations and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates. J Soc Chem Industr 1890;9(31):455-96.

Iwashita Y, Morita Y, Noikura T. Al-equivalent image dental X ray radiography . Dental Radiol 1989;29:289-94.

Junqueira JLC, Dezotti MSG, Tavano O. Estudo sensitométrico dos filmes radiográficos Ektaspeed, Ultraspeed, Flow e Minimax revelados em quatro soluções de processamento. Rev ABRO 2001;2(1):41-50.

Kaffe I, Littner MM, Kuspert ME. Densitometric evaluation of intraoral X ray films: ektaspeed versus ultraspeed. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;57(3):338-42.

Kitagawa H, Farman AG, Wakoh M, Nishikawa K, Kuroyanagi K. Objective and subjective assessments of Kodak Ektaspeed plus new dental X-ray film: a comparison with other conventional X-ray films. Bull Tokio Dent Coll 1995;36(2):61-7.

Lim KF, Loh EE, Hong YH. Intra-oral computed radiography – an in vitro evaluation. J Dent 1996;24(5):359-64.

Ludlow JB, Abreu Junior M, Mol A. Performance of a new F-speed film for caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(2):110-3.

Ludlow JB, Platin E. Densitometric comparisons of Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79(1):105-13.

Ludlow JB, Platin E, Mol A. Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91(1):120-9.

Matthee MJ, Becker PJ, Seeliger JE. Effect of varying processing solution temperature on radiographic contrast and relative film speed of dental film. *J Dent Assoc S Afr* 1990;45(12):525-8.

Matthee MJ, Seeliger JE. Densitometric evaluation of four rapid dental film processing solutions. *J Dent Assoc S Afr* 1991;46(9):467-9.

Nair MK, Nair UP. An in-vitro evaluation of Kodak Insight and Ektaspeed Plus film with a CMOS detector for natural proximal caries: ROC analysis. *Caries Res* 2001;35(5):354-9.

Pavan AJ, Tavano O. Avaliação da solução Kodak no que se refere às densidades óticas e radiográficas, analisadas pelo fotodensitômetro MRA e pelo sistema digital Digora, no filme Kodak DF-58. *Rev Fac Odontol Bauru* 2000;8(1/2):51-7.

Pereira MFSM, Oliveira MJ, Freitas CF. Estudo das propriedades dos filmes radiográficos intrabucais. *Odontol USF* 2000;18(2):17-26.

Price C. A method of determining the sensitometric properties of emulsions and processing techniques used in dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;50(1):94-8.

Price C. Sensitometric evaluation of a new E-speed dental radiographic film. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24(1):30-6.

Price C. Sensitometric evaluation of a new F-speed dental radiographic film. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(1):29-34.

Price C, Ergül N. A comparison of a film-based and a direct digital dental radiographic system using a proximal caries model. *Dentomaxillofac Radiol* 1997;26(1):45-52.

Ricketts DN, Whaites EJ, Kidd EA, Brown JE, Wilson RF. An evaluation of the diagnostic yield from bitewing radiographs of small approximal and occlusal carious lesions in a low prevalence sample in vitro using different film types and speeds. *Br Dent J* 1997;182(2):51-8.

Rosa MCT. Estudo comparativo das propriedades sensitométricas e resolução de filmes radiográficos periapicais [Dissertação de Mestrado]. Campinas: Universidade Camilo Castelo Branco; 2001.

Ruijter JM, Verhoeven JW, van der Linden JAM, Cune MS, Terlouw M. Image processing and analysis program for measurement of bone density changes in reference and follow-up standardized extraoral oblique lateral cephalometric radiographs of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32(6):379-84.

Sanderink GC, Huiskens R, van der Stelt PF, Welander US, Stheeman SE. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length. The RadioVisioGraphy, Visualix/VIXA, Sens-A-Ray, and Flash Dent systems compared with Ektaspeed films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;78(1):125-32.

Sheaffer JC, Eleazer PD, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG. A comparison of D-, E-, and F-speed conventional intraoral radiographic films in endodontic measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93(3):337-40.

Sheaffer JC, Eleazer PD, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG. Endodontic measurement accuracy and perceived radiograph quality: effects of film speed and density. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(4):441-8.

Silva PG. Comparação das densidades ópticas e radiográficas analisadas pelo fotodensitômetro MRA e pelo software Adobe Photoshop 4.0 dos filmes Kodak TMS-1 processados na solução Kodak RP X-Omat, a diferentes temperaturas na processadora CRONEX T4 [Tese de Doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1999.

Suleiman OH, Spelic DC, Conway B, Hart JC, Boyce PR, Antonsen RG Jr. Radiographic trends of dental offices and dental schools. *J Am Dent Assoc* 1999;130(7):1104-10.

Svanaes DB, Moystad A, Risnes S, Larheim TA, Grondahl HG. Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: comparison with conventional radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;82(1):94-100.

Svenson B, Lindvall AM, Grondahl HG. A comparison of a new dental X-ray film, Agfa Gevaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultra-speed dental X-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1993;22(1):7-12.

Svenson B, Petersson A. A comparison of flow and Kodak dental X-ray films by means of perceptibility curves. *Acta Odontol Scand* 1993;51(2):123-8.

Svenson B, Welander U, Shi XQ, Stamatakis H, Tronje G. A sensitometric comparison of four dental X-ray films and their diagnostic accuracy. *Dentomaxillofac Radiol* 1997;26(4):230-5.

Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, Van der Stelt PF. Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(1):40-4.

Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van der Stelt PF. Effects of developer exhaustion on the sensitometric properties of four dental films. *Dentomaxillofac Radiol* 1999a;28(2):80-8.

Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van der Stelt PF. Sensitometric evaluation of four dental X-ray films using five processing solutions. *Dentomaxillofac Radiol* 1999b;28(2):73-9.

Tamburús JR, Lavrador MAS. Radiographic contrast. A comparative study of three dental X-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1997;26(4):201-5.

Tavano O. Filmes e processamento radiográfico. In: Freitas A, Rosa JE, Souza IF. *Radiologia odontológica*. 5ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 2000. cap. 4, p. 35-55.

Tavano O, Dezotti MSG. Filmes radiográficos Ektaspeed e Ultra-speed, processados em soluções Kodak, em diferentes concentrações. *Rev ABRO* 2000;1(3):7-15.

Tavano O, Dezotti MSG, Iwaki LCV. Comparação entre a densidade ótica obtida pelo método convencional e densidade radiográfica obtida pelo programa Adobe Photoshop 5.0 em filmes radiográficos Kodak TMS-1. *Rev ABRO* 2000;1(2):7-14.

Thorogood D, Horner K, Smith NJD. Quality control in the processing of dental radiographs. A practical guide to sensitometry. *Br Dent J* 1988;164(9):282-7.

Thunthy KH, Weinberg R. Sensitometric comparison of dental films of groups D and E. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54(2):250-2.

Thunthy KH, Weinberg R. Sensitometric comparison of Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed, and Ultra-speed Dental films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79(1):114-6.

Tjelmeland EM, Moore WS, Hermes CB, Buikema DJ. A perceptibility curve comparison of Ultraspeed and Ektaspeed Plus films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85(4):485-8.

Uprichard KK, Potter BJ, Russell CM, Schafer TE, Adair S, Weller RN. Comparison of direct digital and conventional radiography for the detection of proximal surface caries in the mixed dentition. *Pediatr Dent* 2000;22(1):9-15.

Vale IS, Bramante CM. Visibilidade de algumas limas endodônticas por meio do sistema de imagem digital Digora e três filmes radiográficos periapicais. *Rev Fac Odontol Bauru* 2002;10(1):29-33.

Verdonschot EH, Duijsings JH. New film for intraoral radiography. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2001;108(4):142-4.

Versteeg CH, Sanderink GC, van Ginkel FC, van der Stelt PF. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27(2):97-101.

Waggoner WF, Ashton JJ. Comparison of Kodak D-speed and E-speed x-ray film in detection of proximal caries. *ASDC J Dent Child* 1988;55(6):459-62.

Wakoh M, Farman AG, Kelly MS, Kuroyanagi K. Comparing the sensitometric properties of dental X-ray films. *J Am Dent Assoc* 1995;126(3):341-4.

Wenzel A, Hintze H, Horsted-Bindslev P. Discrimination between restorative dental materials by their radiopacity measured in film radiographs and digital images. *J Forensic Odontostomatol* 1998;16(1):8-13.

Whaites E. Princípios de radiologia odontológica. Trad. de Francisco Haiter Neto, Andréa de Castro Domingos, Juliana Araújo Bittar, Karina Lopes Devito, Marcia Leal Spinelli Casanova, Mauro Guilherme de Barros Quirino Martins, Nilson Pena Neto Segundo, Flavio Ricardo Manzi. 3^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. cap. 5, p.47-63.

White SC, Yoon DC. Comparison of sensitometric and diagnostic performance of two films. *Compend Contin Educ Dent* 2000;21(6):530-9.

Yakoumakis EN, Tierris CE, Stefanou EP, Phanourakis IG, Proukakis CC. Image quality assessment and radiation doses in intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91(3):362-8.

Yoshiura K, Kawazu T, Chikui T, Tatsumi M, Tokumori K, Tanaka T, et al. Assessment of image quality in dental radiography, part 1 – phantom validity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;87(1):115-22.