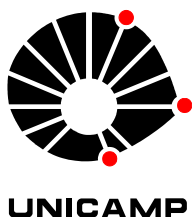


MARCIA LEAL SPINELLI CASANOVA
C.D.





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



MARCIA LEAL SPINELLI CASANOVA
C.D.

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS VARIAÇÕES DE TEMPOS DE
EXPOSIÇÃO, TIPO DE PROCESSAMENTO E DO EFEITO DA
DEGRADAÇÃO DAS SOLUÇÕES PROCESSADORAS NA
QUALIDADE DA IMAGEM RADIOGRÁFICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de **Mestre em Radiologia
Odontológica**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Orivaldo Tavano
Prof^a Dr^a Solange Maria de Almeida
Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

PIRACICABA
2002

Dedicatória

Dedico este trabalho...

... ao meu marido e companheiro **Fábio**, meu Fabinho, pela compreensão, apoio, amor e incentivo durante toda essa trajetória, por sempre saber usar as melhores palavras nas horas mais certas, não me deixando nunca desanimar, e principalmente, por ser a pessoa maravilhosa que amo, admiro e tenho a sorte de ter ao meu lado. Te amo mais que tudo!!!

... aos meus pais **Laura e Nonato**, a quem devo tudo que sou, que souberam conviver com minha ausência e com toda a saudade que tivemos que suportar enquanto eu acalentava e realizava mais esse sonho. Amo vocês!!!

Dedico ainda...

... aos meus irmãos **Marcelo** e **Marília**, que aprenderam a me acompanhar sempre de longe, torcendo para que eu alcançasse meus objetivos.

... às minhas avós **Carmen** e **Gracinda** e aos meus avôs **Nivaldo** e **Vicente** (in memoriam) por serem muito especiais em minha vida.

... a **Deus**, por me guiar pelos caminhos da vida, por ter me permitido viver e chegar até aqui.

Agradecimento especial

Ao Prof. Dr. **Francisco Haiter Neto**, orientador desta dissertação, exemplo de dedicação ao trabalho, responsável por grande parte de minha formação profissional. Nesse tempo de convívio soube me orientar de forma brilhante, sempre com amizade e respeito, sabendo lidar com meu imediatismo e demonstrando sempre total disponibilidade quando necessário.

Obrigada por tudo!!!

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. **Frab Norberto Bóscolo**, responsável pela Área de Radiologia, pelo exemplo de competência, calma e liderança.

À Prof^a Dr^a **Solange Maria de Almeida**, pelo exemplo profissional e, principalmente, por ter me concedido a oportunidade de fazer parte da disciplina.

Ao Prof. Dr. **Agenor Montebelo Filho** pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. **Mário Vizioli**, pela amizade e atenção sempre a nós dispensadas.

Ao Prof. Dr. **Orivaldo Tavano** pelas orientações fundamentais para realização desta pesquisa.

Aos funcionários técnico-administrativos da Área de Radiologia, **Gislaine, Giselda, Bruna** e, em especial, **Raquel**, pela capacidade e pela paciência com que sempre nos auxiliou.

Aos técnicos em radiologia **Antônio**, e especialmente **Waldeck** pelos inúmeros favores e

principalmente por todo apoio e ajuda na realização da parte prática deste trabalho. Valeu, Wal!!

Às minhas examinadoras **Ana Isabel, Deborah, Karina, Laura e Rosana** que realizaram a avaliação subjetiva das radiografias deste trabalho. Obrigada pelo espírito de colaboração e disponibilidade.

À minha grande amiga **Ana Isabel** que me acompanhou em toda a parte prática deste trabalho, me apoiou nas horas difíceis e foi minha amiga em todos os momentos que precisei. Sei que nossa amizade irá superar as fronteiras!!! Vou sentir saudades...

Aos meus amigos **Laura, Nilson e Sérgio**, que se mostraram mais que colegas de pós-graduação, foram amigos e companheiros, sempre se mostrando dispostos a ajudar e apoiar no que fosse necessário. Vocês sempre poderão contar com minha amizade e respeito!!!

Aos meus demais colegas de turma **André, Andréa, Deborah, Flávio, Janaína, Karina, Maria Luiza, Mauro, Patrícia, Raphael e Rosana** que trilham comigo este caminho do mestrado.

Aos meus amigos **Élcio, Fabrício, Flávia, Juliana e Melissa** pela amizade carinhosa.

À Prof^a Dr^a **Gláucia Ambrosano** pela competente orientação na realização da análise estatística deste trabalho.

Ao meu amigo Prof. Dr. **Augusto Paranhos** pela paciência, nunca poupando esforços para me ajudar.

Ao professor de matemática **Vilmar Vaz da Silva** pelo brilhante e indispensável auxílio.

Às bibliotecárias **Marilene Girello** e **Heloisa Ceccotti** pela minuciosa revisão das normas para elaboração desta obra.

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP**, na pessoa do seu diretor, Professor Thales Rocha de Mattos Filho, onde tive a oportunidade de dar mais um passo para minha formação profissional.

Ao Sistema Educacional **Pinóchio** e **Visão** onde tudo começou!

A todos que de alguma forma colaboraram para a elaboração deste trabalho.

**“É justamente a possibilidade
de realizar um sonho que
torna a vida interessante”
Paulo Coelho**

Sumário

SUMÁRIO

LISTAS	1
Lista de figuras	2
Lista de gráficos	6
Lista de quadros	7
Lista de tabelas	8
 RESUMO	 9
 ABSTRACT	 11
 1 – INTRODUÇÃO	 13
 2 – REVISÃO DA LITERATURA	 16
2.1 – Filmes radiográficos	17
2.2 – Processamento radiográfico	34
 3 – PROPOSIÇÃO	 40
 4 – METODOLOGIA	 42
4.1 – Material	43
4.2 – Métodos	53

5 – RESULTADOS	70
5.1 – Resultados da análise densitométrica	71
5.2 – Resultados da análise subjetiva	88
5.3 – Resultados da análise das curvas características	107
6 – DISCUSSÃO	122
6.1 – Análise densitométrica	124
6.2 – Análise subjetiva	129
6.3 – Correlação entre análises densitométrica e subjetiva	130
6.4 – Análise das curvas características	133
7 – CONCLUSÕES	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

Listas

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

- 1 – Filmes radiográficos utilizados no experimento. Da esquerda para a direita: Insight e Ektaspeed Plus
- 2 – Filme identificado para a exposição
- 3 – Escalas de densidade
- 4 – Simulador e escala de densidade posicionados para exposição radiográfica
- 5 – Simulador
- 6 – Posicionador utilizado para padronização das exposições radiográficas
- 7 – Soluções utilizadas para o processamento automático, Kodak RP-XOMAT
- 8 – Soluções utilizadas para o processamento manual, Kodak GBX 50
- 9 – Processadora automática
- 10 – Tanques para processamento manual. No detalhe: cronômetro digital e termômetro utilizados para método temperatura/tempo
- 11 – Fotodensitômetro digital
- 12 – Escala de densidade posicionada sobre o filme radiográfico
- 13 – Radiografia resultante da exposição da escala de densidade de oito degraus
- 14 – Resultado radiográfico das exposições realizadas com simulador e escala
- 15 – Exemplo de um grupo de radiografias destinadas à confecção da curva característica
- 16 – Radiografias obtidas com o Filme Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 17 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com mesmo tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 18 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 5% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento 93

- 19 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 10% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 20 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 15% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.
- 21 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 20% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 22 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 30% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 23 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 40% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 24 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 50% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1 (A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento
- 25 – Radiografias obtidas com o Filme Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento
- 26 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com mesmo tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento
- 27 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 5% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento
- 28 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 10% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento
- 29 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 15% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

30 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 20% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

31 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 30% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

32 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 40% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

33 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 50% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

34 - Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no primeiro dia do experimento, pelo método automático

35- Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no quinto dia do experimento (fim da primeira semana), pelo método automático

36 - Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo segundo dia do experimento (fim da segunda semana), pelo método automático

37 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo nono dia do experimento (fim da terceira semana), pelo método automático

38 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no vigésimo sexto dia do experimento (fim da quarta semana), pelo método automático

39 - Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no primeiro dia do experimento, pelo método manual

40- Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no quinto dia do experimento (fim da primeira semana), pelo método manual

41 - Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo segundo dia do experimento (fim da segunda semana), pelo método manual

- 42 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo nono dia do experimento (fim da terceira semana), pelo método manual
- 43 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no vigésimo sexto dia do experimento (fim da quarta semana), pelo método manual
- 44 – Curvas características do filme Insight processado automaticamente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento
- 45 – Curvas características do filme Ektaspeed Plus processado automaticamente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento
- 46 – Curvas características do filme Insight processado manualmente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento
- 47 – Curvas características do filme Ektaspeed Plus processado manualmente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO

- 1 – Densidades médias do Filme Ektaspeed Plus processado manual e automaticamente
- 2 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 3 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 5% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 4 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 10% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 5 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 15% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 6 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 20% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 7 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 30% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 8 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 40% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 9 – Densidades médias do Filme Insight, exposto com 50% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente
- 10 – Densidades médias dos grupos testados processados automaticamente
- 11 – Densidades médias dos grupos testados processados manualmente

LISTA DE QUADROS

QUADRO

- 1 – Densidade óptica dos filmes segundo os impulsos e a espessura em milímetros da escala de densidade
- 2 – Identificação dos filmes para análises densitométrica e subjetiva
- 3 – Dias de processamento
- 4 – Identificação dos filmes utilizados para confecção das curvas características
- 5 – Tempos de exposição utilizados para obtenção das radiografias para análises densitométrica e subjetiva

LISTA DE TABELAS

TABELA

- 1 – Valores das densidades médias dos grupos estudados processados manual e automaticamente para cada dia de processamento
- 2 – Resultados do Teste de Tukey nos valores de densidades médias para os grupos estudados quando processados automaticamente
- 3 – Resultados do Teste de Tukey nos valores de densidades médias para os grupos estudados quando processados manualmente
- 4 – Efeitos da variação dos tempos de exposição nos valores de densidades médias das radiografias dos diversos grupos estudados em relação aos dias de processamento obtidas por meio do processamento automático
- 5 – Efeitos da variação dos tempos de exposição nos valores de densidades médias das radiografias dos diversos grupos estudados em relação aos dias de processamento obtidas por meio do processamento manual
- 6 – Valores médios das densidades base e velamento dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento
- 7 – Valores de p para a relação entre os grupos estudados em diferentes dias e tipo de processamento
- 8 – Valores médios dos escores atribuídos pelos avaliadores às radiografias processadas manualmente
- 9 – Valores médios dos escores atribuídos pelos avaliadores às radiografias processadas automaticamente
- 10 – Valores dos contrastes dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento
- 11 – Valores das latitudes dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento
- 12 – Valores, em segundos, do tempo de exposição necessário para produzir densidade 1.0 acima da DBV dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento

Resumo

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a variação no tempo de exposição, tipo de processamento e efeito da degradação das soluções processadoras na qualidade da imagem radiográfica, utilizando o filme Insight (IS-21), e comparando-o com o Ektaspeed Plus (EP 21-P), ambos da Kodak. Para isto os filmes foram expostos em variados tempos de exposição e processados, manual e automaticamente, em soluções de processamento novas e progressivamente degradadas. As comparações foram feitas a partir de análises densitométrica, subjetiva e construção de curvas características, tendo esta última permitido a avaliação das propriedades sensitométricas dos filmes. Os dados obtidos permitiram a constatação de que o filme Insight é mais sensível e menos susceptível à degradação dos líquidos de processamento do que o Ektaspeed Plus, ambos processados manual e automaticamente. O filme Insight permite uma redução da dose de radiação de 20% em relação ao Ektaspeed Plus sem prejuízos à qualidade da imagem radiográfica.

Palavras chave: Filme para raios X, tempo de exposição, densitometria.

Abstract

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the variation of the exposure time, processing techniques and effect of the processing solution depletion in the image quality of the F-speed dental X-ray film (Insight), and to compare with Ektaspeed Plus, both from Kodak. The films were exposed in different exposure times and developed in manual and automatically conditions, in fresh and progressively depleted processing solutions. The comparison was based on densitometric analyze, subjective appraisals and on characteristics curves which allowed sensitometric properties evaluation. On the basis of the evaluation performed in this investigation, it was concluded that Insight is faster and more resistant than Ektaspeed Plus to the effects of the processing solution depletion, when processed in manual and automatically conditions. The exposure time for Insight can be reduced by 20% in comparison with Ektaspeed Plus at no detriment to image quality.

Keywords: X-ray film, exposure time, densitometry.

Introdução

1. INTRODUÇÃO

A radiografia é a imagem de um objeto, obtida com o emprego dos raios X. Para que se forme a imagem, é necessário um material sensível que se modifique pela passagem desses raios. Esse material é o filme radiográfico que posteriormente sofrerá a ação de substâncias adequadas para que a imagem seja revelada e se torne permanente (TAVANO, 2000).

A primeira radiografia dentária que se tem notícia foi feita pelo Dr. Otto Walkhoff da sua própria boca. Isso aconteceu em 22 de novembro de 1895, passadas apenas duas semanas da descoberta dos raios X pelo Dr. Wilhem Conrad Röntgen em 08 de novembro de 1895. Dr. Otto utilizou uma adaptação de um filme fotográfico e a exposição durou 25 minutos (WHITE & PHAROAH, 2000).

Posteriormente, foram introduzidos no comércio filmes radiográficos odontológicos, sendo o primeiro produzido pela Kodak em 1913. Desde a introdução destes filmes odontológicos, foi dada ênfase à necessidade da redução da quantidade de radiação necessária para produzir radiografias, diminuindo na mesma proporção os efeitos biológicos nocivos ao paciente e ao profissional.

A quantidade de radiação a qual é exposto um paciente durante um estudo radiológico depende diretamente das características do filme utilizado, já que fazendo uso de uma película mais sensível, haverá uma redução no tempo de

exposição (SILHA, 1981), diminuindo-se então a quantidade de radiação necessária para se obter a imagem radiográfica. Desta forma, com o objetivo de atender essas exigências de proteção, os fabricantes constantemente buscam inovações na produção de filmes radiográficos. Recentemente o filme periapical Insight (IS-21) foi introduzido no mercado pela Kodak, com a finalidade de diminuir a exposição aos raios X do paciente devido à alta sensibilidade que este apresenta. Tal filme é classificado como sendo do Grupo F de velocidade, quando processado automaticamente. Sabe-se, entretanto, que a principal desvantagem baseia-se no fato de que filmes mais sensíveis diminuem a qualidade da imagem, podendo comprometer o diagnóstico (PISTÓIA, 2000).

Outro fator que muito influencia na qualidade final da imagem radiográfica é o processamento radiográfico, visto que os filmes reagem de modo diferente frente a variações do tipo de processamento, concentração, temperatura e atividade das soluções.

Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de pesquisas a respeito do comportamento individual dos diversos filmes em relação às diferentes condições de exposição e processamento. Deste modo, o presente trabalho propõe-se a pesquisar os efeitos das alterações dos tempos de exposição, tipo de processamento e da degradação das soluções processadoras na qualidade radiográfica do filme Insight da Kodak.

Revisão da Literatura

2. REVISÃO DA LITERATURA

A radiografia representa um instrumento de extrema importância na prática da clínica odontológica por fornecer informações dos tecidos dentários e ósseos adjacentes inacessíveis por meio de exames clínicos. Por isso a radiografia deve apresentar uma boa qualidade de imagem.

Convém salientar que se considera de boa qualidade uma radiografia que apresente grau médio de contraste e densidade, mínimo de distorção e máximo de detalhe, o que em conjunto oferece condições ideais ao profissional para a execução de um diagnóstico correto e planejamento terapêutico adequado.

Muitos fatores podem influenciar na qualidade final da imagem radiográfica, entre eles, aqueles ligados ao tipo de filme utilizado e ao processamento radiográfico.

Neste capítulo será então apresentada uma revisão da literatura dos fatores acima citados, que foram objeto de estudo do presente trabalho.

2.1 - Filmes radiográficos

Quando um feixe de raios X parte de um aparelho e incide sobre um objeto, terá sua intensidade atenuada pela absorção e espalhamento de fótons do feixe primário. Esta interação entre os raios X e o objeto dá origem a imagem radiográfica, que precisa de um receptor para ser registrada de forma permanente.

Quando Röntgen descobriu os raios X, esse receptor era o filme fotográfico, assim a primeira radiografia dentária fez uso de um filme fotográfico recortado e

recoberto por um lençol de borracha. Atualmente, em Odontologia, os receptores mais freqüentemente utilizados são os filmes radiográficos, que no futuro serão, provavelmente, substituídos por sensores digitais.

O principal constituinte de um filme radiográfico é a sua emulsão, que tem como suporte uma base de poliéster. Esta emulsão é constituída por uma mistura homogênea de gelatina e cristais halogenados de prata. A emulsão do filme é responsável por todas as suas propriedades sensiométricas, sensibilidade, latitude e contraste, além da resolução e nitidez da imagem radiográfica. As diferenças destas propriedades entre os vários filmes radiográficos existentes são determinadas pelo modo como os cristais de prata são fabricados e misturados à gelatina (concentração, tamanho e distribuição do cristal na emulsão).

As propriedades sensiométricas dos filmes podem ser estudadas a partir da construção das curvas características. Tal curva é uma representação gráfica criada em 1890 por HURTER & DRIFFIELD, chamada curva H&D ou sensiométrica. No início, tal curva era utilizada para o estudo do comportamento dos materiais sensíveis à luz, com o objetivo principal de verificar os resultados da exposição de papéis fotográficos. Atualmente com algumas adaptações propostas pela ASA (American Standards Association), a curva sensiométrica mostra a relação entre a densidade óptica do filme e o logaritmo da exposição correspondente. A relação existente entre tempo de exposição e densidade óptica foi estudada por PRICE, em 1980, onde o autor concluiu que a densidade é diretamente proporcional ao tempo de exposição, ou seja, quando aumenta o tempo de exposição do filme, aumenta a densidade óptica.

Desde a introdução no comércio de filmes radiográficos odontológicos, em 1913 pela Kodak, foi dada ênfase à necessidade de redução da quantidade de radiação necessária para a produção de radiografias, mantendo a qualidade para diagnóstico. Em 1925, quando foram lançados os filmes Radiatized, eram necessários 4,5s para a aquisição de uma radiografia periapical da região de molares superiores. Em 1955, surgiu no mercado o filme Ultra-speed, classificado como filme do Grupo D de velocidade, que era cinco a seis vezes mais sensível que o Radiatized, sendo que este só teve sua produção descontinuada pela Kodak em 1974.

É importante salientar que quanto mais sensível for o filme radiográfico, menor será a dose de radiação necessária para a produção da imagem radiográfica. Todavia, o ganho de sensibilidade no filme pode implicar na perda da nitidez. Isso porque o tamanho dos cristais de halogenatos de prata, contidos na emulsão dos filmes, é um dos fatores que determina a maior ou menor sensibilidade dos mesmos numa relação diretamente proporcional, ou seja, quanto maiores os cristais, mais sensível será o filme. Porém, cristais maiores causam perda da nitidez e redução da qualidade da imagem.

Em 1981, a Kodak, com o lançamento do filme Ektaspeed, inaugurou um novo grupo de sensibilidade de filmes radiográficos, os do grupo E. Esse filme era duas vezes mais rápido que o Ultra-speed, o que significava uma redução da dose de radiação em 50%. Apesar de muitos afirmarem que o Ektaspeed poderia ser usado substituindo o Ultra-speed com a vantagem de proporcionar uma redução da dose de raios X (THUNTHY & WEINBERG, 1982; KAFFE et al., 1984;

FROMMER & JAIN, 1987; GUILARDI NETO et al., 1988; HASHIMOTO et al., 1991; SVENSON et al., 1993), a maioria dos dentistas não o adotou. Em geral, o Ektaspeed apresentava menor contraste que o Ultra-speed (THUNTHY & WEINBERG, 1982), um alto grau de velamento (FLETCHER, 1987; SVENSON et al., 1993), sensibilidade às variações de condições ideais de processamento (THUNTHY & WEINBERG, 1995; LUDLOW & PLATIN, 1995), e menor latitude de exposição (ALVARES et al., 1986). ALVARES et al. em 1986 após um estudo comparativo entre os filmes Agfa-Gevaert, Kodak Ultra-speed e Kodak Ektaspeed, ainda acrescentou que depois de expostos e processados de acordo com as especificações do fabricante, 24 avaliadores julgaram a qualidade da imagem do Ultra-speed melhor que a do Ektaspeed.

Visando melhorar a qualidade radiográfica, o Ektaspeed foi substituído pelo Ektaspeed Plus em 1994. Esta segunda versão utilizava em sua emulsão, a tecnologia T-Mat, usada em filmes extrabucais, com grânulos tabulares, com 1.6µm de diâmetro em média, cuja face achatada apresentava-se orientada para a face sensível do filme, aumentando a capacidade de captação de luz pelo grânulo (THUNTHY & WEINBERG, 1986). Esta tecnologia, além de melhorar a resolução da imagem, aumentava a sensibilidade do filme, porém o Ektaspeed Plus continuava sendo um filme de sensibilidade do grupo E. (TJELMELAND et al., 1998).

Um grande número de experimentos foi realizado comparando o filme Ektaspeed Plus com os filmes até então existentes no mercado. Tais estudos apontaram a

superioridade do Ektaspeed Plus sobre seu antecessor, o Ektaspeed. Muitos autores afirmaram ser o Ektaspeed Plus mais sensível que o Ektaspeed e o Ultra-speed (CONOVER et al., 1995; LUDLOW & PLATIN, 1995; KITAGAWA et al., 1995; SYRIOPOULOS et al., 1999), com contraste similar ao Ultra-speed, porém superior ao Ektaspeed (CONOVER et al., 1995; PRICE, 1995; THUNTHY & WEINBERG, 1995; KITAGAWA et al., 1995; TAMBURUS & LAVRADOR, 1997), de possuir menor granulação que o Ektaspeed (CONOVER et al., 1995) e melhor condição para diagnóstico de cárie, sendo similar ao Ultra-speed (LUDLOW et al., 1997). Interessante salientar que TAMBURUS & LAVRADOR (1997) encontraram grande correlação entre as análises objetiva e subjetiva em sua pesquisa quando compararam o contraste radiográfico dos filmes Ultra-speed, Ektaspeed e Ektaspeed Plus.

Em abril de 2000, a Kodak anunciou a introdução no mercado do Insight, classificado como tipo F, quando processado automaticamente. Antes, porém, a Flow X-ray já havia lançado um protótipo de um filme de sensibilidade F, afirmando ser este novo filme 50% mais rápido que os existentes no mercado. A Kodak, porém, afirmou ser seu novo filme F, o Insight, apenas 20% mais rápido que seu antecessor Ektaspeed Plus e apenas quando processado automaticamente. Então neste novo filme poderia se usar menos radiação, com a vantagem da manutenção da qualidade de imagem. Sua emulsão apresentava a mesma tecnologia T-Mat do Ektaspeed Plus (LUDLOW et al., 2001).

Iniciaram-se, então, os estudos com esse novo tipo de filme, realizados de diferentes formas e com o objetivo principal de avaliar as suas propriedades e características.

FARMAN & FARMAN (2000) realizaram um estudo que tinha por objetivo comparar as propriedades de um novo filme intrabucal radiográfico, classificado como Tipo F, com três filmes existentes no mercado. Assim, foram testados quatro filmes, Flow, da Flow X-ray, de sensibilidade F; Kodak Ektaspeed Plus e Agfa M2 Comfort, ambos de sensibilidade E e ainda o Kodak Ultra-speed, de sensibilidade D, que foram expostos sob condições padronizadas e processados em seis diferentes soluções de processamento. Foi utilizado o processamento automático, numa temperatura de 28°C e com um ciclo de 4,5 min, onde variaram os líquidos, Air Techniques, Excel, Supermax, Readymatic, A&B Redi-Chem e Automat XR 24. Depois de processados, as densidades dos filmes foram mensuradas e a partir desses dados foram construídas curvas características de onde foram obtidos a sensibilidade, contraste e latitude dos filmes. As densidades base e velamento também foram mensuradas e os autores afirmaram que todos os filmes testados satisfizeram as especificações da ISO (International Organization for Standardization), sendo 0.13 para o novo filme Tipo F; 0.17 para o filme Ektaspeed Plus; 0.14 para M2 Comfort e 0.14 para o Ultra-speed. Os autores afirmaram também que a escolha do líquido de processamento influencia nas propriedades sensiométricas dos filmes radiográficos. O contraste do filme foi a propriedade que mais sofreu influências das variações de líquidos de processamento, enquanto que a latitude foi pouco influenciada. A sensibilidade

dos filmes, segundo os autores, pode ser alterada de acordo com o líquido utilizado, de modo que quando processado com o líquido Automat XR, o filme Ultra-speed, originalmente de sensibilidade D, apresentou sensibilidade compatível com um filme do Tipo E, e o filme M2 Comfort (Tipo E) comportou-se como um filme do Tipo F. Já o líquido Redi-Chem fez com que o filme Flow, Tipo F, apresentasse características de um filme Tipo E. O Ektaspeed Plus foi o que demonstrou maior estabilidade frente às variações das soluções. Os autores acrescentaram ainda que o novo filme Flow, Tipo F, foi realmente mais rápido que os demais, podendo reduzir a dose de radiação ao paciente em até metade, comparado a um filme de sensibilidade E, sem prejuízos à qualidade da imagem radiográfica.

Ainda em 2000, GEIST et al. compararam os filmes Insight (grupo F) e Ektaspeed Plus (grupo E), ambos da Kodak, com o objetivo de avaliar a sensibilidade e o contraste desses filmes quando usados líquidos de processamento novos e usados. Afirmaram que o filme F foi 25% mais rápido quando o processamento foi realizado em líquidos novos e 35%, em líquidos usados. Em relação ao contraste, os filmes equiparam-se quando processados com líquidos usados, porém quando o líquido era novo, o filme F apresentou um grau de contraste 3% menor que o filme E.

Também em 2000, YAMAKI et al. compararam filmes do grupo D (Ultra-speed), E (Ektaspeed Plus) e F (Insight) a fim de mensurar a redução da dose de radiação. Ao final da pesquisa os autores puderam verificar uma redução da dose de 58,6%

para o filme F quando comparado com o filme D, e de 21,8% em relação ao filme E.

GEIST & BRAND, em 2001, avaliaram as características sensitométricas do filme Insight (sensibilidade F), quando processado em líquidos novos e degradados, além de compará-lo com o filme Ektaspeed Plus. Dois grupos de cada tipo de filme foram expostos, sendo um grupo processado em líquido novo e um segundo grupo, depois de cinco dias, no mesmo líquido após o processamento de 500 radiografias. Todos os grupos foram processados pelo método automático, numa processadora com ciclo de 4,5 min, a uma temperatura de 28°C. As densidades radiográficas foram mensuradas possibilitando o cálculo do contraste e sensibilidade dos filmes, por meio da construção de curvas características. Nesse estudo, a sensibilidade dos filmes foi calculada, além da forma convencional de 1.0 acima da densidade base e velamento (DBV), utilizando os valores do tempo de exposição necessários para produzir a densidade óptica nos valores de 1.5, 2.0 e 2.5 acima da DBV. Os autores adotaram tal metodologia afirmando que nessa faixa de densidade há maior quantidade de informações para diagnóstico. O contraste foi calculado da forma preconizada pela ISO, entre 0.25 e 2 acima da DBV, e também em mais três intervalos de densidade; o primeiro entre 0.5 e 1.0 acima da DBV, o segundo entre 0.7 e 1.3 acima da DBV, que seria a faixa ideal para diagnóstico bucal e o terceiro, entre 1.0 e 2.5 acima da DBV, para calcular o contraste em altas densidades. Como resultados, os autores citaram que a DBV para ambos os filmes, quando processados em líquidos novos, foi de 0.20, e em líquidos degradados, 0.19. Em relação à sensibilidade, quando processados em

líquidos novos, na densidade de 1.0 acima da DBV, o filme Insight foi 25% mais rápido que o Ektaspeed Plus. Já nas densidades de 1.5, 2 e 2.5, o Insight foi em média 31% mais rápido que o Ektaspeed Plus. Quando o processamento foi realizado com os líquidos degradados, na densidade de 1.0, o filme Insight foi 35% mais rápido que o Ektaspeed Plus, e nas densidades de 1.5, 2 e 2.5, o Insight foi mais rápido que o EP, 49%, 43% e 64%, respectivamente. O filme Insight apresentou uma redução da sensibilidade de 5% quando processado em líquido degradado, enquanto que para o filme Ektaspeed Plus, esta redução foi na ordem de 12%. Os autores sugeriram então que o filme Insight pode ser mais resistente aos efeitos da degradação quando comparado ao filme Ektaspeed Plus. Em líquidos novos e degradados, o comportamento do contraste dos dois tipos de filme foi semelhante, quando mensurado no intervalo de 0.25 a 2, apresentando o valor médio de 1.7, o que indica que ambos os filmes têm contrastes equivalentes nos padrões determinados pela ISO. No intervalo para densidades mais baixas (0.5 a 1), o contraste do filme Insight foi discretamente mais baixo que o do filme Ektaspeed Plus, porém foi mais alto nos intervalos de 0.7 a 1.3 e 1 a 2.5. Para os autores, tais resultados sugerem que o filme Insight teria vantagem em relação ao Ektaspeed Plus na identificação de patologias, em especial na faixa de 0.7 a 1.3, faixa esta considerada ideal para diagnóstico bucal por KIRCOS et al., em 1989. Os autores afirmaram que em alguns casos houve discreto aumento nos valores de contraste em ambos os filmes quando foram processados em líquidos degradados. Em resumo, os autores concluíram que o filme Insight é um filme de sensibilidade F quando processado automaticamente tanto em líquidos novos

quanto degradados, possibilitando uma redução da dose de radiação ao paciente, em relação ao Ektaspeed Plus, de 20 a 24%, sem que haja prejuízo na qualidade da imagem radiográfica.

PRICE (2001) realizou um estudo objetivando comparar os filmes da Kodak, Insight, de sensibilidade F, com Ultra-speed e Ektaspeed Plus, de sensibilidades D e E, respectivamente. Seis filmes de cada tipo, sendo três pacotes de filme duplo, foram expostos de modo padronizado e processados automaticamente a 28°C, num ciclo de 5,5 min, sendo posteriormente submetidos à leitura densitométrica. Os valores da DBV obtidos foram 0.17, 0.20 e 0.21, para os filmes Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Insight, respectivamente. Os valores do contraste para ambos os filmes foi satisfatório, de modo que o autor concluiu que o filme Insight proporciona uma economia na dose de radiação em relação aos filmes de sensibilidade D e E, sem que haja prejuízo evidente no contraste radiográfico.

Ainda em 2001, SYRIOPOULOS et al. compararam as propriedades sensiométricas, eficácia no diagnóstico e qualidade de imagem dos filmes radiográficos Insight (Tipo F) e Ektaspeed Plus (Tipo E), ambos da Kodak, por meio da construção de curvas características. Para estudar as propriedades sensiométricas dos filmes, sensibilidade e contraste, os autores utilizaram 24 filmes de cada tipo, expostos num intervalo de tempo de 0.01 a 2.0s, com aparelho de raios X operando com 60kVp e 7mA. Depois de expostos, um grupo de filmes foi processado manualmente de acordo com o método temperatura/tempo, permanecendo 5 min no revelador a uma temperatura de 20°C, e outro grupo foi processado pelo método automático utilizando uma processadora com

ciclo de 6 min e com temperatura constante de 28°C. Após o processamento, os filmes foram submetidos à leitura densitométrica e as curvas características foram confeccionadas. A sensibilidade foi calculada de acordo com o padrão ISO. O contraste foi calculado no intervalo de 0.25 a 2.0 acima da DBV e também num intervalo de 1.0 a 3.0. Como resultados os autores determinaram que a DBV para o Insight foi de 0.24 (processamento manual) e 0.25 (processamento automático), e para o Ektaspeed Plus, 0.23 e 0.26, respectivamente. O filme Insight foi mais sensível que o filme Ektaspeed Plus, sendo classificado como filme Tipo E quando processado manualmente e Tipo F, automaticamente. O contraste, no intervalo de 0.25 a 2.0, foi aproximadamente 1.8 para ambos os filmes, enquanto que no intervalo de 1.0 a 3.0, o contraste do Insight foi mais alto que o do Ektaspeed Plus. Os dois tipos de filmes apresentaram maior sensibilidade e menor contraste quando processados automaticamente, condição em que a temperatura era mais elevada e tempo de processamento mais curto que no método manual. As condições de processamento afetaram mais o contraste do Ektaspeed Plus que do Insight, porém o Ektaspeed Plus foi mais estável em relação à sensibilidade que o Insight. Para a avaliação da eficácia de diagnóstico foram utilizadas limas endodônticas tipo Kerr, tamanhos 10 e 15, posicionadas em pré-molares e molares inferiores e superiores de um phantom. Séries de 40 imagens foram obtidas para cada tipo de filme e para cada espessura de lima, cujo posicionamento variava entre o ápice radicular e 1.5 mm aquém deste. Estas radiografias foram avaliadas por sete examinadores e não houve diferença estatística entre os filmes nesse critério. Para o estudo da qualidade de imagem,

cinco examinadores avaliaram 100 pares de radiografias interproximais, sendo as do lado direito obtidas com o Insight e as do lado esquerdo com o Ektaspeed Plus, o tempo de exposição para as radiografias obtidas com o Insight foi 20% menor que aquele utilizado para o filme Ektaspeed Plus. Os avaliadores demonstraram uma preferência pelas radiografias obtidas com o Ektaspeed Plus, afirmando ter o Insight uma aparência mais granulada. Em resumo, os autores concluíram que o filme Insight apresenta propriedades sensitométricas superiores ao Ektaspeed Plus, e que o tempo de exposição para este filme pode ser reduzido em 20%, sem prejuízo para a eficácia de diagnóstico.

THUNTHY & IRELAND (2001) realizaram um estudo eminentemente clínico com o objetivo de determinar se uma pequena lesão de cárie poderia ser detectada no filme Insight tão claramente quanto no filme Ultra-speed. Eles utilizaram o filme Tipo D, apesar da existência de filmes com sensibilidade E, justificando ser este último um filme “padrão ouro” para análises de imagens. Os autores radiografaram três dentes extraídos e montados em posicionador que possuíam uma pequena cárie interproximal. Foram obtidas radiografias com os filmes Ultra-speed e Insight, sendo 11 radiografias para cada tipo de filme com o tempo de exposição variando de 0.05 a 0.4 segundos. Todos os filmes foram processados pelo método automático. As radiografias foram avaliadas por três examinadores, que chegaram a conclusão que os tempos ideais para diagnóstico de cárie eram 0.16s e 0,06s para os filmes Ultra-speed e Insight, respectivamente. Os autores concluíram que o filme Insight apresenta uma redução de 60% do tempo de exposição em relação

ao filme Ultra-speed, mantendo a qualidade da imagem e possibilitando o diagnóstico de pequenas lesões de cárie.

LUDLOW et al. (2001) compararam os filmes Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Insight, todos da Kodak, com o objetivo de avaliar sensibilidade dos filmes, contraste, e comportamento frente a degradação dos líquidos de processamento, por meio da construção de curvas características. Os três filmes foram expostos de modo padronizado e processados pelo método automático, no mesmo dia em que foram expostos aos raios X. Foram calculados, por meio da construção das curvas características, o contraste, na faixa de 0.25 a 2.0 acima da DBV, e a sensibilidade dos filmes. Os autores determinaram as seguintes sensibilidades, 26.3 para o Ultra-speed, 46.2 para o Ektaspeed Plus e 60.3 para o Insight. Em relação ao contraste, os resultados foram 1.84 para o Ultra-speed, 1.72 para o Ektaspeed Plus e 1.86 para o Insight. A fim de avaliar o comportamento dos filmes frente à degradação dos líquidos, foram expostos no primeiro dia 23 filmes de cada tipo que foram processados, em líquido novo, acrescido de um filme de cada tipo não exposto a fim de calcular a DBV. No intervalo do dia 1 ao dia 4 foram expostas 10 placas com emulsão do filme Insight que correspondiam aproximadamente a 40 filmes intrabuciais, e processadas em cada dia a fim de promover a exaustão do líquido que permaneceu até o fim do experimento. No quinto dia, repetiu-se o procedimento de exposição dos 23 filmes de cada tipo, que foram processados, também acrescidos de mais um filme não exposto, no líquido agora degradado. Após duas semanas, todo o procedimento foi repetido. Foram então calculados contraste e sensibilidade dos filmes, além de contrastes

adicionais calculados nas faixas de 0.5 a 0.8 e de 1.0 a 2.0 de densidade acima da DBV. Os autores ressaltaram que tais contrastes foram calculados, visto que a faixa de 0.5 a 0.8 de densidade seria a mais indicada para diagnóstico de cáries incipientes, enquanto que a faixa de 1.0 a 2.0 seria ideal para se avaliar trabeculado ósseo, periodonto e lesões periapicais. Como resultados, em relação ao contraste calculado na faixa de 0.25 a 2.0 acima da DBV, os autores indicaram que no primeiro dia o filme Ultra-speed apresentou um contraste mais elevado que os filmes Insight e Ektaspeed Plus, cujos contrastes foram similares. O contraste do filme Insight permaneceu estável durante os cinco dias de exatidão do líquido de processamento, o Ultra-speed apresentou um decréscimo considerável nesses cinco dias, enquanto que o Ektaspeed Plus apresentou um comportamento intermediário entre os dois filmes citados. No contraste calculado na faixa ideal para avaliação de cárie, o comportamento foi diferente. Observou-se que a performance do Ultra-speed caiu, a do Ektaspeed Plus manteve-se estável e a do Insight aumentou, assim no primeiro dia o Ultra-speed apresentava o maior contraste, enquanto que o Insight apresentava o menor. Já ao quinto dia do experimento, o Ektaspeed Plus e o Insight apresentavam contrastes bem semelhantes e maiores que o do Ultra-speed. Em relação à sensibilidade, os autores afirmaram que em líquido degradado o filme Insight apresentou sensibilidade compatível a um filme Tipo E. Além dessas avaliações densitométricas, os autores realizaram um estudo subjetivo onde foram comparados os filmes Ektaspeed Plus e Insight, avaliados por nove examinadores que estabeleceram escores para os dois filmes levando em consideração

contraste, tonalidade, uniformidade e granulação da imagem. Como resultados, os autores citaram que o Insight apresentou, em relação ao Ektaspeed Plus, o melhor contraste, melhor tonalidade, maior uniformidade, porém maior granulação. Os autores concluíram que o filme Insight é realmente um filme tipo F quando processado automaticamente e com líquido novo, possibilitando uma redução de 23% do tempo de exposição em relação ao Ektaspeed Plus e 56%, em relação ao Ultra-speed. Ressaltaram ainda que o Insight mantém o seu contraste mais estável que o Ektaspeed Plus e Ultra-speed, frente à degradação dos líquidos de processamento.

Também em 2001, LUDLOW et al. realizaram um estudo cujo objetivo era comparar filmes de três grupos de sensibilidade na detecção de cárie interproximal. Foram utilizados os filmes Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Insight, de sensibilidade D, E e F, respectivamente. Os autores radiografaram 40 dentes, sendo 20 molares e 20 pré-molares humanos extraídos, sem restaurações e nem grandes lesões cariosas, num total de 84 superfícies proximais, em cada tipo de filme, onde o tempo de exposição era selecionado quando a densidade da dentina produzida na imagem era de aproximadamente 1.0. Assim, o Insight foi submetido ao tempo de 0.25s, o Ektaspeed Plus, 0.32s e o Ultra-speed, 0.5s. Todos os filmes foram processados automaticamente. Seis examinadores avaliaram as radiografias, sendo um tipo de filme em cada seção, com intervalo de uma semana entre as seções. Eles estabeleceram escores que determinavam a presença ou ausência das lesões cariosas. Em seguida, os dentes radiografados foram avaliados histologicamente, estabelecendo o “padrão ouro” para presença

ou não de cárie. Comparando os resultados dos avaliadores com o histológico, houve uma média de acerto de 0.88 para o Ultra-speed, e de 0.85 e 0.84, para o Ektaspeed Plus e Insight, respectivamente, diferença essa não significativa estatisticamente. Os autores concluíram que o filme Insight mantém a qualidade de diagnóstico com uma redução na dose de raios X ao paciente.

NAIR & NAIR (2001) realizaram uma pesquisa cujo objetivo era comparar os filmes intrabucais da Kodak, Ektaspeed Plus e Insight com o sensor digital CMOS-APS (Schick Industries), na detecção de cáries interproximais em 92 superfícies proximais de 46 dentes, entre pré-molares e molares, extraídos e não restaurados, das quais 41 superfícies apresentavam evidência histológica de cárie. Os dentes foram radiografados em conjuntos de 4 ou 5, dentre os quais sempre era introduzido um elemento adicional de fora do grupo do estudo a fim de sempre haver ponto de contato entre os dentes avaliados. Como tempo de exposição foi utilizado 0.42s para o Ektaspeed Plus, 0.33s para o Insight e 0.16s para o sensor digital. Todos os filmes foram processados automaticamente, e as imagens digitais foram sempre armazenadas no formato TIFF. As imagens foram avaliadas por oito examinadores. Comparando os resultados dos avaliadores com o histológico, houve uma média de acerto de 0.760 para o Ektaspeed Plus, 0.778 para o Insight e 0.732 para o sensor digital, diferença essa não significativa estatisticamente. Os autores concluíram que, apesar da redução de 20% da dose de radiação aplicada ao Insight em relação ao Ektaspeed Plus, não houve diferença na capacidade de diagnóstico entre as três formas testadas.

Em 2002, SHEAFFER et al. procuraram comparar a eficácia de três filmes radiográficos intrabuciais, Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Insight, todos da Kodak, na determinação do comprimento de trabalho endodôntico. Para determinar o comprimento de trabalho, foram radiografados quatro canais radiculares de dentes posteriores em maxilares secos com limas nº 15 posicionadas exatamente nos ápices radiculares. Foi considerada como medida exata a média de cinco mensurações. Foi utilizada a lima nº 15 por se saber que sua acurácia de mensuração é superior à lima nº 10. Porém, para as radiografias que foram avaliadas pelos examinadores, utilizou-se limas nº 10. Os tempos de exposição utilizados foram 0.20s para o Ultra-speed, 0.125s para o Ektaspeed Plus, e 0.10s para o Insight. Dez imagens com cada tipo de filme foram obtidas com as limas posicionadas em variados comprimentos nos 4 canais radiculares de comprimentos previamente definidos, que foram avaliadas por 5 estudantes de endodontia. Os examinadores mensuraram a distância do ápice radicular até a ponta da lima e também classificaram as radiografias como convenientes ou inconvenientes, sendo imagens convenientes aquelas onde se podia identificar com facilidade tanto o ápice radicular quanto a ponta da lima endodôntica. As medidas obtidas pelos examinadores foram comparadas com as medidas reais para se avaliar a concordância entre elas. Como resultados, os autores encontraram que não houve diferença estatística entre examinadores, nem entre as medidas feitas nos variados filmes. Ressaltaram que o canal palatino do primeiro molar foi o que apresentou maior número de erros de mensuração. Em relação à qualidade da imagem, também não houve diferença estatística entre os

filmes, no entanto, observou-se que 64% das imagens obtidas com o Ultra-speed foram consideradas convenientes, com o Ektaspeed Plus, 50% e com o Insight, 46%. Os autores concluíram que a morfologia do canal a ser mensurado é mais importante que a sensibilidade do filme utilizado, no entanto, é preferível utilizar o filme Insight, por ser mais sensível, requisitando assim menor dose de radiação.

2.2 - Processamento radiográfico

Quando os raios X atingem a emulsão do filme radiográfico, provocam a ionização dos cristais de prata presentes, seguindo o padrão do objeto ou parte da anatomia radiografada. Se o filme for observado imediatamente após a exposição, não se verá imagem. Há, entretanto, uma imagem presente, que é chamada de imagem latente. É necessária a ação das soluções de processamento para que a imagem latente transforme-se em imagem visível.

Assim, o processamento radiográfico é um processo químico no qual agentes redutores, presentes na solução reveladora, agem sobre os cristais de prata sensibilizados, provocando a precipitação do metal sob a forma de grãos de prata negra. A imagem latente agora já é uma imagem visível que precisa ser fixada pelas soluções fixadoras a fim de que se torne permanente.

A monitoração da atividade das soluções processadoras é um dos fatores mais importantes dentro de um programa de qualidade radiográfico, visto que no momento em que as soluções começam a perder sua atividade, estas devem ser substituídas a fim de evitar danos ao resultado radiográfico (PISTOIA, 2000). A perda da atividade das soluções pode ocorrer por dois processos, degradação e

exaustão. A degradação é a deteriorização da solução devido à ação do oxigênio do ar, tempo de preparo, contaminação e número de filmes processados, já a exaustão é a perda da capacidade da solução reveladora de reduzir os sais de prata à prata metálica, ou do líquido fixador de dissolver os cristais de prata não reduzidos, onde os fatores a serem considerados são número e dimensões de filmes processados. Queda de contraste e sensibilidade, e um aumento de latitude das radiografias são sinais do início da degradação das soluções processadoras (SPOSTO et al., 1983).

O processamento radiográfico tem influência na densidade, contraste, velamento e nitidez da imagem radiográfica (KAFFE et al., 1984; FLETCHER, 1987; CONOVER et al., 1995), assim, quando o mesmo filme é processado sob diferentes condições, seja quanto ao tipo de processamento (manual ou automático), ou situação das soluções processadoras (novas ou degradadas), as radiografias resultantes não terão as mesmas características de imagem.

Em 1974, PESTRITTO et al. compararam a qualidade de radiografias processadas por métodos distintos. Os autores utilizaram métodos manual e automático de processamento. Trinta e três profissionais avaliaram a qualidade das radiografias. Foi concluído que o processamento manual é o método mais adequado para se obter radiografias com melhor qualidade para diagnóstico.

THUNTHY & WEINBERG (1980) realizaram um estudo comparativo entre os métodos de processamento manual (temperatura/tempo) e automático. Os autores ressaltaram que apesar do processamento manual apresentar superioridade no

que se refere às propriedades sensitométricas dos filmes, o processamento automático também pode apresentar bons resultados.

Em 1981, HUNT avaliando o processamento automático afirmou que, além de reduzir o tempo de revelação sem perda da qualidade da imagem, este tipo de processamento permite um melhor controle de qualidade por apresentar alta padronização.

FLETCHER em 1987 realizou um estudo onde comparou os filmes Ektaspeed e Ultra-speed processados por dois métodos manuais e dois, automáticos. Vinte películas de cada filme foram processadas em cada tipo de processamento, que foram avaliadas de forma densitométrica, e cinco películas de cada grupo foram avaliadas subjetivamente por 19 examinadores. Como resultados, os autores afirmaram que as radiografias processadas manualmente apresentaram contraste levemente mais alto que as processadas automaticamente, no entanto, as radiografias processadas automaticamente apresentaram as densidades mais elevadas. Todos os examinadores concordaram que o filme Ektaspeed apresentou a imagem mais granulada que o Ultra-speed, sendo que esta granulação do Ektaspeed foi menor quando este foi processado manualmente.

RIBEIRO & TAVANO em 1993, analisando a exaustão da solução reveladora Ray, afirmaram que a constatação desse fenômeno pode ser feita visualmente por alterações nas densidades ópticas, contraste e definição da imagem radiográfica. Quanto às propriedades sensitométricas, foi observado que houve uma redução do contraste e aumento da sensibilidade. Os autores justificaram esse aumento da sensibilidade afirmando que à medida que são processadas mais películas

radiográficas há um aumento na prata metálica dissolvida na solução, o que induz a formação de maior quantidade de prata negra na película (revelação física), além da gerada pela ação dos raios X e reduzida quimicamente.

RIBEIRO et al., em 1994, estudaram a degradação da solução processadora Hexa por meio de curvas características. Tal químico é uma solução processadora rápida que visa reduzir o tempo do processamento sem prejuízos para a qualidade final da imagem radiográfica. Os autores concluíram que a queda da sensibilidade e aumento da faixa de latitude são fatores que confirmam a degradação dos líquidos de processamento.

THUNTHY & WEINBERG (1995) realizaram um estudo a fim de avaliar os efeitos da exaustão das soluções processadoras nos filmes Ektaspeed Plus, Ektaspeed e Ultra-speed, todos da Kodak, quando processados automaticamente. Os fabricantes dos filmes relataram que o filme Ektaspeed Plus tinha a vantagem de ser menos afetado pela exaustão das soluções que os outros filmes. Foram expostos 4 grupos de 87 filmes de cada tipo, que foram processados, sempre acrescidos de um filme não exposto para se verificar a DBV. Tais grupos foram processados em líquido novo, no primeiro dia do experimento, e no mesmo líquido degradado, ao fim da primeira, segunda e terceira semana. Os autores afirmaram que com a degradação da solução observou-se em todos os filmes uma redução da sensibilidade e do contraste inerente, além de intervalos mais amplos de latitude. Os autores confirmaram ainda que o Ektaspeed Plus foi o filme que apresentou características mais estáveis frente à degradação das soluções processadoras.

ROUT et al. em 1996 realizaram uma comparação da qualidade radiográfica entre os métodos manual e automático de processamento. Os autores avaliaram 78 películas oclusais do tipo Ektaspeed Plus (Kodak), que foram processadas manual e automaticamente. As radiografias processadas manualmente apresentaram densidades mais baixas que aquelas processadas automaticamente. Os autores citaram ainda que a grande vantagem do processamento automático sobre o manual é a padronização da revelação e fixação das radiografias.

Em 1999, SYRIOPOULOS *et al.* examinaram os efeitos de cinco diferentes soluções processadoras, sendo três para processamento manual e duas para automático, nas propriedades sensitométricas de quatro filmes (Ultra-speed e Ektaspeed Plus, da Kodak e Dentus M2, nas versões antiga e recente, da Agfa-Gevaert). Os filmes foram processados com o líquido novo e semanalmente, até sua completa exaustão. Em todas as soluções estudadas, a sensibilidade e contraste dos filmes foram reduzindo à medida que as soluções foram degradando, isto para os dois tipos de processamento.

Também em 1999, SYRIOPOULOS *et al.* realizaram um estudo no qual compararam a eficácia para detecção de cáries interproximais em filmes processados em líquidos novos e degradados. Concluíram em sua pesquisa que valores de contraste inferiores a 50% são clinicamente inaceitáveis, comprometendo a performance do profissional no diagnóstico de cáries, assim, os autores recomendam um limite máximo de declínio de 50% das propriedades para a troca das soluções processadoras.

Em 2000, EINBENDER *et al.* realizaram um estudo onde compararam as propriedades sensiométricas dos filmes Insight, Ektaspeed Plus e Ultra-speed quando processados automaticamente e manualmente, pelo método temperatura/tempo. Sendo que dentro do processamento automático, os autores avaliaram os resultados obtidos com uma processadora com defeito no aquecedor, uma segunda com manutenção inadequada e líquido excessivamente usado, e uma terceira em perfeito funcionamento e líquido novo. Como resultados, os autores citaram uma redução da densidade dos filmes quando havia um defeito na processadora utilizada e uma equivalência dos resultados entre processamento manual e automático, quando executados corretamente.

Também em 2000, PISTÓIA realizou um estudo no qual foram comparados os filmes Ektaspeed Plus, Ultra-speed e Agfa Dentus M2 Comfort, processados em caixas de processamento com soluções novas e degradadas. O autor ressaltou que a análise subjetiva das radiografias foi pouco sensível quando comparada com a avaliação densitométrica, de modo que grande número de radiografias com alterações de densidade e contraste foram aceitas, inclusive recebendo conceitos elevados após perdas significativas de suas propriedades. O autor encontrou que as radiografias só foram consideradas inaceitáveis com diminuição aproximada de 78% de densidade e 85.2% de contraste.

Proposição

3. PROPOSIÇÃO

Neste trabalho, propusemo-nos a comparar, por meio de análise densitométrica, análise subjetiva e construção de curvas características, o comportamento das propriedades sensiométricas dos filmes Kodak Ektaspeed Plus e Insight frente à degradação dos líquidos de processamento, quando processados manual e automaticamente. Também faz parte deste estudo avaliar o efeito da variação do tempo de exposição, procurando determinar para o filme Insight o tempo mais adequado a fim de que as imagens obtidas tenham qualidade semelhante ao seu antecessor, o Ektaspeed Plus.

Metodologia

4. METODOLOGIA

4.1 – Material

4.1.1 – Filmes radiográficos

Foram utilizados dois tipos de filmes radiográficos intrabuciais disponíveis no comércio brasileiro, ambos da Kodak¹, o Ektaspeed Plus e o Insight, classificados quanto à sensibilidade nos grupos E e F (quando processado automaticamente), respectivamente e quanto ao tamanho no tipo 1.2, segundo a especificação nº 22 da ASA (1970). Os filmes eram do mesmo lote e estavam dentro dos prazos de validade, faltando em média um ano para a data limite de uso, segundo determinações do fabricante (FIG. 1).

4.1.2 – Identificadores de filmes

Os filmes foram identificados com letras e números metálicos para filmes intrabuciais, da marca Hawe - Neos Dental - Suisse, acoplados nas bordas dos filmes (FIG. 2).

¹ Eastman Kodak Company, Rochester, NY, USA



FIGURA 1 – Filmes radiográficos utilizados no experimento. Da esquerda para a direita: Insight e Ektaspeed Plus



FIGURA 2 – Filme identificado para a exposição

4.1.3 – Escalas de densidades

Foram utilizadas duas escalas de densidade. Uma escala de alumínio de 8 degraus, que variam de 2 a 16mm de espessura em incrementos de 2mm, utilizada exclusivamente para determinação do tempo de exposição padrão e uma segunda escala de densidade que permitia a obtenção de 3 faixas de densidade, uma correspondente a densidade mínima, uma segunda para densidade intermediária e outra para exposição total (FIG. 3). Esta segunda escala foi utilizada nas exposições junto a um simulador de mandíbula (FIG. 4).

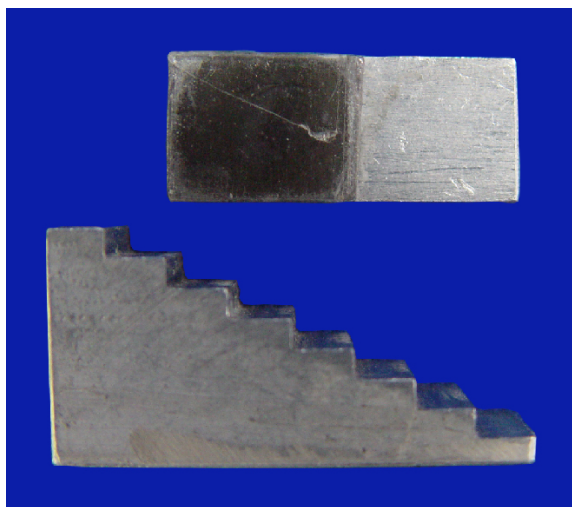


FIGURA 3 – Escalas de densidade



FIGURA 4 – Simulador e escala de densidade posicionados para exposição radiográfica

4.1.4 – Simulador

Para obtenção de radiografias periapicais padronizadas, que permitisse sua utilização na avaliação subjetiva deste estudo, foi utilizado um segmento de mandíbula contendo três elementos dentários, incluída em resina acrílica, que de acordo com HAITER (2000) possibilita a simulação de tecidos moles quanto à absorção dos raios X e emissão de radiação secundária (FIG. 5).



4.1.5 – Dispositivo utilizado para as exposições aos raios X

Foi utilizado um suporte para cabeçote de raios X, confeccionado em acrílico, adaptado ao cilindro localizador do aparelho de raios X, o que permitia manter a distância foco-filme em 20cm e o direcionamento do feixe de raios X perpendicular ao filme durante todas as exposições radiográficas, proporcionando uma padronização de todas as radiografias utilizadas no experimento (FIG. 6).



FIGURA 6 – Posicionador utilizado para padronização das exposições radiográficas

4.1.6 – Aparelho de raios X

O aparelho de raios X utilizado nesse estudo foi da marca GE², modelo 1000, com filtragem total de 2,5mm de alumínio, da clínica de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, operando com 70kVp e 10mA e tempo de exposição variando de acordo com cada grupo estudado.

² General Electric Company, Milwaukee, Wisconsin, USA

4.1.7 – Soluções de processamento

Nesse estudo foram utilizadas soluções reveladoras e fixadoras da marca Kodak³.

Para o processamento automático, foram utilizadas as soluções processadoras (revelador e fixador) da marca Kodak RP X-OMAT (FIG. 7) e para o processamento manual as soluções processadoras foram do tipo Kodak GBX (FIG. 8), todas preparadas de acordo com as recomendações do fabricante. Todas as soluções utilizadas neste estudo estavam dentro do prazo de validade especificado pelos fabricantes.

³ Kodak Brasileira Industria e Comércio LTDA



FIGURA 7 – Soluções utilizadas para o processamento automático, Kodak RP-XOMAT



FIGURA 8 - Soluções utilizadas para o processamento manual, Kodak GBX

4.1.8 – Câmara escura

O processamento dos filmes radiográficos foi realizado na câmara escura da Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, tipo labirinto, equipada com os seguintes acessórios:

- Processadora Automática da marca GENDEX, modelo GXP, com tempo total de processamento de 6 min e temperatura de 28°C (FIG. 9);
- Tanques para processamento manual, com capacidade de 20 litros, sendo um para revelador, um para água e outro para fixador (FIG. 10);
- Termômetro de imersão da marca Incoterm (FIG. 10);
- Cronômetro digital (FIG. 10);
- Colgaduras com 14 grampos.



FIGURA 9 – Processadora automática



FIGURA 10 – Tanques para processamento manual. No detalhe: cronômetro digital e termômetro utilizados para método temperatura/tempo

4.1.9 – Aparelho fotodensitômetro

As leituras das densidades ópticas foram realizadas em um fotodensitômetro digital da marca MRA (FIG. 11) com feixe de luz colimado a 2mm de diâmetro. O registro de cada valor de densidade aparecia de forma numérica em um visor digital.



FIGURA 11 – Fotodensitômetro digital

4.2 – Métodos

4.2.1 - Determinação do tempo de exposição padrão

Um plano piloto foi desenvolvido para determinar o tempo de exposição ideal para o filme Tipo E, Ektaspeed Plus, considerado grupo controle. Os filmes foram posicionados no dispositivo padronizador e expostos com a escala de alumínio de 8 degraus, com diferença de 2mm entre os degraus, colocada no centro do feixe de radiação, a uma distância foco-filme de 20cm. Foram expostos 3 filmes para cada tempo de exposição.

Todas as radiografias foram processadas por meio do método automático. Nas figuras 12 e 13 pode-se observar o posicionamento da escala de alumínio e o resultado radiográfico desta exposição para determinação do tempo padrão.



FIGURA 12 – Escala de densidade posicionada sobre o filme radiográfico

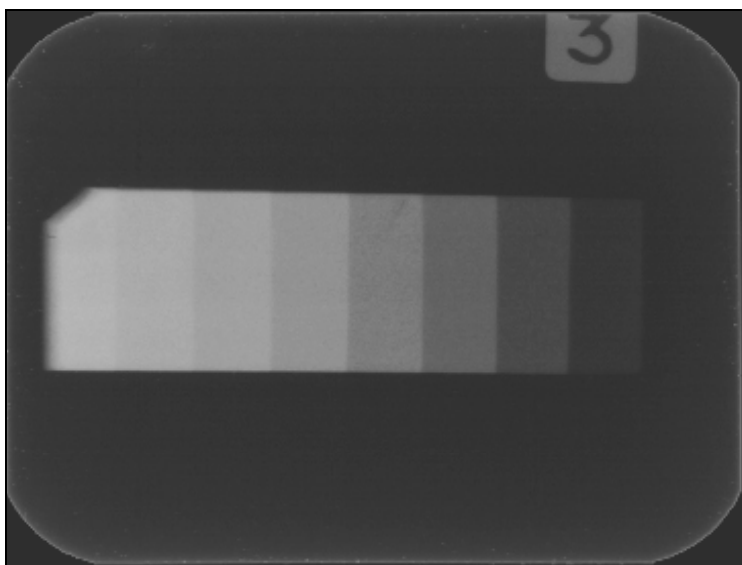


FIGURA 13 – Radiografia resultante da exposição da escala de densidade de oito degraus

Em seguida foram realizadas as medidas de densidade de cada degrau da escala. Sempre foram realizadas cinco leituras para se obter uma média, sendo estas leituras o mais próximo do centro geométrico de cada degrau.

O tempo de exposição ideal foi determinado quando o degrau de espessura de 10mm da escala apresentava densidade óptica de aproximadamente 1.0 (± 0.1). De acordo com MAURIELLO *et al.* (1987), a densidade 1.0 está dentro do limite de densidade para tecidos dentários, servindo assim como densidade de referência.

Os resultados estão expressos no QUADRO 1, onde se verifica que o tempo considerado ideal foi 18 impulsos (0.30s), no qual a densidade média foi de 0.99, resultado semelhante ao usado na metodologia de LUDLOW *et al.* (2001), que radiografaram filmes Ektaspeed Plus com tempo padrão de 0.32s.

QUADRO 1

Densidade óptica dos filmes segundo os impulsos e a espessura em milímetros da escala de densidade

IMPULSOS	ESPESSURA EM MILÍMETROS DE ALUMÍNIO							
	16	14	12	10	8	6	4	2
10	1.58	1.45	1.12	0.94	0.83	0.64	0.54	0.50
12	1.62	1.46	1.19	0.96	0.84	0.66	0.56	0.52
15	1.65	1.47	1.28	0.97	0.85	0.69	0.57	0.59
18	1.70	1.49	1.33	0.99	0.87	0.72	0.59	0.62
21	1.72	1.59	1.39	1.03	0.91	0.75	0.61	0.64

A partir do tempo ideal, considerado padrão para o grupo controle, foi determinado o tempo de exposição para todos os demais grupos.

4.2.2 - Classificação e identificação dos filmes radiográficos

Os filmes foram divididos em dois grandes conjuntos de exposição, um foi destinado às análises densitométrica e subjetiva, e um segundo, à confecção das curvas características.

a) Avaliação densitométrica e subjetiva das radiografias

Os filmes foram classificados em X e Y de acordo com o tipo de processamento, sendo manual e automático, respectivamente. Para cada tipo de processamento, foram expostos em nove grupos: A, B, C, D, E, F, G, H, I, de acordo com o tipo de filme e tempo de exposição utilizados. Nos grupos AX e AY foi utilizado o filme Ektaspeed Plus e denominados grupo controle, para seus respectivos processamentos. Tais grupos foram expostos conforme as recomendações do fabricante e tempo de exposição determinado por plano piloto e denominado tempo padrão. Os outros grupos B, C, D, E, F, G, H e I, foram ensaios com o filme Insight, e submetidos à variação no tempo de exposição, de acordo com o QUADRO 2.

QUADRO 2

Identificação dos filmes para análises densitométrica e subjetiva

IDENT.	GRUPO	FILME	PROCESSAMENTO	TEMPO UTILIZADO
AX	E	EP	Manual	Tempo padrão
BX	F	IS	Manual	Tempo padrão
CX	F-5	IS	Manual	5% de redução do tempo padrão
DX	F-10	IS	Manual	10% de redução do tempo padrão
EX	F-15	IS	Manual	15% de redução do tempo padrão
FX	F-20	IS	Manual	20% de redução do tempo padrão
GX	F-30	IS	Manual	30% de redução do tempo padrão
HX	F-40	IS	Manual	40% de redução do tempo padrão
IX	F-50	IS	Manual	50% de redução do tempo padrão
AY	E	EP	Automático	Tempo padrão
BY	F	IS	Automático	Tempo padrão
CY	F-5	IS	Automático	5% de redução do tempo padrão
DY	F-10	IS	Automático	10% de redução do tempo padrão
EY	F-15	IS	Automático	15% de redução do tempo padrão
FY	F-20	IS	Automático	20% de redução do tempo padrão
GY	F-30	IS	Automático	30% de redução do tempo padrão
HY	F-40	IS	Automático	40% de redução do tempo padrão
IY	F-50	IS	Automático	50% de redução do tempo padrão

Legenda: EP = Ektaspeed Plus
 IS = Insight
 IDENT. = Identificação

Toda a sequência foi repetida 12 vezes para cada tipo de processamento, de modo que os filmes fossem processados em dias diferentes, a fim de acompanhar o processo de degradação das soluções. Os filmes de cada sequência foram então numerados de 1 a 12, que indicava o dia que havia sido realizado o processamento, de acordo com o QUADRO 3.

QUADRO 3

Dias de processamento

GRUPO	DIA DE PROCESSAMENTO
1	1º dia - Líquido novo
2	3º dia
3	5º dia – fim da primeira semana
4	8º dia
5	10º dia
6	12º dia – fim da segunda semana
7	15º dia
8	17º dia
9	19º dia – fim da terceira semana
10	22º dia
11	24º dia
12	26º dia – fim da quarta semana

b) Construção das curvas características

Antes da exposição aos raios X, os filmes foram divididos em dois grupos principais: A e B, conforme o tipo de filme empregado, sendo o Grupo A relativo ao filme Ektaspeed Plus, e o Grupo B ao filme Insight. Esses grupos principais foram ainda divididos em subgrupos de acordo com o tipo de processamento executado; Grupo X, para processamento manual e Y, para automático.

Para a construção de cada curva característica foram expostos quatro filmes de cada tipo, para cada tipo de processamento e dias predeterminados, sendo cada um marcado com uma letra (J, K, L, M), que identificava o tempo de exposição utilizado, conforme QUADRO 4. Em cada grupo foi incluído ainda um

quinto filme que foi processado sem ter sido previamente exposto a fim de se obter a DBV.

QUADRO 4

Identificação dos filmes utilizados para confecção das curvas características

GRUPO	FILME	PROCESSAMENTO	IMPULSOS	TEMPO (s)
AXJ	EP	Manual	1	0,016
AXK	EP	Manual	10	0,16
AXL	EP	Manual	60	1
AXM	EP	Manual	300	5
AYJ	EP	Automático	1	0,016
AYK	EP	Automático	10	0,16
AYL	EP	Automático	60	1
AYM	EP	Automático	300	5
BXJ	IS	Manual	1	0,016
BXK	IS	Manual	10	0,16
BXL	IS	Manual	60	1
BXM	IS	Manual	300	5
BYJ	IS	Automático	1	0,016
BYK	IS	Automático	10	0,16
BYL	IS	Automático	60	1
BYM	IS	Automático	300	5

Esta seqüência foi repetida vinte vezes a fim de que os filmes fossem processados em diferentes etapas da degradação dos líquidos de processamento, sendo dez seqüências realizadas com o filme Insight (cinco para processamento automático e cinco para processamento manual) e dez, com o filme Ektaspeed Plus. A primeira seqüência foi processada no primeiro dia do experimento, com o líquido novo. As demais seqüências foram processadas ao fim de cada semana de experimento, ou seja, no 5º dia, fim da primeira semana, 12º dia, fim da segunda

semana, 19º dia, fim da terceira semana e finalmente no 26º dia, fim da quarta semana e do experimento.

4.2.3 - Exposição dos filmes radiográficos

Os filmes utilizados para as análises densitométrica e subjetiva foram expostos, utilizando-se o posicionador, com o simulador de mandíbula e a escala para obtenção de três degraus de densidade. A Figura 14 ilustra o resultado radiográfico obtido por essas exposições.



Os tempos de exposição utilizados estão expressos no QUADRO 5

QUADRO 5

Tempos de exposição utilizados para obtenção das radiografias para análises densitométrica e subjetiva

GRUPO		TEMPO
A e B	tempo padrão	0.30s
C	redução de 5%	0.28s
D	redução de 10%	0.27s
E	redução de 15%	0.25s
F	redução de 20%	0.24s
G	redução de 30%	0.21s
H	redução de 40%	0.18s
I	redução de 50%	0.15s

Já os filmes radiográficos que foram utilizados para confecção da curva característica foram expostos apenas com os identificadores metálicos (FIG. 15) e auxílio do dispositivo posicionador, com as variações de impulsos já descritas anteriormente.

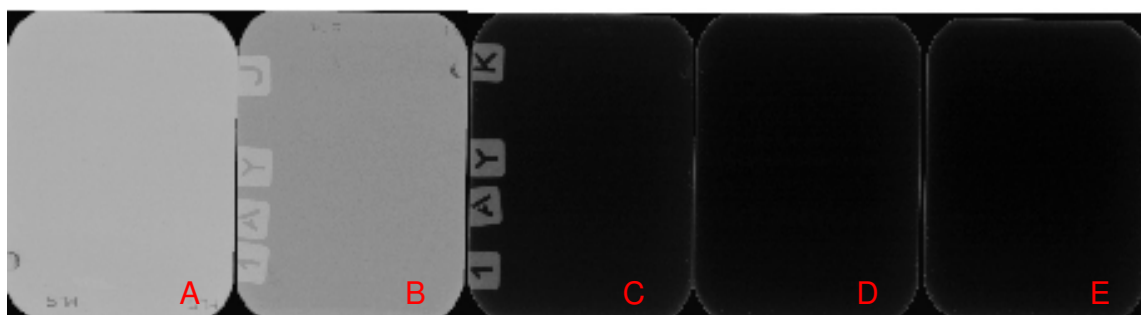


FIGURA 15 – Exemplo de um grupo de radiografias destinadas à confecção da curva característica. Densidade base e velamento(A), 1 impulso(B), 10 impulsos(C), 60 impulsos(D) e 300 impulsos(E)

4.2.4 - Processamento radiográfico

O processamento radiográfico foi realizado por dois métodos: manual e automático. Em ambos, o processamento foi sempre realizado em dias úteis de acordo com um protocolo pré-estabelecido.

O processamento das películas radiográficas teve início com as soluções novas, sendo então realizado no dia do preparo dos líquidos, após algumas horas a fim de permitir a homogeneização das soluções. As radiografias foram então processadas no terceiro, quinto, oitavo, décimo, décimo segundo, décimo quinto, décimo sétimo, décimo nono, vigésimo segundo, vigésimo quarto e vigésimo sexto dias do experimento, completando assim quatro semanas.

Para proporcionar a degradação dos líquidos eram processadas diariamente 70 películas radiográficas Ektaspeed Plus expostas com o tempo padrão, além daquelas incluídas no experimento, durante as semanas do experimento, tanto na processadora automática quanto nos tanques para processamento manual.

a) Processamento automático – Grupo Y

O processamento foi realizado em câmara escura apropriada do tipo labirinto, com processadora automática da marca GENDEX, e ausência total de luz, inclusive de lanternas de segurança, que durante o processamento foram mantidas apagadas.

As soluções processadoras foram preparadas de acordo com as instruções do fabricante, num total de 4 litros, no primeiro dia do experimento, permanecendo na processadora até o último dia da pesquisa (26º dia).

b) Processamento manual – Grupo X

As películas deste grupo foram processadas pelo método manual temperatura/tempo, seguindo a tabela preconizada pelo fabricante.

As soluções processadoras foram preparadas no primeiro dia do experimento de acordo com as recomendações do fabricante.

Para o procedimento, foi inicialmente realizada a mensuração da temperatura do revelador, com o auxílio de um termômetro de imersão, e determinado o tempo de revelação de acordo com a tabela do fabricante. Este tempo foi controlado por um cronômetro. A temperatura média durante todos os dias de processamento foi de 20°C, o que determinava um tempo de revelação de 4 minutos.

Após a revelação, o procedimento seguiu o curso normal, passando por um banho intermediário de 20s, fixação cujo tempo foi correspondente ao dobro do tempo da revelação e lavagem final em água corrente durante 10 min, e então colocada na secadora para secagem.

Importante salientar que as lanternas de segurança foram mantidas apagadas durante todo o procedimento de revelação, fixação e banho final.

Depois de processadas, ou pelo método automático ou pelo método manual, as radiografias foram separadas e organizadas de acordo com a análise a que foram submetidas.

4.2.5 - Leitura no fotodensitômetro

Foram realizadas leituras densitométricas em todas as radiografias expostas com o objetivo de construção de curvas características e também um filme não exposto para cada grupo, a fim de determinar a DBV, cada radiografia recebia cinco leituras que eram anotadas. Posteriormente obteve-se a média para cada radiografia, o que permitiu a confecção das curvas características, possibilitando o cálculo do contraste, sensibilidade e latitude dos filmes.

As películas expostas com o simulador e que possuíam as três faixas de densidade, também foram submetidas às leituras densitométricas, seguindo a mesma metodologia para obtenção das médias de densidade.

4.2.6 - Análise densitométrica

Nesta análise procurou-se avaliar as densidades médias dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, sendo estes últimos submetidos a variados tempos de exposição. Por meio dessa análise pôde-se avaliar os efeitos das variações dos tempos de exposição, do tipo de processamento e da degradação das soluções processadoras.

4.2.7 - Análise subjetiva

As radiografias que tiveram como objeto de exposição o simulador de mandíbula foram avaliadas por 5 radiologistas experientes.

Os avaliadores receberam cartelas montadas de forma aleatória e foram orientados a estabelecer um escore para cada radiografia, analisando-as de acordo com a qualidade da imagem e estabelecendo um escore, 2.00 para ótimo, 1.00 para regular e 0.00 para insuficiente para diagnóstico.

4.2.8 - Confecção das Curvas Características

A confecção das curvas teve por objetivo avaliar o comportamento do filme Insight, comparando-o com o filme Ektaspeed Plus, frente aos dois tipos de processamento, manual e automático, e também em relação à degradação dos líquidos.

Para isso foram construídas 20 curvas características que possibilitaram a determinação das propriedades dos filmes radiográficos. Foram 10 curvas para o filme Ektaspeed Plus, sendo 5 relativas ao processamento automático e 5 ao processamento manual, e 10 para o filme Insight, sendo 5 curvas para cada tipo de processamento. A primeira curva de cada tipo de filme foi construída a partir dos dados coletados no primeiro dia de experimento (líquido de processamento novo). As curvas seguintes seguiram o seguinte cronograma: fim da primeira semana (5º dia de experimento), fim da segunda semana (12º dia), fim da terceira semana (19º dia) e fim da quarta semana (26º dia). Em seguida as

curvas dos dois filmes foram dispostas em um mesmo gráfico, de acordo com o método e dia de processamento, totalizando 10 gráficos, sendo 5 para o processamento manual e 5 para o processamento automático. Foram ainda montados quatro gráficos a partir das curvas, sendo dois gráficos para o filme Insight, um com as curvas dos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do processamento automático e outro com os dias 1, 5, 12, 19 e 26 do processamento manual, e dois para o Ektaspeed Plus, seguindo os mesmos critérios.

A construção das curvas seguiu a metodologia descrita por DEZOTTI (2000). Os valores de exposição em impulsos foram plotados no eixo X (abscissa) e foram transformados em uma escala logarítmica tornando o gráfico mais compacto. No eixo Y (ordenada), foram marcadas as densidades ópticas obtidas das radiografias. Segundo TAVANO (2000), densidade óptica corresponde ao número absoluto e são funções logarítmicas da quantidade de luz que a radiografia deixa passar. De acordo com WHITE & PHAROAH (2000), densidade óptica = $\text{Log } Li/Lt$, onde Li = luz incidente e Lt = luz transmitida (que passa através da radiografia). Desta forma, uma radiografia tem densidade óptica igual a 1, quando ela deixa passar 1/10 da luz que incide sobre ela.

A partir da construção da curva se obtém as propriedades sensiométricas: contraste, latitude e sensibilidade.

Contraste radiográfico é o termo que descreve as diferenças de densidade nas várias regiões de um filme. Pode ser também definido como as diferenças nas densidades entre regiões claras e escuras em uma radiografia.

Quando uma radiografia mostra grandes diferenças entre as áreas claras e escuras (entre branco e preto), diz-se que a mesma tem alto contraste. Isto também é definido como uma escala curta de contraste, porque poucos tons de cinza estão presentes entre as imagens brancas e pretas do filme. Uma imagem radiográfica composta de grandes variações de cinzas claros e escuros é denominada de baixo contraste, também referida como tendo uma escala longa de contraste. O contraste radiográfico é determinado pela tangente do ângulo formado por uma reta que liga dois pontos de densidade marcados na curva característica que tem origem no eixo Y. Tais valores de densidade correspondem a valores 0.25 e 2.00 pontos acima da DBV. Segundo TAVANO (2000), utiliza-se esta faixa visto que aí se situam as densidades que proporcionam ao profissional a capacidade de visualização e discriminação das estruturas. Depois de marcados os pontos na curva, promove-se a união destes formando uma reta que deve ser prolongada até interceptar o eixo X. A tangente do ângulo formado entre esta reta e o eixo X, é chamada de gradiente médio e seu valor numérico corresponde ao contraste.

A sensibilidade do filme refere-se a sua capacidade de produzir imagens radiográficas com maior ou menor quantidade de radiação. Na curva característica a sensibilidade é determinada pelo posicionamento da curva em relação ao eixo das abscissas, quanto mais a esquerda se posicionar a curva, maior será a sensibilidade do filme. Em valores numéricos, a sensibilidade é representada pelo valor recíproco da exposição requerida para produzir densidade

óptica nos valores de 1.0 acima da DBV. Quanto menor o valor do tempo de exposição requerido para produzir tal densidade, mais sensível é o filme radiográfico, de acordo com THUNTHY & WEINBERG (1995).

A latitude de exposição, segundo a EASTMAN KODAK COMPANY (1974) define-se como sendo a maior ou menor capacidade de um filme radiográfico ser tanto subexposto como superexposto, e ainda produzir imagens de qualidade aceitáveis para interpretação. A latitude é obtida traçando-se duas linhas paralelas ao eixo X que partem do eixo Y de dois pontos, 1.0 e 2.0 acima da DBV e interceptam a curva característica, a partir daí estes pontos são transcritos para o eixo das exposições (eixo X), determinando a faixa de latitude considerada.

Pode-se perceber que as três propriedades sensitométricas são sempre consideradas acima da DBV, que é a densidade produzida nos filmes por sensibilização não proveniente da dose de radiação, mas inerente à opacidade do poliéster da base do filme ou por algum velamento causado pelo revelador. Isso ocorre para se eliminar estas variáveis citadas, fazendo com que a curva característica seja construída em função da dose aplicada e da densidade obtida pelo processo de revelação. De acordo com a ISO 3665, a DBV, para filmes de sensibilidade E e F, deve ter limite máximo de 0.35.

4.2.9 – Análise estatística

Após o término das análises, os valores foram tabulados e posteriormente submetidos à análise estatística.

Na análise densitométrica os valores foram submetidos à análise estatística por meio do Teste de Tukey e Bilateral de Dunnet. E na análise subjetiva foi aplicado o Teste de Friedman. O nível de confiança foi estabelecido em 95%.

Resultados

5. RESULTADOS

5.1 – Resultados da análise densitométrica

De posse das leituras densitométricas, os dados foram organizados em tabelas e submetidos aos testes estatísticos adequados. Foram utilizados os testes de Tukey e Bilateral de Dunnet a fim de comparar o filme Insight com o filme padrão Ektaspeed Plus quanto ao tempo de exposição, e comportamento frente ao tipo de processamento e degradação das soluções processadoras.

Inicialmente foi utilizado o Teste de Tukey onde foram considerados valores a 5% de significância. Os resultados dessa análise estatística podem ser visualizados nas TAB. 1, 2 e 3.

Na TAB. 1 estão expressos os valores médios das densidades dos grupos de filmes estudados processados manual e automaticamente para cada dia de processamento.

TABELA 1
Valores das densidades médias dos grupos estudados processados manual e automaticamente para
cada dia de processamento

DP \	E		F		F-5		F-10		F-15		F-20		F-30		F-40		F-50	
	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
1	2,08	1,57	2,56	1,91	2,40	1,79	2,34	1,74	2,33	1,64	2,19	1,63	1,92	1,43	1,74	1,25	1,50	1,06
3	2,09	1,72	2,53	2,01	2,37	2,00	2,29	1,95	2,20	1,75	2,12	1,70	1,95	1,60	1,80	1,36	1,46	1,08
5	1,96	1,62	2,30	2,03	2,13	1,90	2,07	1,85	2,01	1,73	1,91	1,68	1,75	1,50	1,54	1,31	1,32	1,10
8	1,90	1,71	2,20	2,05	2,06	1,97	1,99	1,88	1,91	1,78	1,88	1,77	1,69	1,58	1,51	1,33	1,26	1,11
10	1,85	1,60	2,20	2,00	2,05	1,85	2,04	1,81	1,89	1,72	1,84	1,47	1,67	1,44	1,47	1,26	1,27	1,06
12	1,67	1,58	2,06	1,98	1,94	1,80	1,88	1,79	1,80	1,67	1,74	1,64	1,58	1,46	1,40	1,25	1,25	1,03
15	1,28	1,60	1,77	1,92	1,68	1,81	1,63	1,76	1,55	1,55	1,50	1,55	1,38	1,40	1,20	1,20	1,05	1,01
17	0,85	1,53	1,30	1,90	1,23	1,75	1,22	1,73	1,19	1,61	1,19	1,60	1,09	1,40	0,98	1,21	0,87	1,00
19	0,83	1,48	1,18	1,76	1,12	1,68	1,08	1,64	1,07	1,54	1,06	1,51	0,99	1,33	0,89	1,16	0,79	0,99
22	0,59	0,97	0,79	1,24	0,77	1,20	0,72	1,20	0,71	1,15	0,71	1,14	0,67	1,04	0,65	0,93	0,59	0,83
24	0,51	0,87	0,66	1,11	0,65	1,07	0,63	1,04	0,63	1,01	0,61	0,99	0,58	0,91	0,57	0,71	0,51	0,65
26	0,25	0,66	0,30	0,81	0,29	0,81	0,29	0,81	0,28	0,80	0,27	0,78	0,26	0,76	0,25	0,52	0,20	0,45

Legenda: A = Processamento automático
M = Processamento manual
DP = Dia do processamento

Nesta tabela pode-se comparar as diferenças de densidade entre os dois tipos de processamento, para cada dia de experimento e individualmente para cada grupo de filme estudado. Desta forma, pode-se observar que, independente do grupo de filme testado, até o 12º dia o processamento automático exibe valores médios de densidades maiores que os obtidos pelo processamento manual. A partir do 15º dia até o último dia (26º), há uma inversão e os valores de densidades maiores correspondem aos dos filmes processados manualmente. Com exceção dos grupos F-15 e F-40 que no 15º dia, exclusivamente, não apresentaram diferença estatística entre os processamentos manual e automático, e do grupo F-50, onde os valores de densidade só passam a ser maiores no processamento manual do que no processamento automático no 17º dia do experimento. Estes resultados podem ser confirmados observando os GRAF. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Ainda avaliando a TAB. 1, pode-se observar que os filmes Tipo F processados automaticamente apresentam uma redução de 50%, em média, nos valores das densidades em relação ao primeiro dia de processamento, entre os dias 17 e 19 do experimento. Já no filme Tipo E (grupo controle), nesses mesmos dias, esta redução de densidade atinge cerca de 60%. Os filmes processados pelo método manual apresentam um comportamento diferente. Até o 19º dia, os filmes demonstram uma redução dos valores de densidade em média de 0,10 (+/- 0,05) em relação ao primeiro dia. A partir do 22º dia, acontece uma diminuição brusca nesses valores, o que pode ser observado no GRAF. 11.

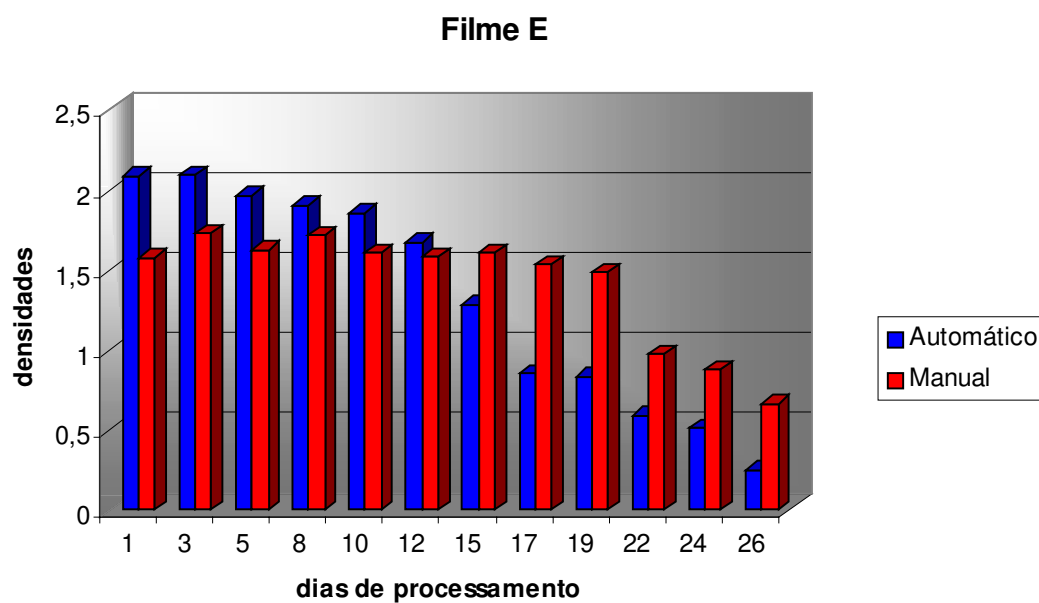


GRÁFICO 1 - Densidades médias do Filme Ektaspeed Plus processado manual e automaticamente

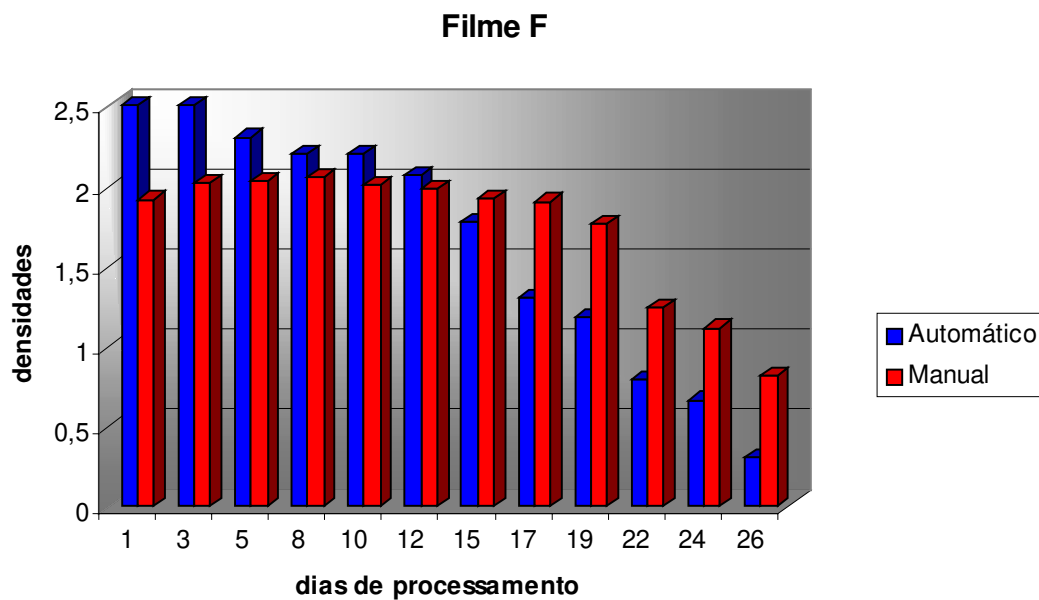


GRÁFICO 2 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com tempo padrão, processado manual e automaticamente

Filme F - 5%

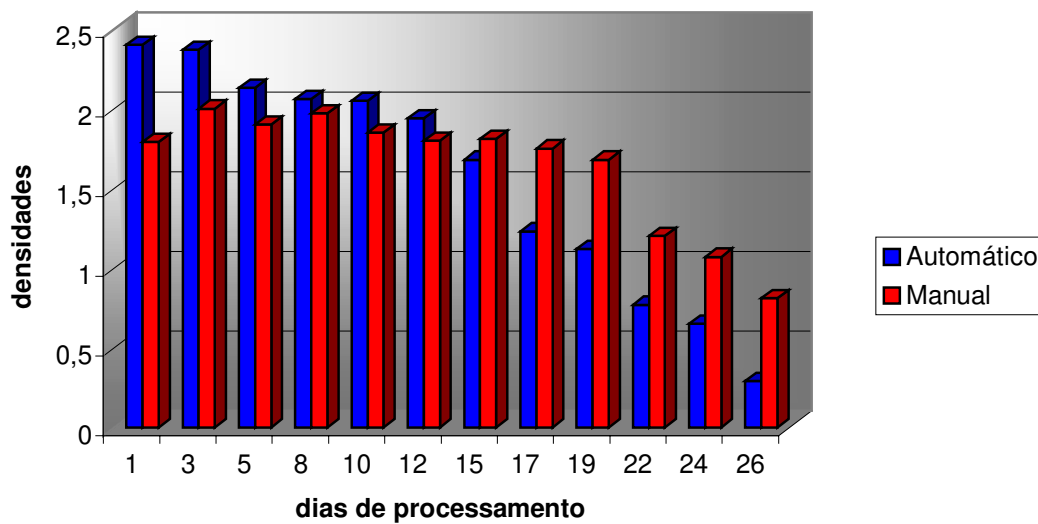


GRÁFICO 3 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 5% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

Filme F - 10%

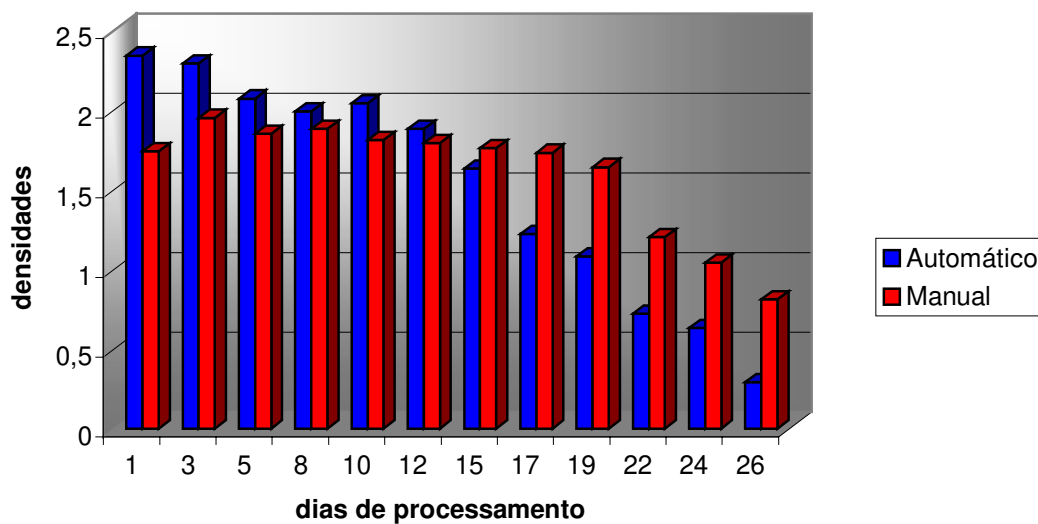


GRÁFICO 4 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 10% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

Filme F - 15%

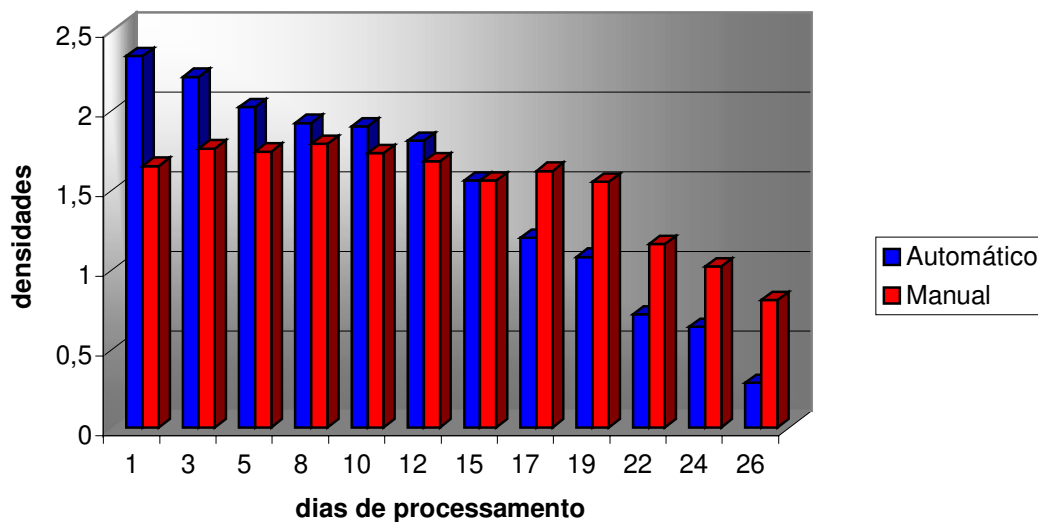


GRÁFICO 5 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 15% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

Filme F - 20%

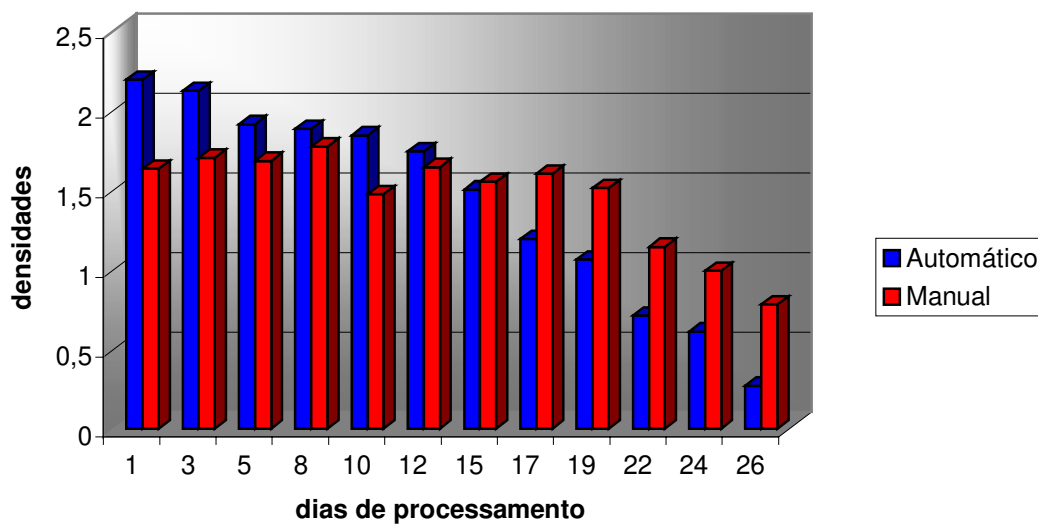


GRÁFICO 6 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 20% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

Filme F - 30%

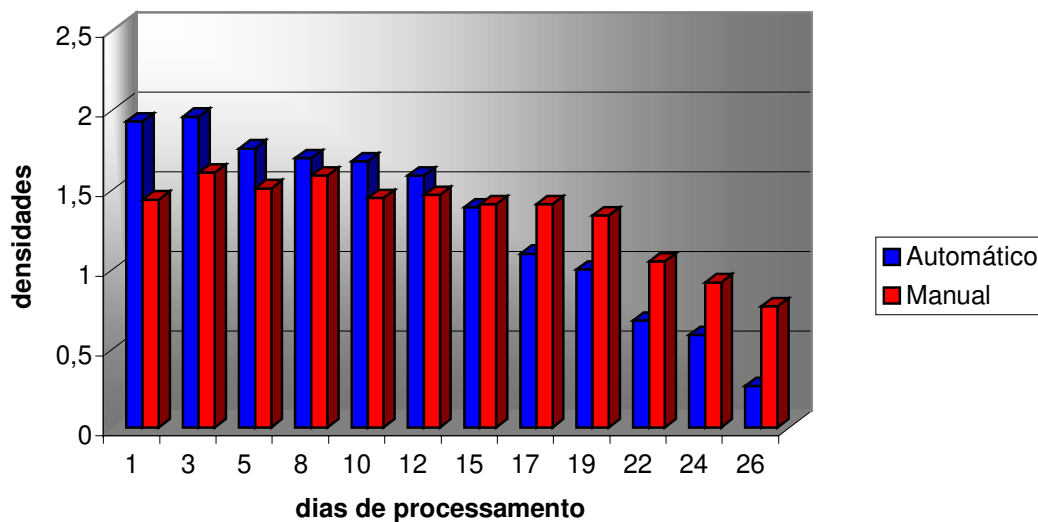


GRÁFICO 7 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 30% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

Filme F - 40%

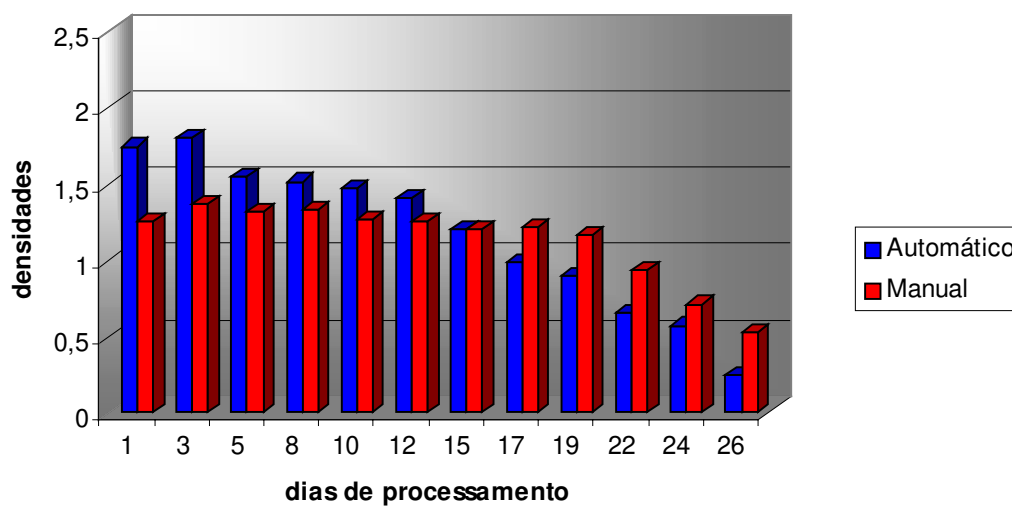


GRÁFICO 8 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 40% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

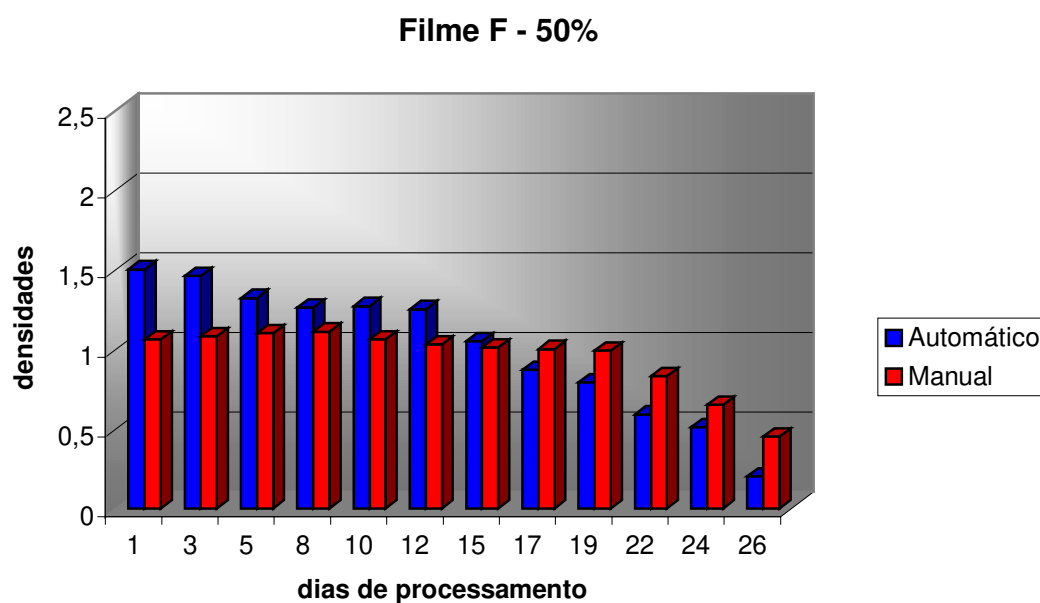


GRÁFICO 9 - Densidades médias do Filme Insight, exposto com 50% de redução do tempo padrão, processado manual e automaticamente

A TAB. 2 demonstra a seqüência dos valores de densidades obtidos em cada dia de processamento, para cada grupo estudado, dentro do processamento automático, onde letras iguais significam valores estatisticamente semelhantes, e letras distintas, valores estatisticamente diferentes.

TABELA 2
Resultados do Teste de Tukey nos valores de densidades médias para os grupos estudados quando processados automaticamente

Sequência	E		F		F-5		F-10		F-15		F-20		F-30		F-40		F-50	
	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM
1	1 ^A	2,08	1 ^A	2,56	1 ^A	2,40	1 ^A	2,34	1 ^A	2,33	1 ^A	2,19	3 ^A	1,95	3 ^A	1,80	1 ^A	1,50
2	3 ^A	2,09	3 ^A	2,53	3 ^A	2,37	3 ^B	2,29	3 ^B	2,20	3 ^B	2,12	1 ^B	1,92	1 ^B	1,74	3 ^B	1,46
3	5 ^B	1,96	5 ^B	2,30	5 ^B	2,13	5 ^C	2,07	5 ^C	2,01	5 ^C	1,91	5 ^C	1,75	5 ^C	1,54	5 ^C	1,32
4	8 ^C	1,90	8 ^C	2,20	8 ^C	2,06	10 ^D	2,04	8 ^D	1,91	8 ^D	1,88	8 ^D	1,69	8 ^D	1,51	8 ^D	1,26
5	10 ^D	1,85	10 ^C	2,20	10 ^C	2,05	8 ^E	1,99	10 ^D	1,89	10 ^E	1,84	10 ^D	1,67	10 ^E	1,47	10 ^D	1,27
6	12 ^E	1,67	12 ^D	2,06	12 ^D	1,94	12 ^F	1,88	12 ^E	1,80	12 ^F	1,74	12 ^E	1,58	12 ^F	1,40	12 ^D	1,25
7	15 ^F	1,28	15 ^E	1,77	15 ^E	1,68	15 ^G	1,63	15 ^F	1,55	15 ^G	1,50	15 ^F	1,38	15 ^G	1,20	15 ^E	1,05
8	17 ^G	0,85	17 ^F	1,30	17 ^F	1,23	17 ^H	1,22	17 ^G	1,19	17 ^H	1,19	17 ^G	1,09	17 ^H	0,98	17 ^F	0,87
9	19 ^G	0,83	19 ^G	1,18	19 ^G	1,12	19 ^I	1,08	19 ^H	1,07	19 ^I	1,06	19 ^H	0,99	19 ^I	0,89	19 ^G	0,79
10	22 ^H	0,59	22 ^H	0,79	22 ^H	0,77	22 ^J	0,72	22 ^I	0,71	22 ^J	0,71	22 ^I	0,67	22 ^J	0,65	22 ^H	0,59
11	24 ^I	0,51	24 ^I	0,66	24 ^I	0,65	24 ^K	0,63	24 ^J	0,63	24 ^K	0,61	24 ^J	0,58	24 ^K	0,57	24 ^I	0,51
12	26 ^J	0,25	26 ^J	0,30	26 ^J	0,29	26 ^L	0,29	26 ^K	0,28	26 ^L	0,27	26 ^K	0,26	26 ^L	0,25	26 ^J	0,20

Legenda: Dia = dia do processamento
DM = densidade média

Na TAB 2 pode-se observar que, em geral, há uma queda dos valores de densidade à medida que os dias de processamento vão evoluindo, independente do tempo de exposição utilizado. Observa-se tal comportamento inclusive no grupo controle (Filme E). Tal comportamento pode ser bem avaliado no GRAF. 10. A exceção encontra-se nos grupos F-30 e F-40, quando se percebe que a maior densidade foi registrada no 3º dia de processamento, ficando o 1º dia com a segunda maior densidade em ambos os grupos. Outra exceção é observada no grupo F-10, quando há uma inversão entre o 8º e 10º dia de processamento.

Na TAB. 3 pode-se observar a seqüência dos valores de densidades obtidos em cada dia de processamento, para cada grupo estudado, dentro do processamento manual, onde letras iguais significam valores estatisticamente semelhantes, e letras diferentes, valores estatisticamente distintos.

TABELA 3
Resultados do Teste de Tukey nos valores de densidades médias para os grupos estudados quando processados manualmente

Sequência	E		F		F-5		F-10		F-15		F-20		F-30		F-40		F-50	
	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM	Dia	DM
1	3 ^A	1.72	8 ^A	2.05	3 ^A	2.00	3 ^A	1.95	8 ^A	1.78	8 ^A	1.77	3 ^A	1.60	3 ^A	1.36	8 ^A	1.11
2	8 ^A	1.71	5 ^{AB}	2.03	8 ^B	1.97	8 ^B	1.88	3 ^B	1.75	3 ^B	1.70	8 ^A	1.58	8 ^B	1.33	5 ^{AB}	1.10
3	5 ^B	1.62	3 ^{BC}	2.01	5 ^C	1.90	5 ^C	1.85	5 ^B	1.73	5 ^B	1.68	5 ^B	1.50	5 ^B	1.31	3 ^{BC}	1.08
4	10 ^{BC}	1.60	10 ^{CD}	2.00	10 ^D	1.85	10 ^D	1.81	10 ^B	1.72	12 ^C	1.64	12 ^C	1.46	10 ^C	1.26	10 ^{CD}	1.06
5	15 ^{BC}	1.60	12 ^D	1.98	15 ^E	1.81	12 ^D	1.79	12 ^C	1.67	1 ^C	1.63	10 ^{CD}	1.44	1 ^C	1.25	1 ^D	1.06
6	12 ^{CD}	1.58	15 ^E	1.92	12 ^E	1.80	15 ^E	1.76	1 ^D	1.64	17 ^D	1.60	1 ^D	1.43	12 ^C	1.25	12 ^E	1.03
7	1 ^D	1.57	1 ^E	1.91	1 ^E	1.79	1 ^{EF}	1.74	17 ^E	1.61	15 ^E	1.55	17 ^E	1.40	17 ^D	1.21	15 ^{EF}	1.01
8	17 ^E	1.53	17 ^E	1.90	17 ^F	1.75	17 ^F	1.73	15 ^F	1.55	19 ^F	1.51	15 ^E	1.40	15 ^D	1.20	17 ^F	1.00
9	19 ^F	1.48	19 ^F	1.76	19 ^G	1.68	19 ^G	1.64	19 ^F	1.54	10 ^G	1.47	19 ^F	1.33	19 ^E	1.16	19 ^F	0.99
10	22 ^G	0.97	22 ^G	1.24	22 ^H	1.20	22 ^H	1.20	22 ^G	1.15	22 ^H	1.14	22 ^G	1.04	22 ^F	0.93	22 ^G	0.83
11	24 ^H	0.87	24 ^H	1.11	24 ^I	1.07	24 ^I	1.04	24 ^H	1.01	24 ^I	0.99	24 ^H	0.91	24 ^G	0.71	24 ^H	0.65
12	26 ^I	0.66	26 ^I	0.81	26 ^J	0.81	26 ^J	0.81	26 ^I	0.80	26 ^J	0.78	26 ^I	0.76	26 ^H	0.52	26 ^I	0.45

Legenda: Dia = dia de processamento
DM = densidade média

Na TAB 3 observa-se que, diferente do processamento automático, aqui não houve um comportamento inversamente proporcional entre dias de processamento e valores de densidade. Isso é logo percebido quando se observa que as densidades do 1º dia não foram as mais elevadas, ficando entre a quinta, sexta e sétima posição. Percebe-se que do grupo controle (Filme E) até o grupo F-10, o 1º dia ocupou a sétima posição, e nos grupos seguintes, onde os tempos de exposição são progressivamente menores, nota-se que o 1º dia ocupou a quinta ou sexta posição. Dessa forma a densidade do 1º dia do processamento manual ficou estatisticamente igual às densidades obtidas no intervalo do 10º ao 17º dia de processamento, variando entre os grupos estudados. No grupo E temos uma equivalência do 1º dia com o 12º dia de processamento. Nos grupos F e F-10, temos a equivalência do 1º dia com o 15º e 17º dia. No grupo F-5 essa equivalência ocorre entre o 1º, 12º e 15º dia de processamento. A partir do grupo F-20 até o grupo F-50 nota-se um comportamento mais semelhante com o grupo controle (Grupo E), quando a equivalência das densidades ocorre entre o 1º, 10º e 12º dia de processamento.

Ainda avaliando a TAB. 3 percebe-se que, independente do tempo de exposição, os maiores valores de densidade se situaram entre o 3º, 5º e 8º dia de processamento. Nota-se ainda que a partir do 19º dia de processamento a diminuição dos valores da densidade é inversamente proporcional aos dias de processamento, de modo que as menores densidades podem ser observadas no 26º dia, último dia do experimento.

Com base nos GRAF. 10 e 11 pode-se afirmar que independente do método de processamento, com a redução do tempo de exposição nos filmes Insight há uma queda progressiva da densidade média, verifica-se também que ao se usar o mesmo tempo de exposição nos filmes Ektaspeed Plus e Insight, este segundo apresenta densidades maiores, independente do dia de processamento.

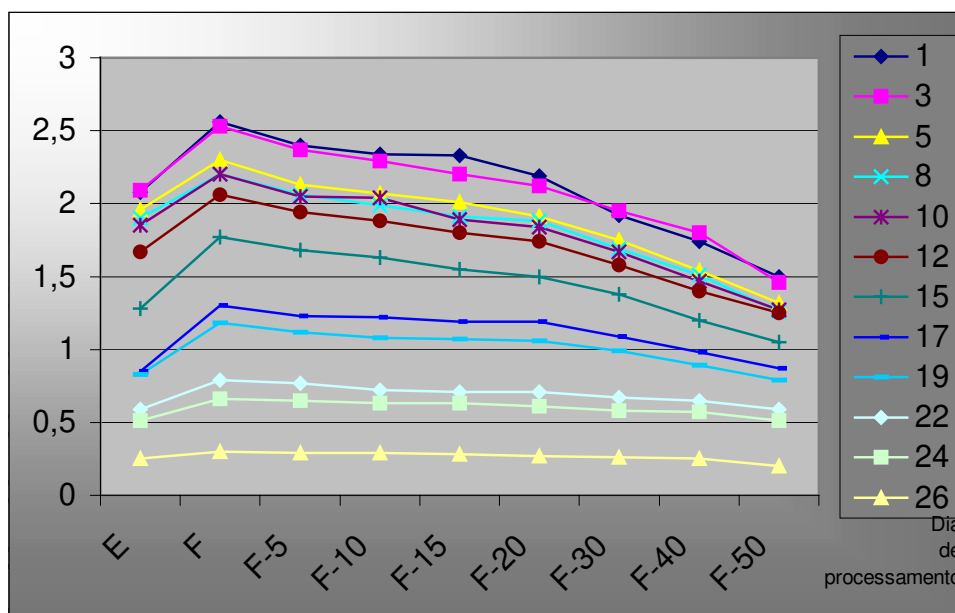


GRÁFICO 10 - Densidades médias dos grupos testados processados automaticamente

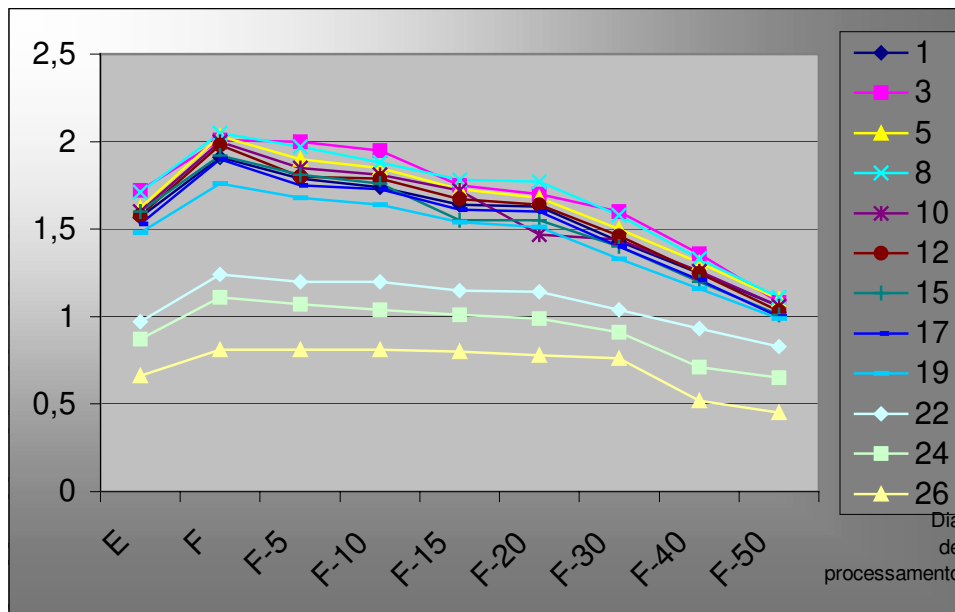


GRÁFICO 11 - Densidades médias dos grupos testados processados manualmente

A fim de determinar qual tempo de exposição aplicado aos grupos estudados produziria imagens com densidades mais próximas ao grupo controle foi realizado o Teste Bilateral de Dunnet. Os resultados dessa análise estatística podem ser observados nas TAB. 4 e 5.

Na TAB. 4 pode-se avaliar o efeitos da variação dos tempos de exposição no comportamento das densidades dos diversos grupos estudados em relação aos dias de processamento obtidas por meio do processamento automático.

TABELA 4
Efeitos da variação dos tempos de exposição nos valores de densidades médias das radiografias dos diversos grupos estudados em relação aos dias de processamento obtidas por meio do processamento automático

	E	F	F-5	F-10	F-15	F-20	F-30	F-40	F-50
1	2,08	2,56	2,40	2,34	2,33	2,19	1,92	1,74	1,50
3	2,09	2,53	2,37	2,29	2,20	2,12	1,95	1,80	1,46
5	1,96	2,30	2,13	2,07	2,01	1,91	1,75	1,54	1,32
8	1,90	2,20	2,06	1,99	1,91	1,88	1,69	1,51	1,26
10	1,85	2,20	2,05	2,04	1,89	1,84	1,67	1,47	1,27
12	1,67	2,06	1,94	1,88	1,80	1,74	1,58	1,40	1,25
15	1,28	1,77	1,68	1,63	1,55	1,50	1,38	1,20	1,05
17	0,85	1,30	1,23	1,22	1,19	1,19	1,09	0,98	0,87
19	0,83	1,18	1,12	1,08	1,07	1,06	0,99	0,89	0,79
22	0,59	0,79	0,77	0,72	0,71	0,71	0,67	0,65	0,59
24	0,51	0,66	0,65	0,63	0,63	0,61	0,58	0,57	0,51
26	0,25	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,20

Na primeira coluna da TAB 4 estão determinadas as densidades do grupo controle (Filme E). Nas colunas seguintes estão expressos os valores médios das densidades obtidas com o Filme Insight em diversos tempos de exposição. Os valores considerados estatisticamente semelhantes estão marcados em vermelho. Analisando a tabela, observa-se que do 1º ao 12º dia de processamento o grupo de filmes considerado mais semelhante ao grupo controle foi o F-20, porém pode-se notar que nos dias 5 e 8 do processamento, o grupo F-15 também apresentou comportamento semelhante ao grupo controle.

Do 17º ao 24º dia de processamento observa-se que o grupo F-50 apresenta as densidades mais semelhantes ao grupo E. No último dia, 26º dia de processamento, os grupos cujas densidades se apresentaram próximas ao grupo controle foram F-30 e F-40.

Na TAB. 5 pode-se avaliar efeito da variação dos tempos de exposição no comportamento das densidades dos diversos grupos estudados em relação aos dias de processamento obtidas por meio do processamento manual.

TABELA 5
Efeitos da variação dos tempos de exposição nos valores de densidades médias das radiografias dos diversos grupos estudados em relação aos dias de processamento obtidas por meio do processamento manual

	E	F	F-5	F-10	F-15	F-20	F-30	F-40	F-50
1	1,57	1,91	1,79	1,74	1,64	1,63	1,43	1,25	1,06
3	1,72	2,01	2,00	1,95	1,75	1,70	1,60	1,36	1,08
5	1,62	2,03	1,90	1,85	1,73	1,68	1,50	1,31	1,10
8	1,71	2,05	1,97	1,88	1,78	1,77	1,58	1,33	1,11
10	1,60	2,00	1,85	1,81	1,72	1,47	1,44	1,26	1,06
12	1,58	1,98	1,80	1,79	1,67	1,64	1,46	1,25	1,03
15	1,60	1,92	1,81	1,76	1,55	1,55	1,40	1,20	1,01
17	1,53	1,90	1,75	1,73	1,61	1,60	1,40	1,21	1,00
19	1,48	1,76	1,68	1,64	1,54	1,51	1,33	1,16	0,99
22	0,97	1,24	1,20	1,20	1,15	1,14	1,04	0,93	0,83
24	0,87	1,11	1,07	1,04	1,01	0,99	0,91	0,71	0,65
26	0,66	0,81	0,81	0,81	0,80	0,78	0,76	0,52	0,45

Na tabela acima, pode-se observar que do 1º ao 19º dia de experimento o grupo F-20 apresentou densidades próximas ao grupo E, sendo que no 3º, 8º, 10º e 15º dia de processamento o grupo F-15 também apresentou semelhança com o grupo controle. Na última semana de experimento, 22º, 24º e 26º dias de processamento, nota-se que os grupos F-30 e F-40 foram os que se apresentaram mais semelhantes ao grupo controle.

Na TAB. 6 estão expressos os valores médios das DBV dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento.

TABELA 6
Valores médios das densidades base e velamento dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento

	Processamento Manual		Processamento Automático	
	Ektaspeed Plus	Insight	Ektaspeed Plus	Insight
Dia				
1	0.14	0.15	0.31	0.34
5	0.14	0.15	0.31	0.28
12	0.15	0.15	0.29	0.28
19	0.15	0.15	0.13	0.14
26	0.13	0.14	0.11	0.12

Avaliando a TAB. 6, pode-se observar que os valores médios das DBV no processamento automático, no início do experimento até o 12º dia foram superiores aos valores no processamento manual, independente do filme utilizado. Os valores de DBV se mantêm equiparados nos dois tipos de processamento ao

final da terceira semana (19º dia), sendo discretamente mais baixo no processamento automático. No último dia (26º), o valor da DBV no processamento manual torna-se maior que no processamento automático, tanto para o Ektaspeed Plus quanto para o Insight. Pode-se verificar ainda que com o passar dos dias e conseqüente degradação das soluções, os valores de DBV no processamento manual se mantêm praticamente em torno de 0.15, para os dois tipos de filme. Já no processamento automático o comportamento é diferente, os valores de DBV apresentam uma queda progressiva à medida que vai ocorrendo degradação dos líquidos, chegando a apresentar uma redução no último dia de praticamente metade da DBV obtida no primeiro dia.

5.2 – Resultados da análise subjetiva

Os resultados foram obtidos a partir da avaliação realizada por cinco examinadores que estabeleceram escores segundo a metodologia descrita anteriormente. Estes dados foram organizados em tabelas e submetidos à Análise de Variância (Teste de Friedman), onde foram considerados valores a 5% de significância.

De acordo com a TAB. 7, onde estão descritos os valores de p do Teste de Friedman, pode-se observar que os resultados não foram estatisticamente significantes em nenhum dos dias do experimento quando as radiografias foram processadas tanto pelo método manual como pelo método automático, ou seja, todos os valores de p foram maiores que 0.05.

TABELA 7
Valores de p para a relação entre os grupos estudados em diferentes dias e tipo de processamento

	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26
Manual	0.98	0.98	0.95	0.73	0.73	0.79	0.82	0.91	0.71	0.97	0.50	0.88
Automático	0.50	0.70	0.97	0.99	0.99	0.95	0.95	0.62	0.77	0.91	0.91	1.00

Nas TAB. 8 e 9 estão expressos os valores médios dos escores determinados pelos examinadores nos processamentos manual e automático, respectivamente. Sendo o valor médio de 2.00 considerado o máximo, a qualidade decresce à medida que o valor médio do escore se distancia de 2.00 e se aproxima de zero.

A TAB. 8 expressa os valores médios dos escores atribuídos pelos avaliadores nas radiografias processadas manualmente.

TABELA 8
Valores médios dos escores atribuídos pelos avaliadores às radiografias processadas manualmente

	E	F	F-5	F-10	F-15	F-20	F-30	F-40	F-50
1	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
3	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
5	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
12	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
17	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
19	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00

Analisando a TAB. 8, relativa ao processamento manual, pode-se observar que em todos os grupos avaliados, independente do filme ou do tempo utilizado, os valores médios dos escores decrescem com a evolução dos dias. O Filme E (grupo controle) obteve uma média de escore máxima (2.00) até o 19º dia de experimento (fim da terceira semana). Para o Filme F, a situação foi semelhante ao grupo controle em todos os ensaios, com exceção do grupo F-50 que só obteve escore máximo até o quinto dia de experimento, fim da primeira semana. No 22º dia as radiografias de todos os grupos, com exceção do grupo F-50, passaram a ser classificadas com escore regular (1.00) em relação à qualidade de imagem, e no último dia todas as radiografias tiveram escores entre

regular e insuficiente. As figuras 16 a 24 ilustram as radiografias de todos os grupos estudados, correspondentes aos dias 1, 19, 22 e 26 do processamento manual. O comportamento dos grupos F, F-5, F-10, F-15 foi semelhante ao grupo controle (Filme E), sendo que nos grupos F-20 e F-30 o desempenho foi discretamente melhor que no grupo controle, visto que na última semana suas radiografias foram consideradas regulares (escore=1.00) e as do grupo controle, inadequadas (escore = 0.00). O grupo F-40 teve suas radiografias consideradas inadequadas nos dois últimos dias (24º e 26º). É interessante observar que no grupo F-50 cujo tempo de exposição foi metade do aplicado no grupo controle, as radiografias foram consideradas inadequadas a partir do 22º dia de experimento, ou seja, em toda a última semana da pesquisa, e que a partir do 8º dia teve seus escores sempre menores que os demais grupos.

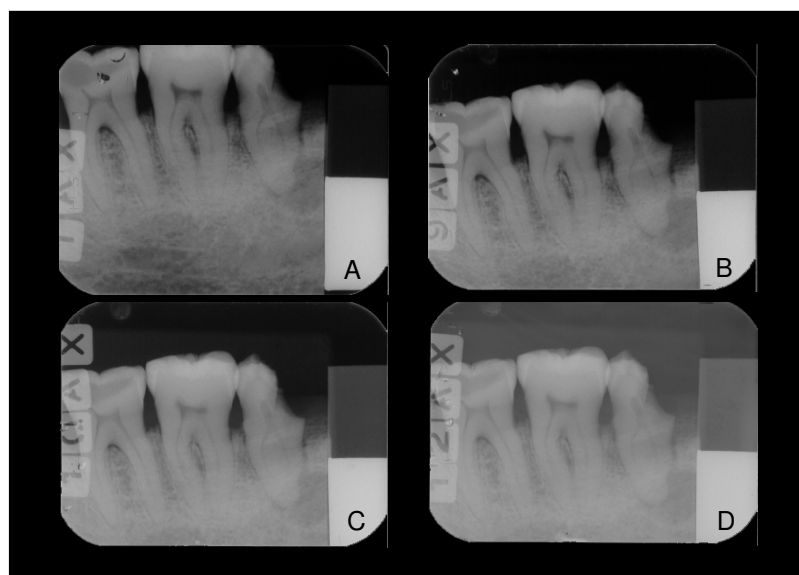


FIGURA 16 – Radiografias obtidas com o Filme Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

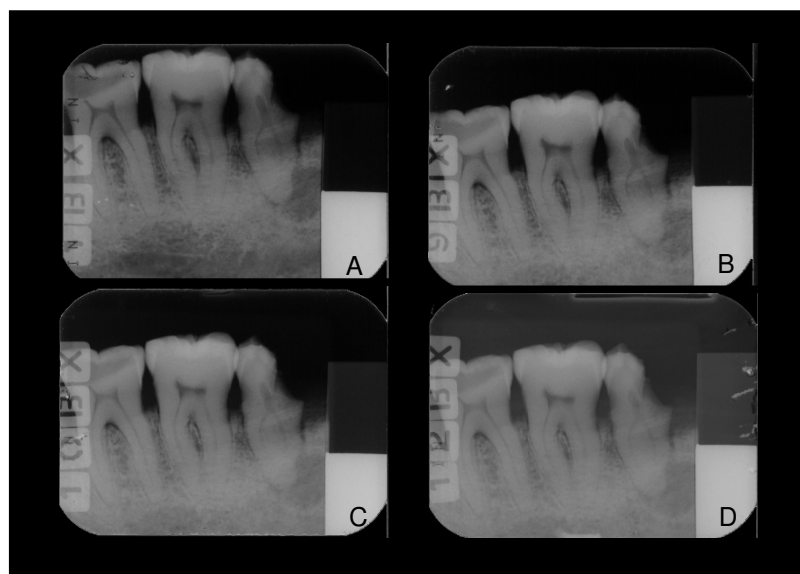


FIGURA 17 - Radiografias obtidas com o Filme Insight com mesmo tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

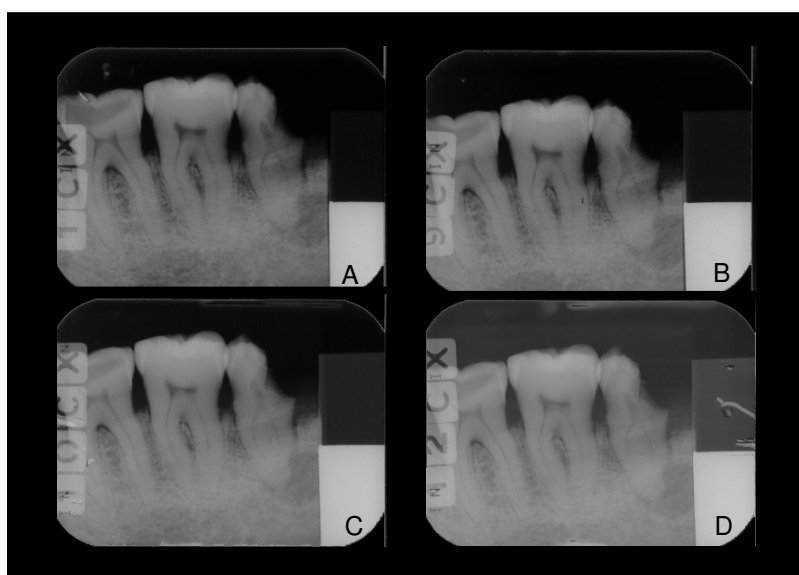


FIGURA 18 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 5% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

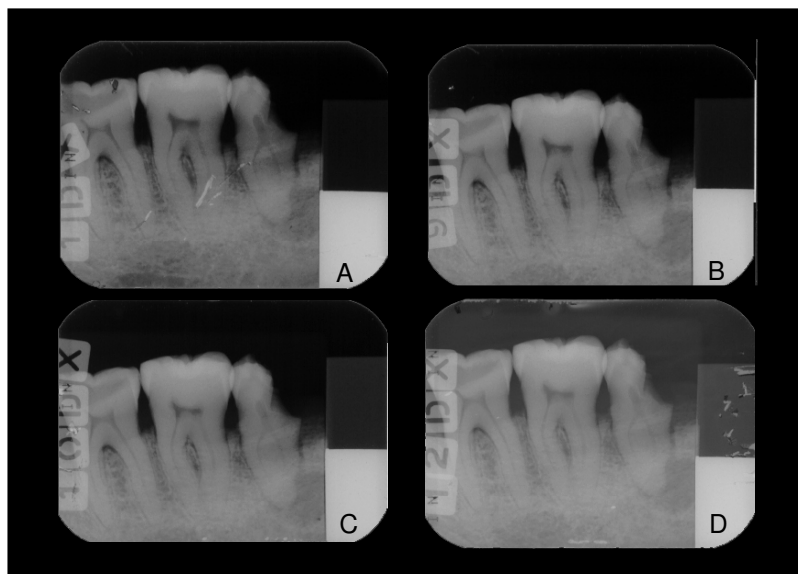


FIGURA 19 - Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 10% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

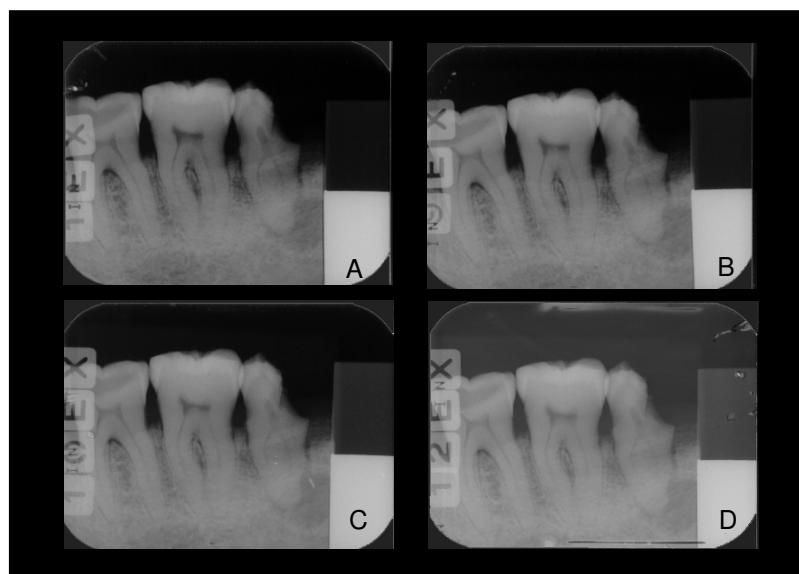


FIGURA 20 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 15% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

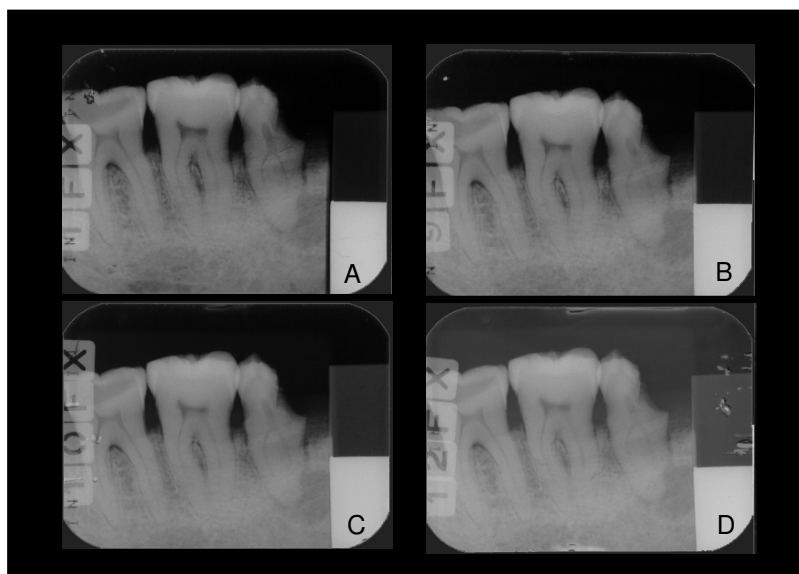


FIGURA 21 - Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 20% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

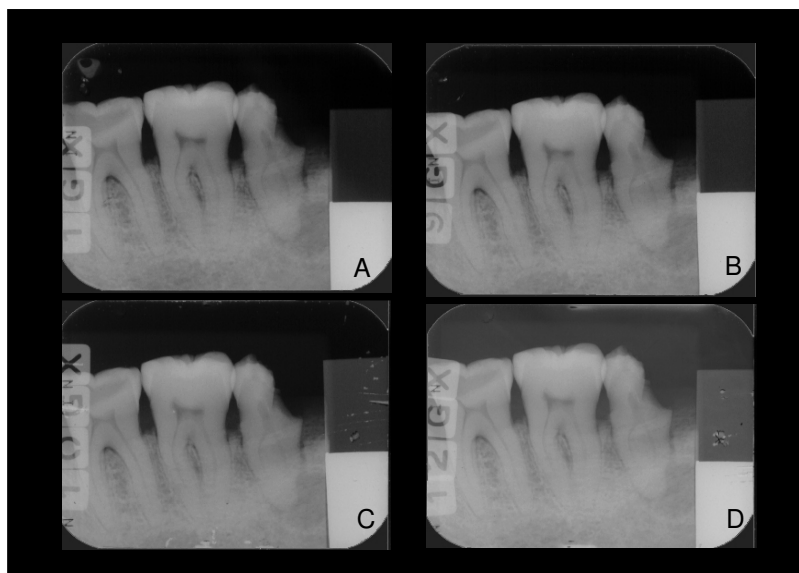


FIGURA 22 - Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 30% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

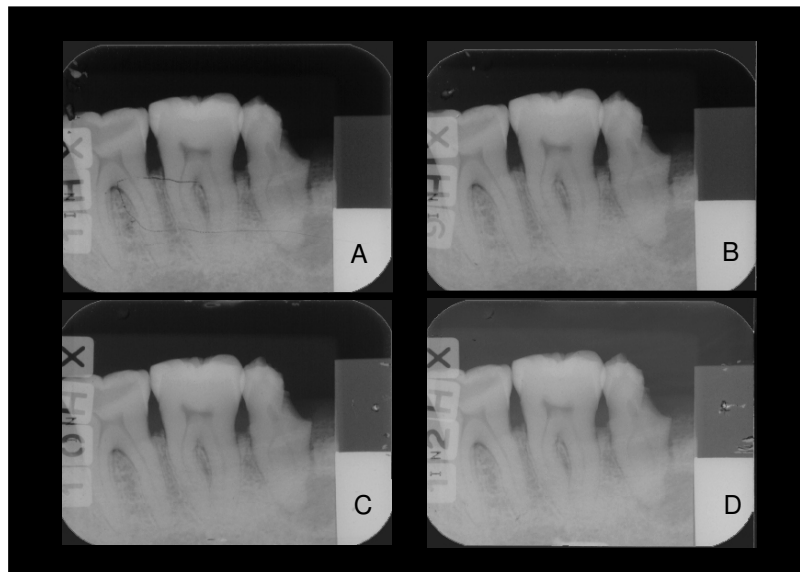


FIGURA 23 - Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 40% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

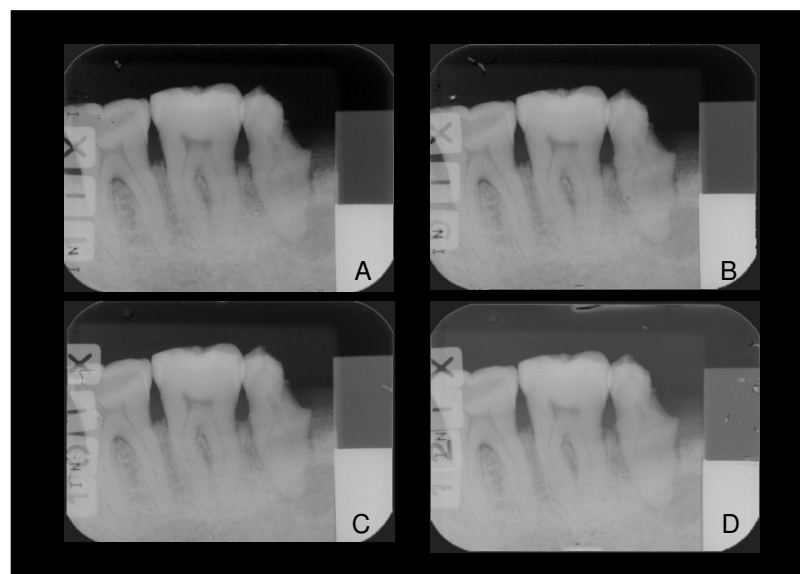


FIGURA 24 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 50% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas manualmente. Dias 1(A), 19(B), 22(C) e 26(D) do processamento.

Na TAB. 9 estão expressos os valores médios dos escores atribuídos pelos avaliadores nas radiografias processadas automaticamente

TABELA 9
Valores médios dos escores atribuídos pelos avaliadores às radiografias processadas automaticamente

	E	F	F-5	F-10	F-15	F-20	F-30	F-40	F-50
1	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00
3	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
5	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
12	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
17	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nesta tabela pode-se observar que todas as radiografias de todas as pranchas obtiveram escore máximo (2.00) entre os dias 5 e 15 do experimento, a partir daí tal escore foi decrescendo com o passar dos dias. A partir do dia 17 do processamento, as radiografias de todos os grupos estudados com exceção dos grupos F e F-5, passaram a ser classificadas como regular (escore = 1.00). Os grupos E, F-20, F-30, F-40 e F-50 obtiveram escore máximo já nos primeiros dias de experimento, e o grupo F apresentou escore 2.00 ainda no dia 19. Os grupos F,

F-5 e F-10 apresentaram escore 1.00 (regular) nos dois primeiros dias de experimento, e o grupo F-15 no primeiro dia. Pode-se observar ainda que a partir do 22º dia de experimento até o 26º dia todas as radiografias de todas as pranchas, com exceção do grupo F no 22º dia, foram consideradas inadequadas para diagnóstico. Nas figuras 25 a 33, pode-se observar os resultados radiográficos dos grupos estudados para os dias 1, 5, 15, 17, 22 e 26 do processamento automático.

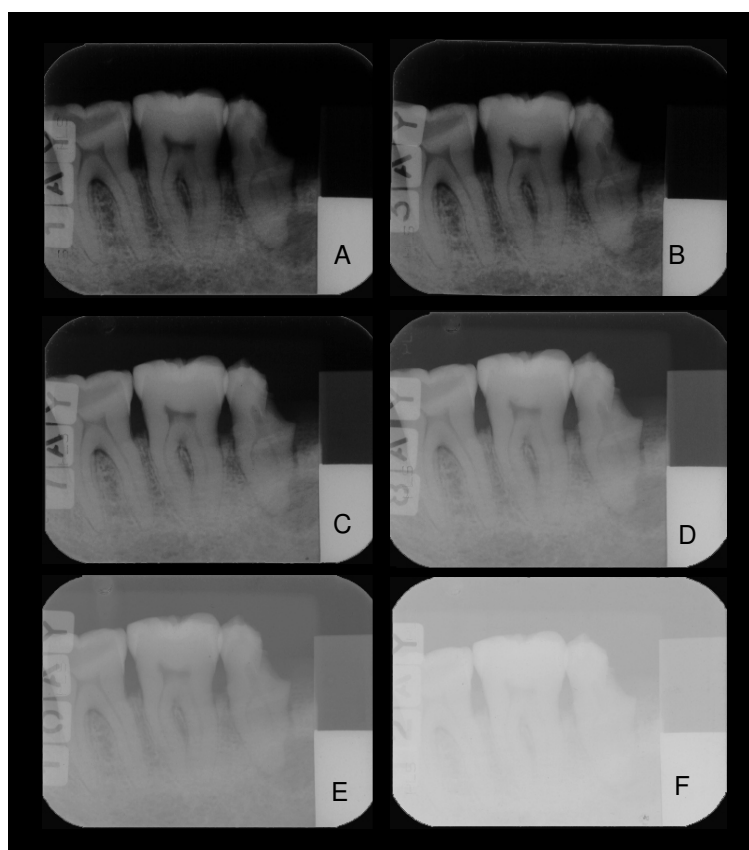


FIGURA 25 – Radiografias obtidas com o Filme Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

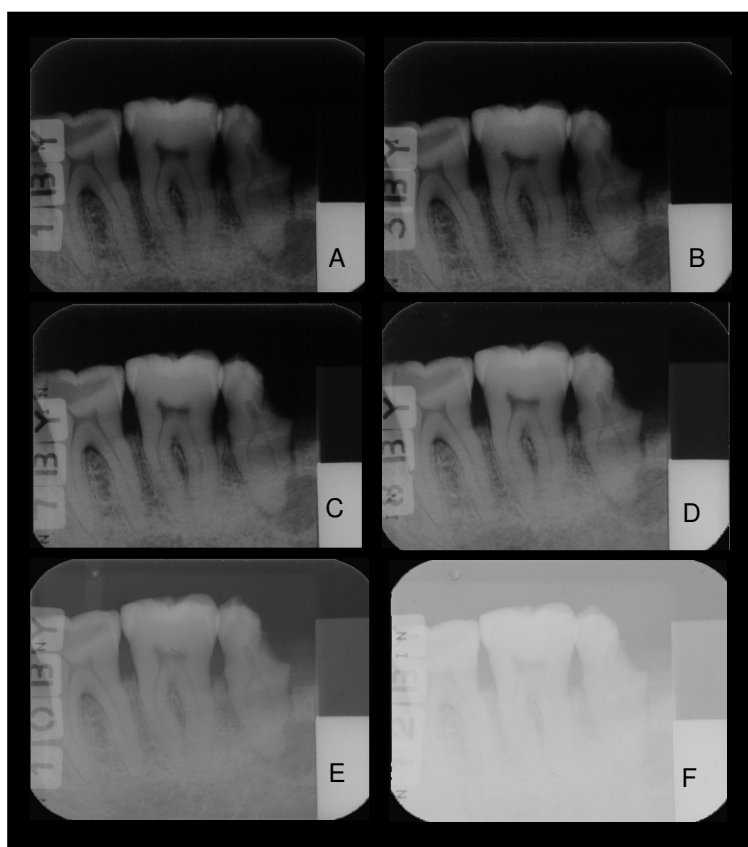


FIGURA 26 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com mesmo tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

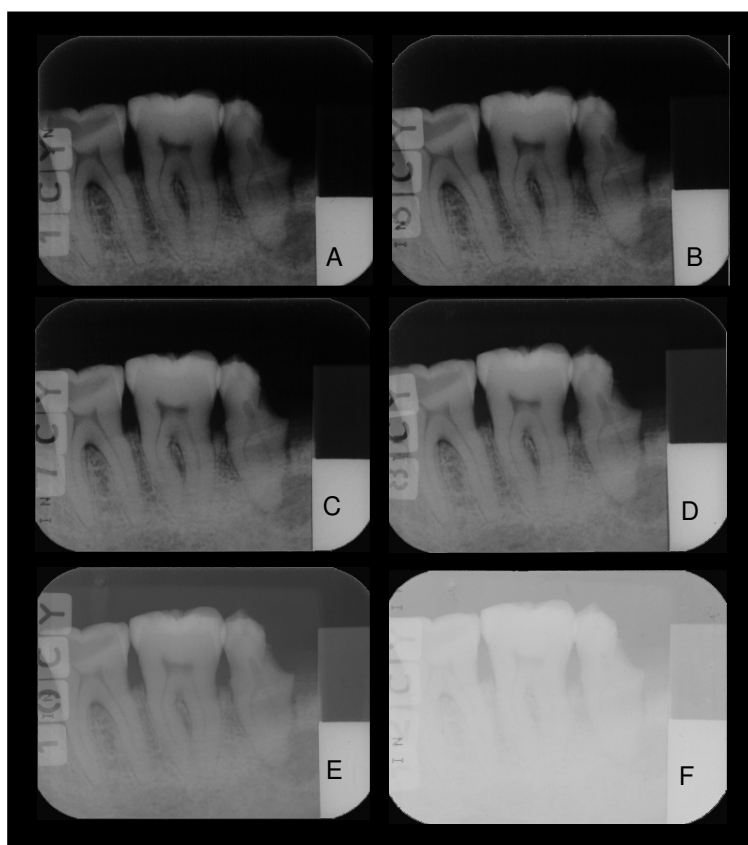


FIGURA 27 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 5% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

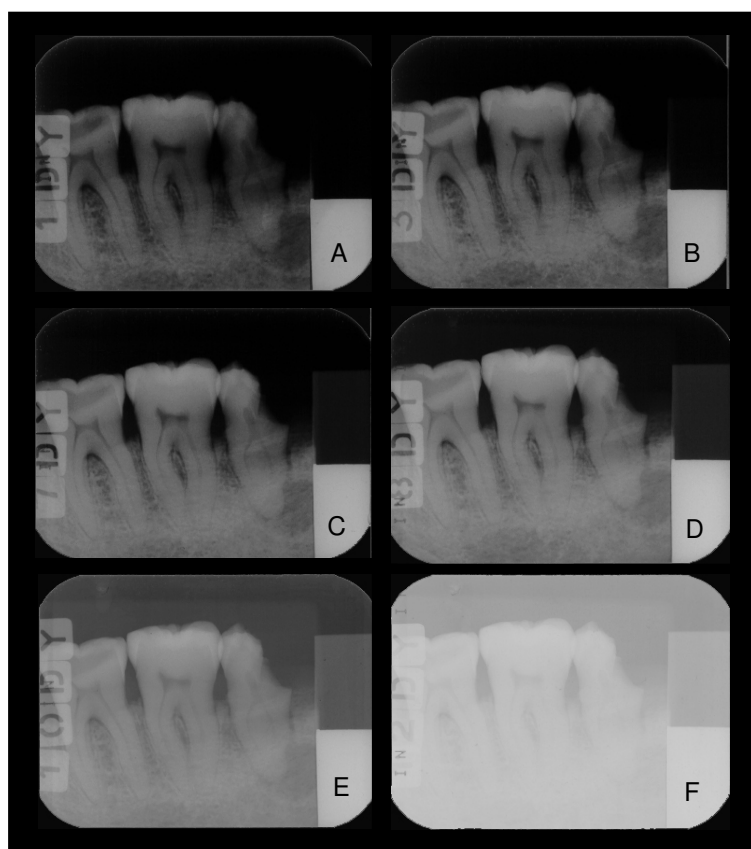


FIGURA 28 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 10% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento.

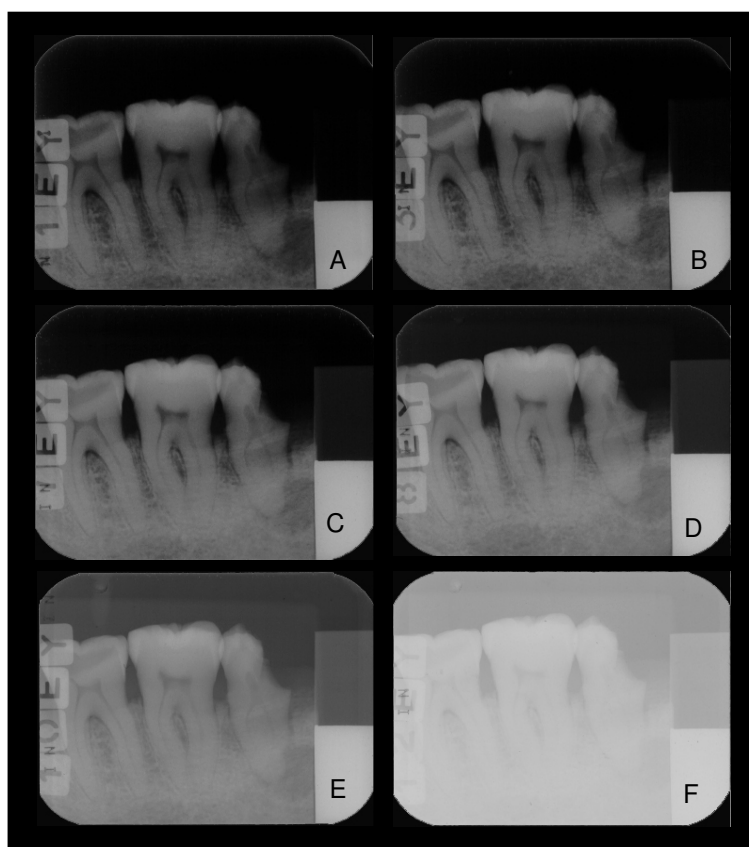


FIGURA 29 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 15% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

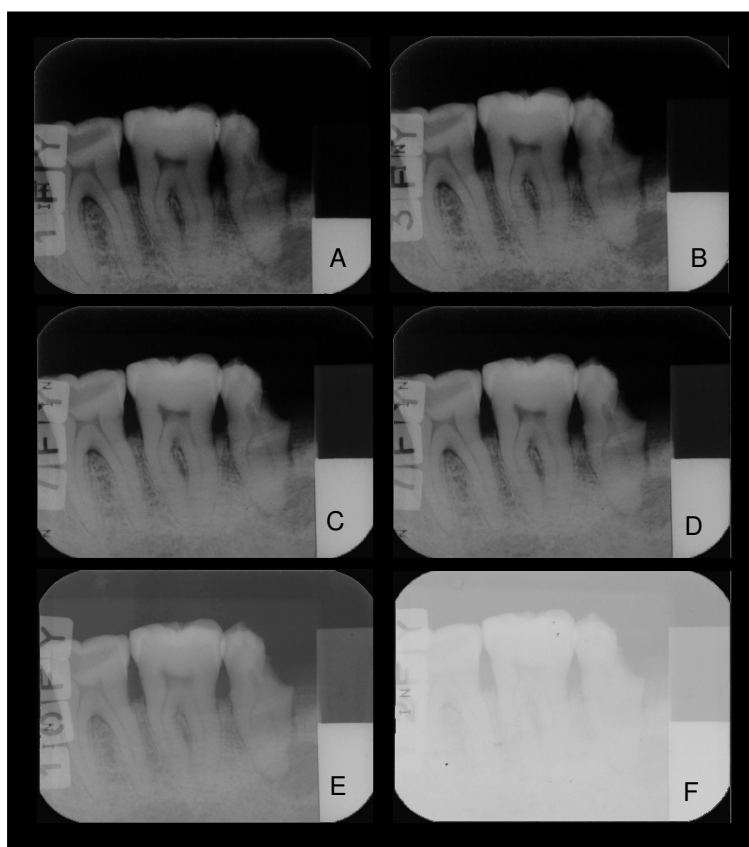


FIGURA 30 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 20% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento

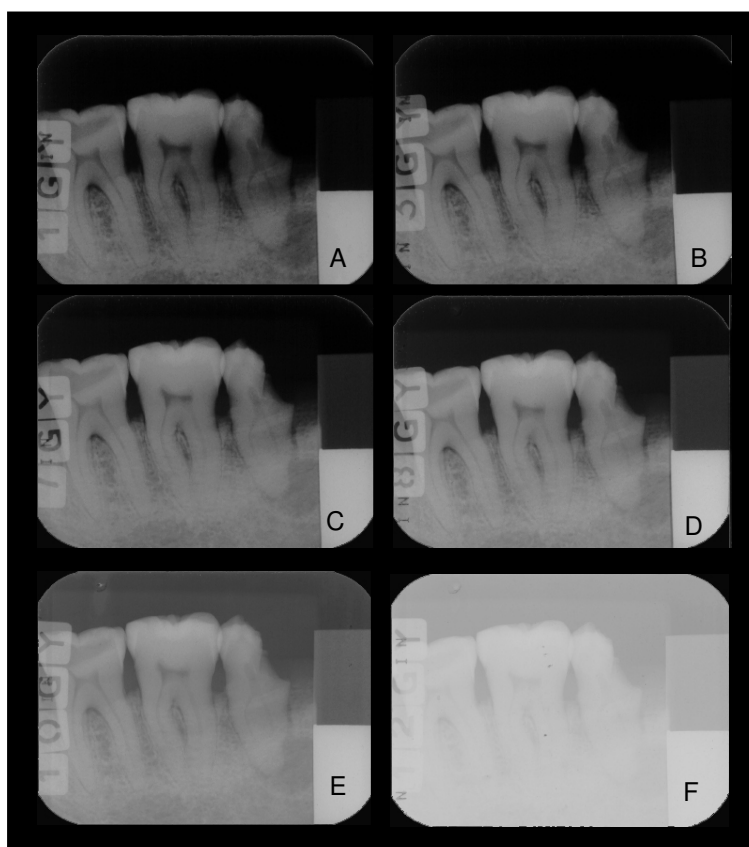


FIGURA 31 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 30% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento.

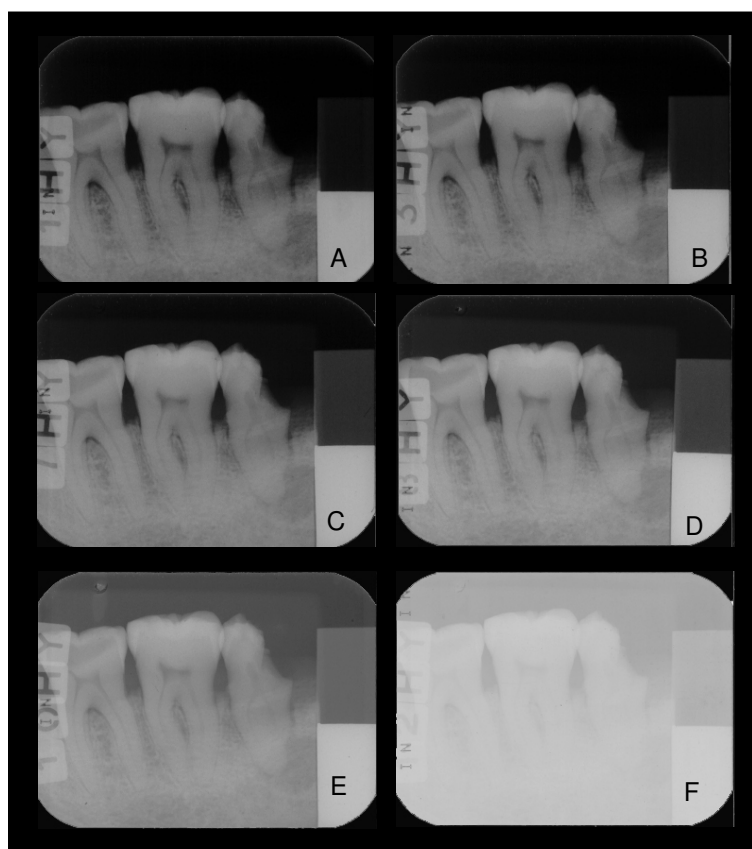


FIGURA 32 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 40% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento.

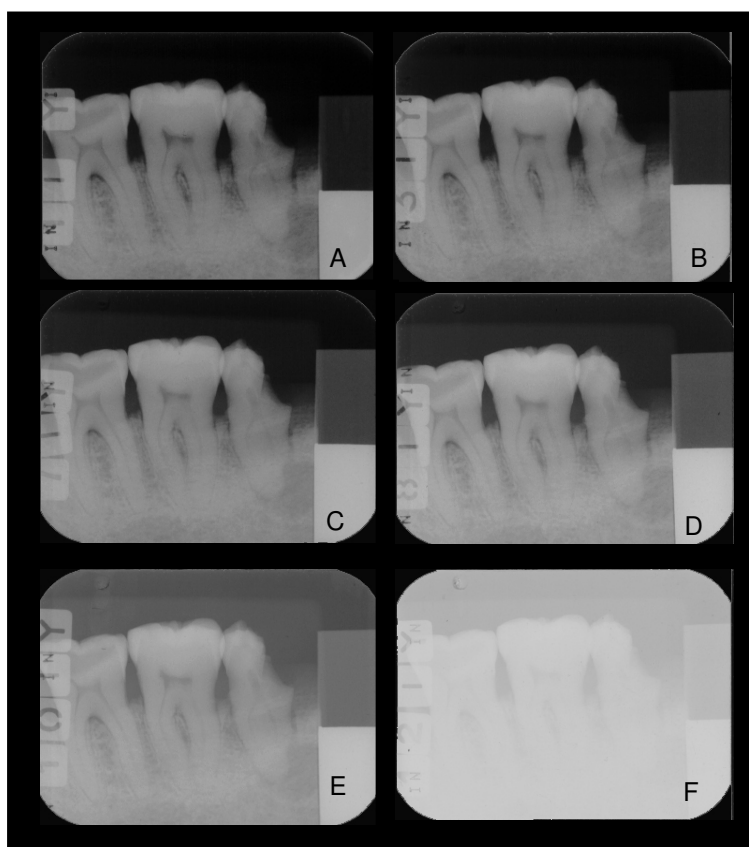


FIGURA 33 – Radiografias obtidas com o Filme Insight com redução de 50% do tempo de exposição aplicado ao Ektaspeed Plus, processadas automaticamente. Dias 1(A), 5(B), 15(C), 17(D), 22(E) e 26(F) do processamento.

5.3 – Resultados da análise das curvas características

Com o objetivo de estudar o efeito da degradação dos líquidos de processamento sobre os filmes Ektaspeed Plus e Insight, quando processados manual e automaticamente, foram construídas as curvas características de acordo com a metodologia já descrita.

De posse das leituras densitométricas, as curvas características foram construídas para cada tipo de filme e para cada método de processamento, com os dados obtidos nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do processamento, sendo estes relativos ao primeiro dia do experimento, e fim da primeira, segunda, terceira e quarta semana do experimento, respectivamente.

As curvas características obtidas com os filmes Ektaspeed Plus e Insight processados automaticamente foram dispostas em um mesmo gráfico para cada dia de processamento, a fim de facilitar a comparação entre elas, conforme demonstram as figuras 34 a 38.

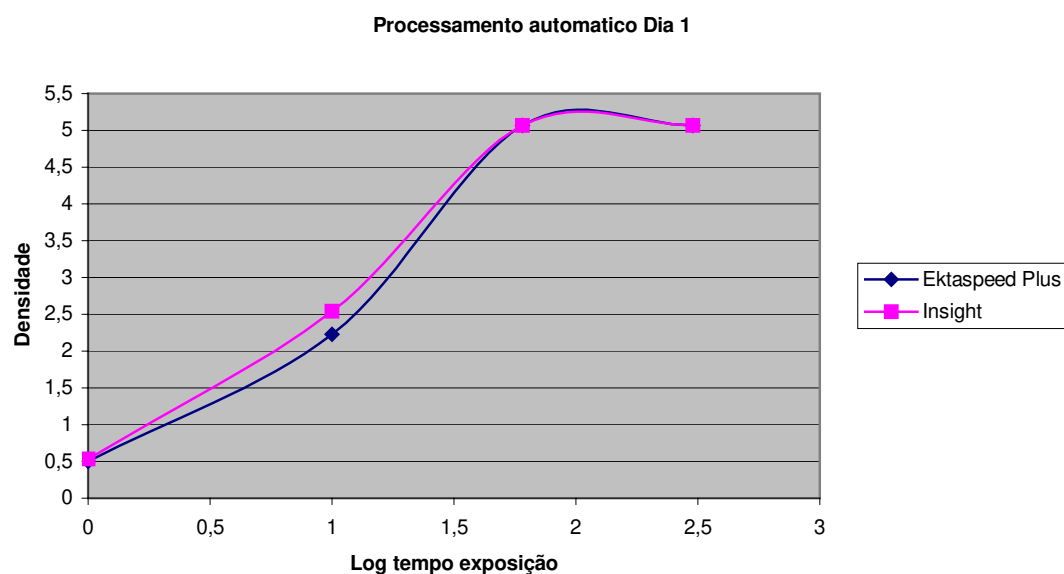


FIGURA 34 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no primeiro dia do experimento, pelo método automático

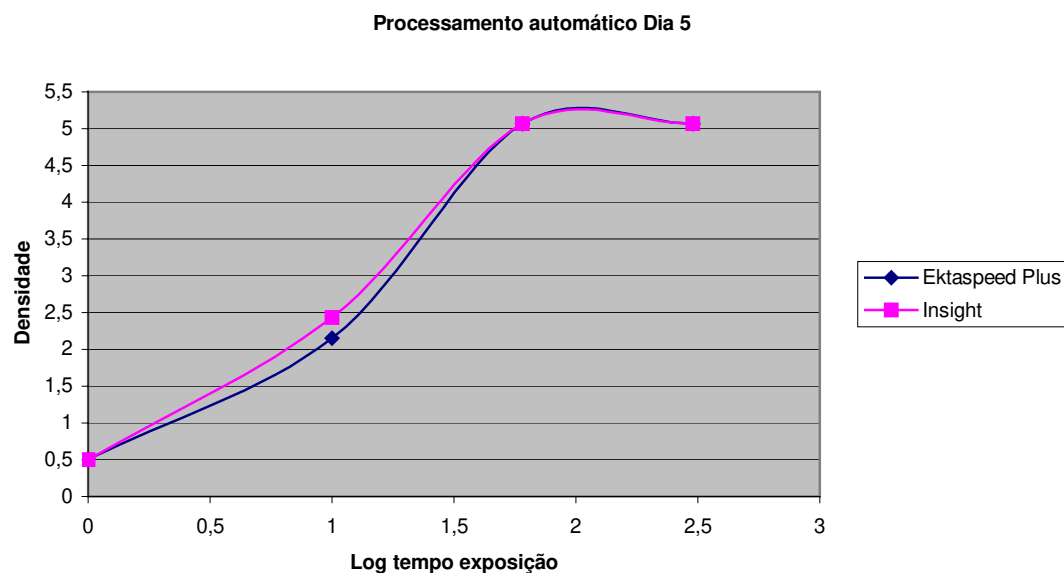


FIGURA 35 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no quinto dia do experimento (fim da primeira semana), pelo método automático

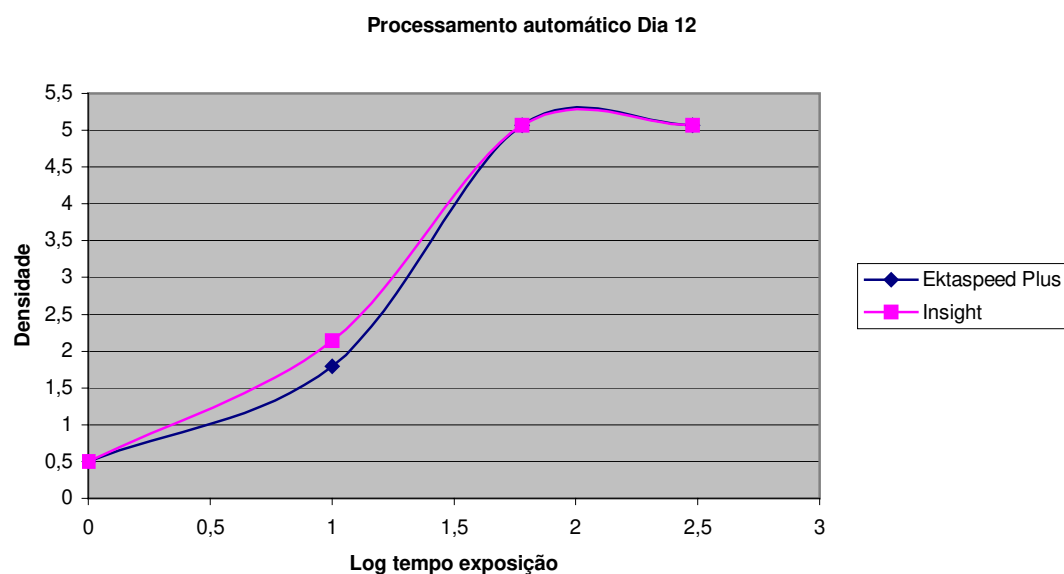


FIGURA 36 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo segundo dia do experimento (fim da segunda semana), pelo método automático

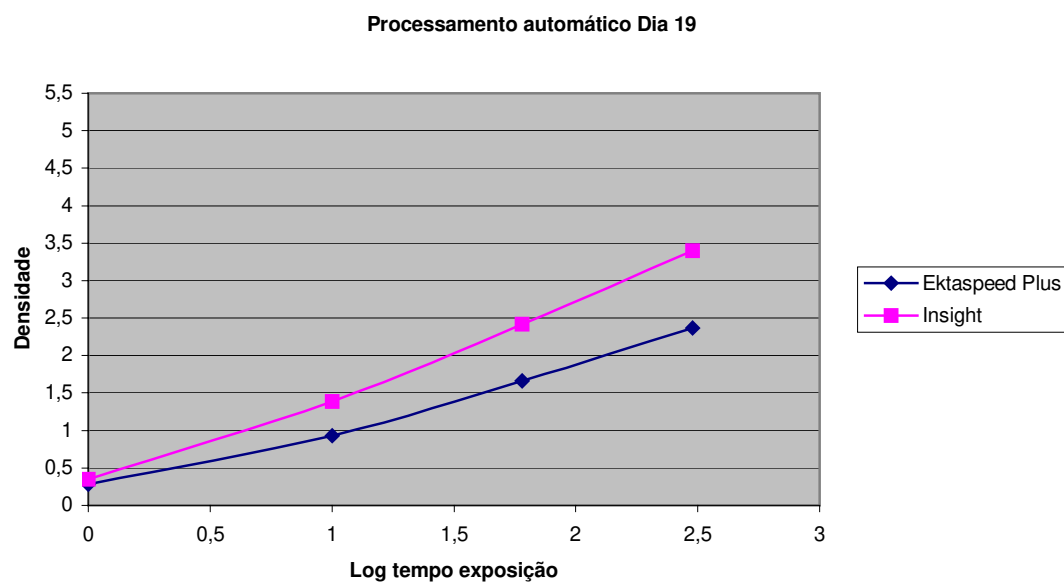


FIGURA 37 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo nono dia do experimento (fim da terceira semana), pelo método automático

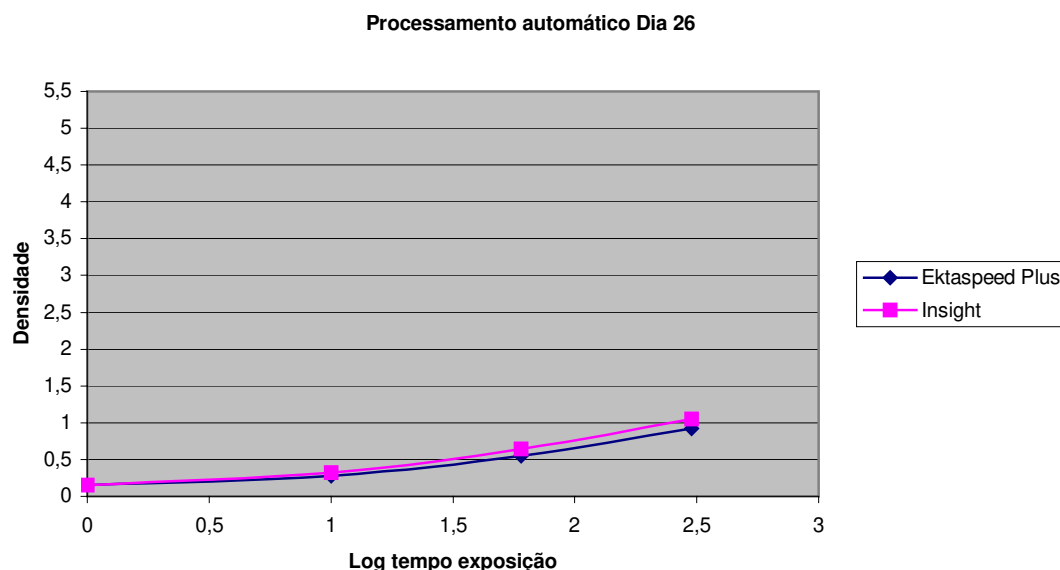


FIGURA 38 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no vigésimo sexto dia do experimento (fim da quarta semana), pelo método automático

Avaliando o comportamento das curvas características obtidas a partir do processamento automático, observa-se que as curvas referentes ao filme Insight situam-se sempre à esquerda das curvas referentes ao filme Ektaspeed Plus, independente do dia de processamento, indicando uma maior sensibilidade do filme Insight em relação ao Ektaspeed Plus. Percebe-se também que a degradação dos líquidos de processamento causa uma alteração no formato da curva, deixando-a mais retificada (FIG. 37 e 38).

As figuras 39 a 43 representam as curvas características construídas para os filmes Ektaspeed Plus e Insight processados manualmente, e apresentadas em um mesmo gráfico para cada dia de processamento predeterminado.

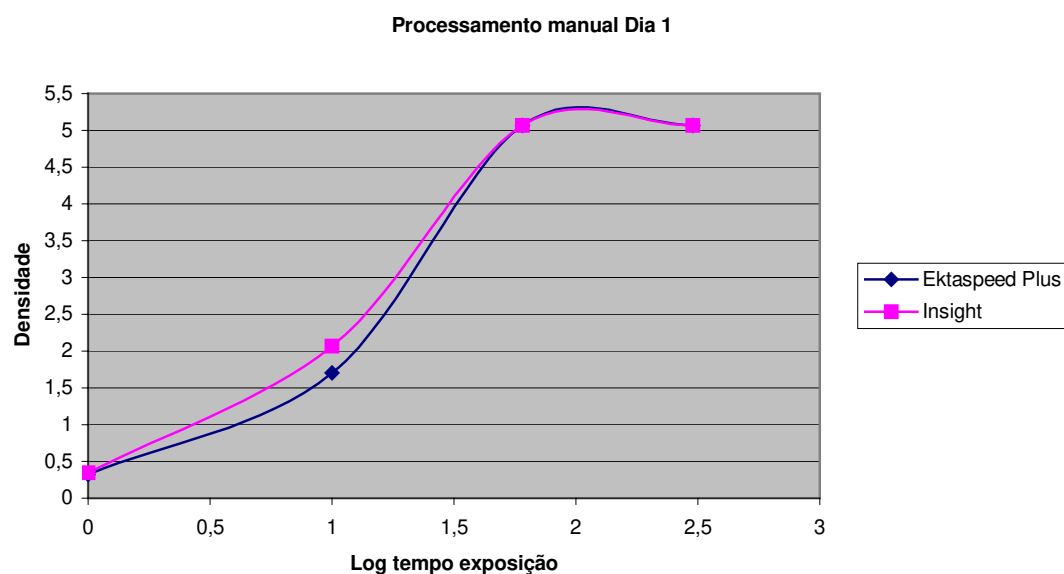


FIGURA 39 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no primeiro dia do experimento, pelo método manual

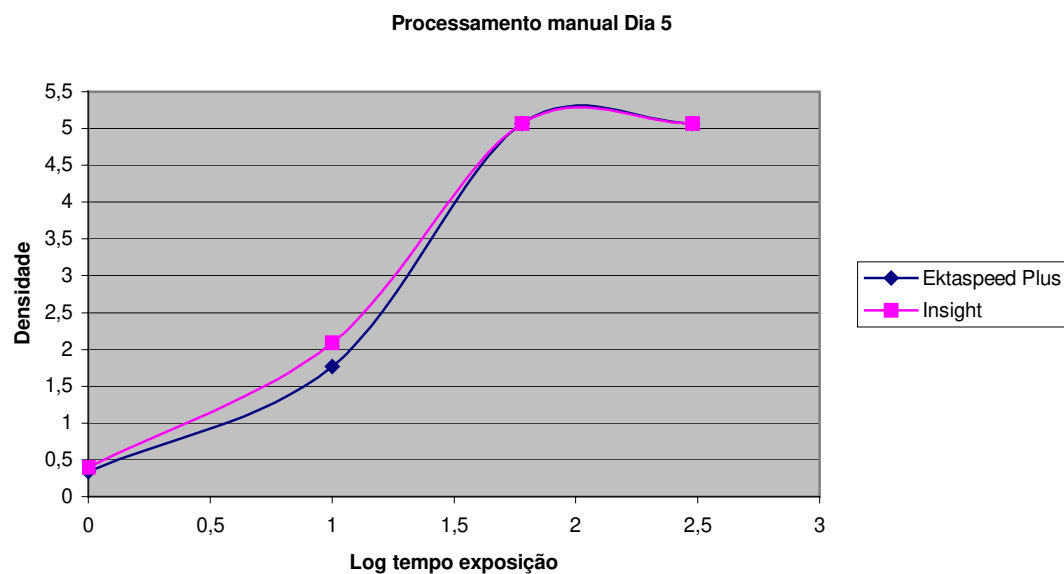


FIGURA 40 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no quinto dia do experimento (fim da primeira semana), pelo método manual

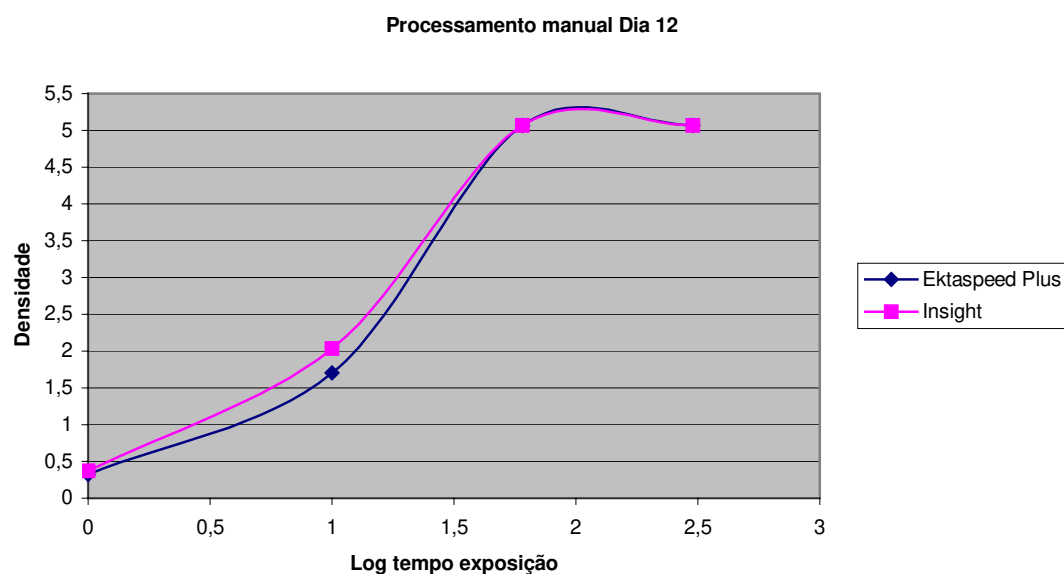


FIGURA 41 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo segundo dia do experimento (fim da segunda semana), pelo método manual

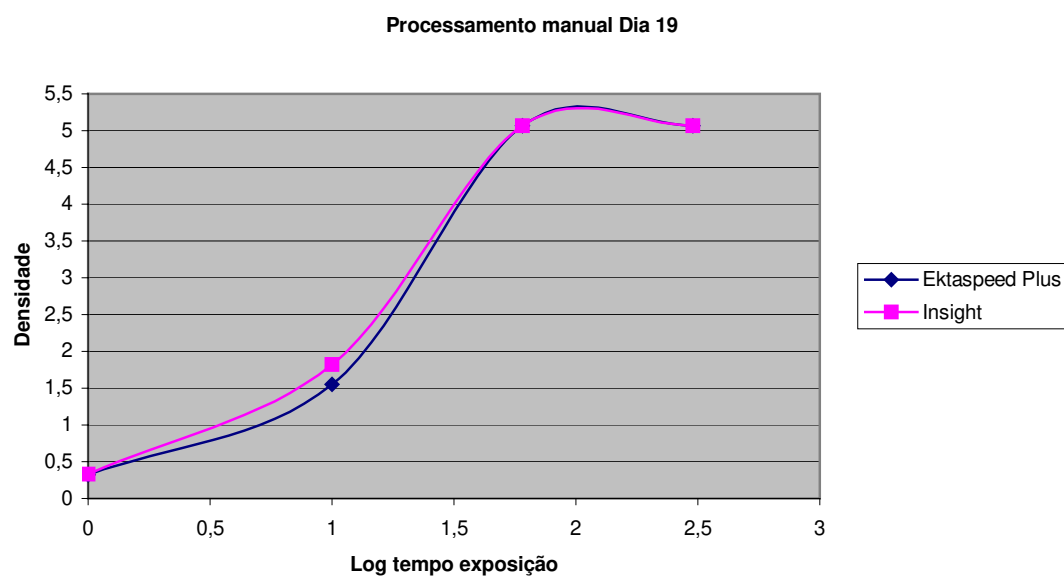


FIGURA 42 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no décimo nono dia do experimento (fim da terceira semana), pelo método manual

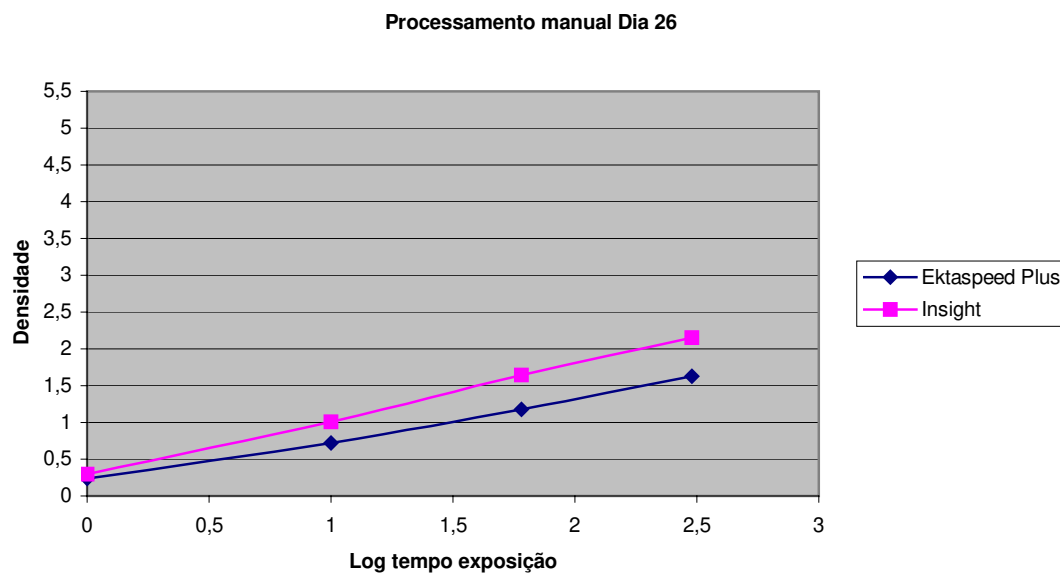


FIGURA 43 – Curvas características dos filmes Ektaspeed Plus e Insight processados no vigésimo sexto dia do experimento (fim da quarta semana), pelo método manual

Assim como no processamento automático, as curvas referentes ao filme Insight situam-se à esquerda das curvas do Ektaspeed Plus, o que significa que o filme Insight é mais sensível que o filme Ektaspeed Plus, também no processamento manual.

Nas FIG. 44 e 45 estão apresentadas as curvas construídas para os dias 1, 5, 12, 19 e 26 do processamento automático, com os dados obtidos dos filmes Insight e Ektaspeed Plus, respectivamente.

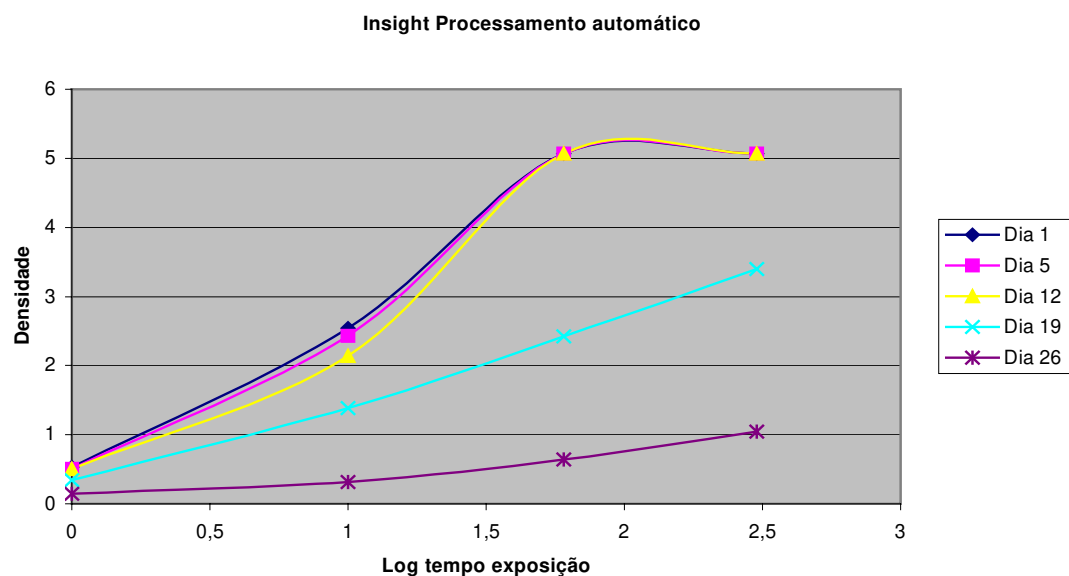


FIGURA 44 – Curvas características do filme Insight processado automaticamente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento

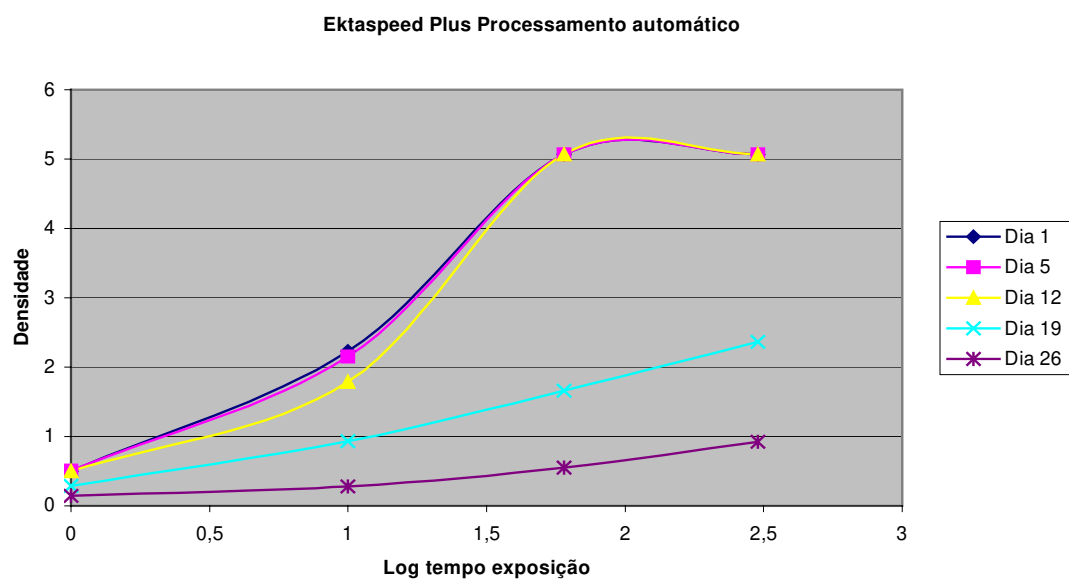


FIGURA 45 – Curvas características do filme Ektaspeed Plus processado automaticamente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento

Avaliando o comportamento dos filmes quando processados automaticamente, frente à degradação dos líquidos, percebe-se que ambos apresentam comportamentos bastante semelhantes. Observa-se que a degradação dos líquidos de processamento é visualmente perceptível nas curvas características ao final da terceira e quarta semanas e que à medida que os líquidos degradam, as curvas dos filmes vão se situando cada vez mais à direita em relação ao dia de processamento precedente.

Nas FIG. 46 e 47 estão apresentadas as curvas construídas para os filmes Insight e Ektaspeed Plus, processados manualmente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26.

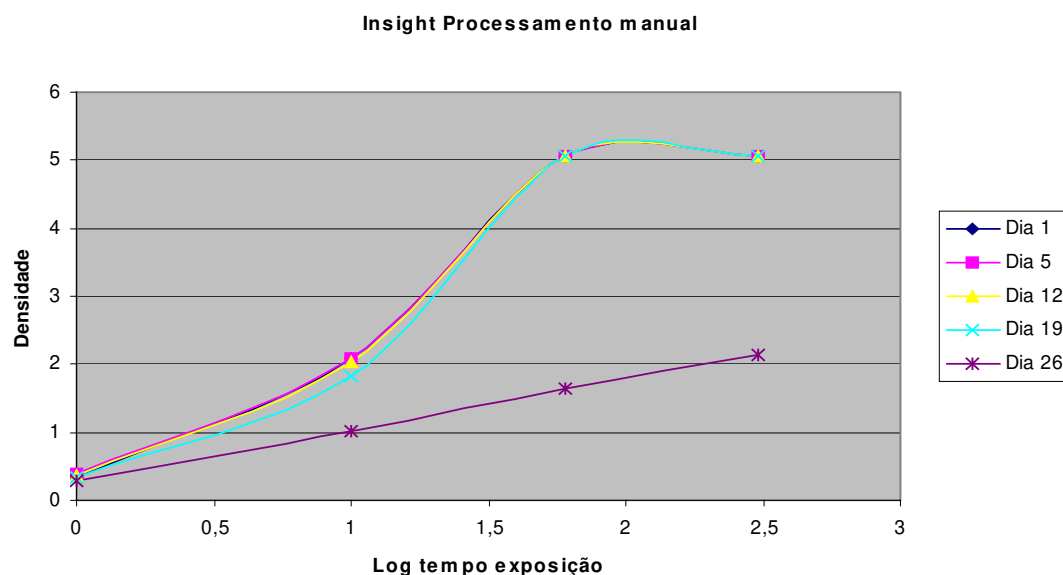


FIGURA 46 – Curvas características do filme Insight processado manualmente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento

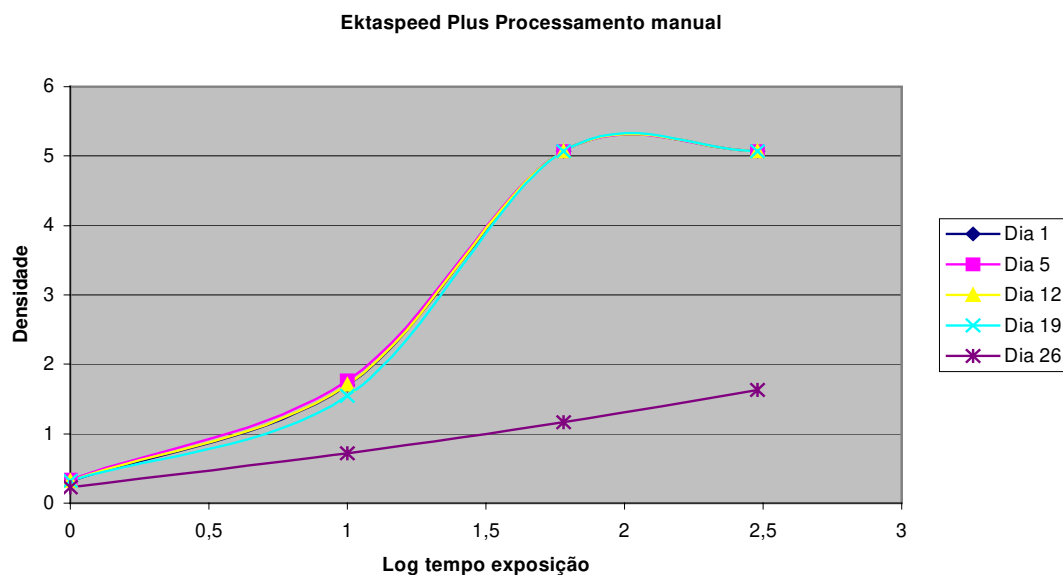


FIGURA 47 – Curvas características do filme Ektaspeed Plus processado manualmente, nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento

Assim como no processamento automático, os filmes Ektaspeed Plus e Insight quando processados manualmente se comportam de maneira bastante semelhante, onde o processo de degradação dos líquidos é percebido apenas ao fim da quarta semana do experimento. No processamento manual, assim como no processamento automático, as curvas dos filmes estudados situam-se cada vez mais à direita no gráfico à medida que o líquido vai degradando.

Após a construção das curvas características calculou-se para cada filme estudado e tipo de processamento com os líquidos progressivamente degradados, os valores no eixo X (Log tempo exposição), respectivos às densidades de 0.25, 1.00 e 2.00 acima da DBV, situados no eixo Y. Com esses

valores, pode-se calcular contraste e latitude de cada filme, além de verificar o tempo de exposição necessário em cada radiografia para se obter uma densidade com valor 1.00 acima da DBV, sendo este tempo de exposição indicativo da sensibilidade do filme, de acordo com metodologia descrita por THUNTHY & WEINBERG (1995).

Os valores de contraste dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias, estão expressos na TAB. 10.

TABELA 10
Valores dos contrastes dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento

Dia	Processamento Manual		Processamento Automático	
	Ektaspeed Plus	Insight	Ektaspeed Plus	Insight
1 (início)	1,62	1,75	1,80	1,98
5 (fim 1ª semana)	1,50	1,75	1,70	1,96
12 (fim 2ª semana)	1,75	1,54	1,62	1,75
19 (fim 3ª semana)	1,62	1,66	0,83	1,13
26 (fim 4ª semana)	1,40	1,31	0,84	0,81

Avaliando a TAB. 10, verifica-se que os valores de contraste no primeiro dia de experimento são para o Ektaspeed Plus de 1.62, no processamento manual, e 1.80, no processamento automático e para o Insight, 1.75 e 1.98, respectivamente.

Ainda nesta tabela, percebe-se que o filme Insight apresenta valores mais elevados de contraste do que o Ektaspeed Plus em ambos os tipos de processamento, com exceção dos valores apresentados no final da quarta semana para o processamento automático e ao final da segunda e quarta semana para o processamento manual. Nota-se ainda que, inicialmente, os valores de contraste são mais altos quando as radiografias, independente do filme, são processadas pelo método automático. Isto se observa no primeiro dia e ao fim da primeira semana do experimento, todavia esta situação se inverte nas demais semanas do experimento, com exceção do filme Insight no 12º dia de processamento. Além disso, é possível verificar que o contraste apresenta uma redução de seus valores à medida que os líquidos de processamento degradam, de modo que no último dia de experimento, ao fim da quarta semana, percebe-se que o Ektaspeed Plus apresenta uma redução de 11% do seu valor inicial de contraste e o Insight de 25%, para o processamento manual; e para o automático, estas reduções de contraste em relação aos valores iniciais são na ordem de 53 e 59%, respectivamente. Interessante observar também que no processamento manual há pequenas elevações de contraste ao fim da segunda semana para o Ektaspeed Plus e ao fim da terceira semana para o Insight.

Na TAB. 11 estão expressos os valores de latitude para os filmes Insight e Ektaspeed Plus, quando processados manual e automaticamente nos dias 1, 5, 12, 19 e 26 do experimento.

TABELA 11
Valores das latitudes dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento

Dia	Processamento Manual		Processamento Automático	
	Ektaspeed Plus	Insight	Ektaspeed Plus	Insight
1 (início)	0,42	0,50	0,51	0,50
5 (fim 1ª semana)	0,43	0,50	0,50	0,50
12 (fim 2ª semana)	0,32	0,59	0,38	0,50
19 (fim 3ª semana)	0,46	0,45	1,01	0,82
26 (fim 4ª semana)	1,40	1,31	0,84	0,81

Avaliando a TAB. 11, observa-se que os valores de latitude são semelhantes até o fim da primeira semana para os dois filmes estudados quando processados automaticamente, e para o Insight quando processado manualmente. O Ektaspeed Plus processado manualmente, porém, apresenta menores valores de latitude. Além disso, pode-se perceber que a degradação dos líquidos, de uma forma geral, leva a um aumento da latitude.

Ainda na TAB. 11 pode-se observar que no processamento manual o filme Ektaspeed Plus apresenta uma pequena redução de valores de latitude ao fim da segunda semana e o Insight apresenta tal redução ao fim da terceira semana, todavia de maneira geral a latitude se

mantém estável em ambos os filmes até o fim da terceira semana quando processados manualmente. Ao fim da quarta semana, porém, o Ektaspeed Plus apresenta um aumento de seus valores de latitude na ordem de 233% em relação ao seu valor inicial e o Insight de 162%. Já no processamento automático, ao fim da terceira semana já se percebe um aumento de 64% no valor inicial da latitude para o Insight e de 98% para o Ektaspeed Plus. Ao fim da quarta semana, porém, o aumento de latitude para ambos os filmes é similar.

Na TAB. 12 estão expressos os valores do tempo de exposição, em segundos, necessários para se obter um valor de densidade 1.00 acima da DBV, para os filmes Ektaspeed Plus e Insight, para cada dia estudado dentro dos processamentos manual e automático.

TABELA 12
Valores, em segundos, do tempo de exposição necessário para produzir densidade 1.0 acima da DBV dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente, em diferentes dias de processamento

Dia	Processamento Manual		Processamento Automático	
	Ektaspeed Plus	Insight	Ektaspeed Plus	Insight
1 (início)	0,085	0,056	0,054	0,043
5 (fim 1ª semana)	0,079	0,052	0,060	0,044
12 (fim 2ª semana)	0,087	0,059	0,091	0,055
19 (fim 3ª semana)	0,085	0,074	0,283	0,095
26 (fim 4ª semana)	0,874	0,252	55,18	34,02

Observando os valores da TAB. 12, pode-se perceber que, independente do tipo de processamento, o filme Insight requer menos tempo que o Ektaspeed Plus para se obter 1.00 acima de DBV. Além disso, percebe-se ainda que a degradação dos líquidos de processamento leva a uma perda de sensibilidade visto que o tempo necessário para produzir 1.00 acima na DBV aumenta à medida que o líquido degrada, independente do tipo de processamento ou do filme utilizado.

O filme Ektaspeed Plus quando processado manualmente se apresenta estável quanto à sensibilidade até o fim da terceira semana, enquanto o Insight no mesmo período já apresenta uma certa perda de sensibilidade. Porém, na última semana, há perda nítida de sensibilidade em ambos os filmes, sendo que o Insight requer 4,5 vezes mais tempo, em relação aos valores iniciais, para conseguir o mesmo valor de densidade, enquanto que o Ektaspeed Plus requer 10 vezes mais tempo.

Para o processamento automático, os filmes já apresentam discreta perda de sensibilidade ao fim da segunda semana, o que se acentua na terceira e quarta semanas, sendo mais evidente para o Ektaspeed Plus.

Discussão

6. DISCUSSÃO

O principal objetivo da realização de radiografias é a sua participação na determinação de um diagnóstico correto que permita, junto com outros exames, a elaboração de um plano terapêutico adequado. Para isso a radiografia deve apresentar uma boa qualidade de imagem, com grau médio de contraste e densidade, mínimo de distorção e máximo de detalhe.

Além disso, é essencial que a ótima qualidade de imagem seja adquirida com o mínimo de exposição do paciente aos raios X, e um dos meios mais eficientes para redução das doses de radiação é a utilização de filmes de alta sensibilidade (SILHA, 1980; KAFFE *et al.*, 1984; SVENSON *et al.*, 1993; CONOVER *et al.*, 1995; SYRIOPOULOS *et al.*, 1999; PRICE, 2001). No mercado odontológico foi recentemente introduzido um filme considerado de sensibilidade F, quando processado automaticamente, o Insight produzido pela Kodak, que permite, de acordo com o fabricante, uma redução de 20% da radiação em relação ao seu antecessor, o Ektaspeed Plus.

Todavia, além de sensível, o filme deve apresentar pouca dependência às condições utilizadas no processamento, visto ser este também um fator que muito influi na qualidade final da imagem radiográfica.

Procuramos por meio desta pesquisa estudar esse novo filme, avaliando sua resposta frente à redução da dose de raios X, quando processado

manual e automaticamente, além de averiguar seu comportamento em relação à degradação dos líquidos de processamento.

6.1 – Análise densitométrica

Este estudo comprovou que diferentes valores de densidade óptica podem ser obtidos de acordo com o tipo de filme utilizado e as condições de processamento empregadas, como relatado anteriormente por ROUNT *et al.* (1996) e EINBENDER *et al.* (2000). Verificou também que a degradação das soluções de processamento ocorre de maneira distinta nos métodos manual e automático de processamento, e que os filmes reagem de forma diferente em relação a tal degradação, o que também foi visto por LUDLOW & PLATIN (1995), SYRIOPOULOS *et al.* (1999), GEIST *et al.* (2000), GEIST & BRAND (2001), SYRIOPOULOS *et al.* (2001) e LUDLOW *et al.* (2001).

No capítulo referente aos resultados, na TAB. 1 e nos GRAF. 1 a 9, pode-se observar que os valores de densidade óptica apresentaram-se mais elevados nas radiografias processadas automaticamente, nas duas primeiras semanas do experimento, resultado esse semelhante ao encontrado por FLETCHER (1987) e ROUNT *et al.* (1996) que afirmaram que as radiografias processadas automaticamente apresentam densidades mais elevadas que aquelas processadas manualmente. No entanto, em nossa pesquisa, com a degradação dos líquidos de processamento esta situação se inverteu, de modo que as radiografias processadas manualmente se apresentaram com densidades

mais elevadas que aquelas processadas automaticamente nas duas últimas semanas de experimento. Isso pode ser atribuído ao fato da degradação dos líquidos na processadora automática ocorrer de forma mais rápida, em consequência da temperatura dos líquidos ser mais elevada, que nos tanques de processamento manual.

Ainda avaliando as diferenças entre processamento automático e manual, na TAB. 1 pode-se perceber que quando processado automaticamente, o filme Insight, ao final da terceira semana, apresentou uma redução média de 50% nos valores de densidade em relação aos valores obtidos no primeiro dia de experimento. De acordo com SYRIOPOULOS *et al.* (1999), o limite máximo para que se substituam as soluções de processamento é indicado pelo declínio das propriedades do filme em 50%. O filme Ektaspeed Plus, porém, apresentou uma redução de 60% da densidade em relação ao início da pesquisa, no mesmo período, o que sugere que este filme seja mais susceptível a degradação dos líquidos de processamento que o filme Insight, o que também foi visto por GEIST & BRAND (2001), SYRIOPOULOS *et al.* (2001) e LUDLOW *et al.* (2001). No processamento manual essa redução de densidade foi bem mais discreta, apresentando até o 19º dia de experimento uma redução média de 7% do valor da densidade em relação à obtida no primeiro dia do experimento. Este comportamento ocorreu tanto para o Ektaspeed Plus quanto para o Insight. No entanto, no 22º dia aconteceu uma queda brusca dos valores das densidades, fato que pode ser confirmado no GRAF. 11. Avaliando novamente a TAB. 1, percebe-

se no 22º dia uma média de 30% de redução em relação à densidade do 1º dia do experimento para o filme Insight e 49%, para o Ektaspeed Plus, o que vem a fortalecer a hipótese de que o filme Insight é menos susceptível à degradação dos líquidos de processamento.

Analisando a TAB. 2, onde estão os valores de densidades referentes ao processamento automático observa-se uma relação diretamente proporcional entre valores de densidade e degradação dos líquidos, ou seja, à medida que o líquido degrada vai havendo uma redução dos valores de densidade, e que as maiores densidades se encontram no primeiro dia de experimento. Já para o processamento manual, como se verifica na TAB. 3, este comportamento não é verificado, isso é logo percebido quando se observa que as densidades do primeiro dia de experimento não foram as mais elevadas, sendo as maiores densidades aquelas obtidas no 3º, 5º e 8º dia de experimento. Esta elevação nos valores das densidades nesses dias, em relação ao dia 1, quando foram preparados os líquidos de processamento, pode ter ocorrido devido a um aumento na atividade da solução após sua total homogeneização. Provavelmente, no dia do seu preparo, as soluções para o processamento manual ainda não haviam realizado todas as reações químicas, fato este que não ocorre no processamento automático, visto que os rolos da processadora mantêm os líquidos em constante movimento, acelerando a homogeneização dos químicos. Apenas na última semana de experimento o comportamento dos dois tipos de processamento,

manual e automático, se assemelha, ou seja, os valores de densidade reduzem à medida que o líquido degrada.

Nas TAB. 4 e 5 verifica-se que as radiografias obtidas com o filme Ektaspeed Plus apresentaram menores densidades que as obtidas com o filme Insight quando se utiliza o mesmo tempo de exposição, tanto quando processadas manual quanto automaticamente, como demonstram os GRAF. 10 e 11. Estes resultados sugerem uma maior sensibilidade do Filme Insight, concordando assim com GEIST *et al.* (2000), YAMAKI *et al.* (2000), GEIST & BRAND *et al.* (2001), PRICE (2001), SYRIOPOULOS *et al.* (2001), LUDLOW *et al.* (2001), e SHEAFFER *et al.* (2002).

Observando a TAB. 4, onde se compara os ensaios do filme Insight com o grupo controle, processados automaticamente, nota-se que o grupo F com 20% de redução do tempo de exposição apresentou comportamento mais semelhante ao grupo controle (Filme E), nas duas primeiras semanas de experimento. Nas últimas semanas, com exceção do Grupo F-50 que se apresentou semelhante ao grupo controle, todos os grupos que utilizaram o filme Insight apresentaram densidades maiores que o grupo do Ektaspeed Plus. Tal fato vem fortalecer a possibilidade do filme Insight ser mais sensível que o filme Ektaspeed Plus e menos susceptível à degradação das soluções de processamento. Assim, pode-se sugerir a utilização do filme Insight com 20% de redução da dose de radiação em relação ao Ektaspeed Plus, concordando com SYRIOPOULOS *et al.* (2001) e NAIR & NAIR (2001). No entanto, alguns autores

como GEIST *et al.* (2000), GEIST & BRAND (2001) e LUDLOW *et al.* (2001) sugerem uma redução da dose para o Insight ainda maior, de 20 a 25% em relação ao Ektaspeed Plus.

No processamento manual, como está demonstrado na TAB. 5, o grupo F com 20% de redução da dose de radiação usada no grupo controle foi o que mais se assemelhou com o grupo do filme E, até o 19º dia de experimento. Diante deste fato, podemos afirmar que, mesmo quando processado manualmente, o filme Insight pode ser utilizado com um tempo de exposição menor que o Ektaspeed Plus, concordando com EINBENDER *et al.* (2000), que afirmou que os resultados obtidos com processamento manual e automático são equivalentes, desde que ambos sejam executados corretamente. Nossos resultados discordam do fabricante do filme Insight, já que estes afirmam que este filme, quando processado manualmente, não possibilita uma redução na dose de radiação. Além disso, revendo a literatura, pudemos verificar que os autores cujos estudos foram realizados com o filme Insight não levaram em consideração a possibilidade de se reduzir a dose de radiação aplicada ao Insight, se este for processado manualmente. Em nossa pesquisa, nos últimos dias de experimento, semelhante ao processamento automático, os grupos do filme F, onde foram utilizados menores tempos de exposição em relação ao tempo padrão, foram mais semelhantes ao grupo controle, enquanto os demais grupos apresentaram densidades maiores, o que sugere que, mesmo quando processado manualmente,

o filme Insight é menos susceptível à degradação das soluções que o filme Ektaspeed Plus.

Como se observa na TAB. 6, no primeiro dia com o líquido novo, os valores médios de DBV foram de 0.15 tanto para o Ektaspeed Plus quanto para o Insight, no processamento manual, e de 0.31 e 0.34, respectivamente, no processamento automático. Tais valores diferem dos obtidos por PRICE (2001), onde os valores de DBV foram 0.20 e 0.21 para Ektaspeed Plus e Insight, respectivamente, quando processados automaticamente, e também dos valores obtidos por SYRIOPOULOS *et al.* (2001), que determinou os valores de DBV, para o Insight de 0.24, no processamento manual e 0.25, no automático, e para o Ektaspeed Plus, 0.23 e 0.26, respectivamente. Nossos resultados, porém, concordam com SYRIOPOULOS *et al.* (2001) no que diz respeito ao fato de que a DBV se apresenta maior quando o filme é processado automaticamente, com líquidos de processamento novos. Todavia, tanto os nossos resultados quanto os apresentados pelos outros autores estão dentro da faixa de DBV considerada satisfatória pela ISO 3665 (DBV até 0.35 para filmes de sensibilidade E ou F).

6.2 – Análise subjetiva

A avaliação subjetiva foi realizada com o intuito de registrar o grau de aceitação dos avaliadores às radiografias feitas com o simulador, correlacionando os conceitos por eles emitidos com as alterações de densidade ocorridas durante

o experimento devido à degradação das soluções e pelas alterações do tempo de exposição.

Utilizamos uma classificação bem simples a fim de determinar unicamente se a radiografia estava boa, regular ou inaceitável para o diagnóstico, levando em consideração o aspecto geral da radiografia, seu contraste e densidade. Para isso foram selecionados cinco radiologistas experientes que realizaram a avaliação das películas radiográficas.

Ao avaliarmos a TAB. 7, observamos que nossos resultados demonstraram que não houve diferença na qualidade da imagem entre os filmes Ektaspeed Plus e Insight, o que se aproxima dos resultados encontrados por LUDLOW *et al.* (2001), NAIR & NAIR (2001) e SHEAFFER *et al.* (2002), porém no trabalho de SYRIOPOULOS *et al.* (2001), os autores afirmaram que os avaliadores demonstraram preferência pelas radiografias obtidas com o filme Ektaspeed Plus, fato este que não foi observado em nossos resultados.

6.3 – Correlação entre as análises densitométrica e subjetiva

De acordo com a TAB. 8, no processamento manual as radiografias receberam escore máximo até o 19º dia de experimento, com exceção do grupo F-50 que obteve escore regular já no oitavo dia. A partir do 22º dia de experimento, as radiografias passaram a ser classificadas como regular, coincidindo com a queda brusca nos valores das densidades das radiografias,

verificada na análise densitométrica (TAB. 1). Além disso, a maioria das radiografias foi considerada inaceitável para diagnóstico no último dia de experimento, quando as densidades apresentaram uma redução de cerca de 55%, em relação ao primeiro dia da pesquisa, fato observado na TAB. 1. Nossos resultados se assemelham aos obtidos por SYRIOPOULOS *et al.* (1999) que afirmaram que as radiografias cujas propriedades apresentam um declínio maior que 50% devem ser consideradas clinicamente inaceitáveis. Todavia, PISTÓIA (2000) afirmou que em seu estudo, os avaliadores só consideram as radiografias inaceitáveis para diagnóstico quando estas apresentaram uma redução aproximada de 78% da densidade inicial.

Para o processamento automático, como demonstra a TAB. 9, todas as radiografias receberam escore máximo entre os dias 5 e 15 do experimento. As radiografias (Tipo F) expostas com tempos menores em relação ao grupo controle, até uma redução de 15% da dose de radiação, foram consideradas regulares nos primeiros dias de experimento por apresentarem uma densidade muito elevada. Já as radiografias submetidas a menores tempos de exposição (F-20, F-30, F-40 e F-50) receberam escore máximo, equiparando-se com o grupo controle. Os resultados sugerem que o filme Insight é mais sensível que o filme E. Observa-se que quando ambos são expostos a tempos similares tornam-se subjetivamente diferentes, onde o Insight demonstra densidades mais altas que o Ektaspeed Plus. Estes filmes passam a ser classificados de maneira igual a partir do momento que

se aplica ao Insight a redução do tempo recomendada para um filme de sensibilidade F.

Ainda analisando a TAB. 9 percebe-se que a partir do 17º dia de experimento praticamente todas as radiografias, com exceção do grupo F e F-5, foram consideradas regulares, o que coincide com a diminuição de cerca de 50% nos valores das densidades das radiografias, em relação ao primeiro dia, verificada na avaliação densitométrica (TAB. 1). Já a partir do 22º dia de experimento todas as radiografias de todos os grupos estudados, com exceção do grupo F, foram consideradas inaceitáveis para diagnóstico, quando suas densidades apresentavam uma queda aproximada de 68% do valor inicial (TAB. 1).

É interessante observar a correlação positiva existente entre as análises densitométrica e subjetiva tanto para o processamento manual quanto para o processamento automático, neste estudo, visto que os escores registrados pelos avaliadores acompanharam as variações dos valores de densidade registrados na análise densitométrica, concordância essa também encontrada por TAMBURUS & LAVRADOR (1997) que observaram em seu estudo grande correlação entre as análises objetiva e subjetiva. No entanto, PISTÓIA (2000) encontrou resultado totalmente oposto, onde a análise subjetiva foi pouco sensível quando comparada com a avaliação densitométrica.

6.4 – Análise das curvas características

A fim de evitar danos ao resultado radiográfico, é de extrema importância a monitorização da atividade das soluções processadoras, visto que o uso de soluções degradadas proporciona radiografias com qualidade insuficiente para diagnóstico.

Com o objetivo de comparar os comportamentos das propriedades sensitométricas dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, frente à degradação dos líquidos, foram construídas curvas características a partir de dados coletados no primeiro dia do experimento e subsequente ao fim da primeira (5º dia), segunda (12º dia), terceira (19º dia) e quarta (26º dia) semana de experimento, para ambos os tipos de processamento. Estas curvas foram construídas duas a duas, sendo sempre uma de cada filme, processados no mesmo dia e pelo mesmo método, para melhor compreensão do leitor.

Avaliando o comportamento dos filmes Ektaspeed Plus e Insight, processados manual e automaticamente em líquidos progressivamente degradados (FIG. 44 a 47), percebe-se que os filmes apresentam comportamentos bem semelhantes em relação à resposta frente à degradação dos líquidos de processamento quando processados pelo mesmo método. Observa-se que a degradação dos líquidos de processamento modificam o traçado característico da curva, deixando-o mais retificado. É interessante verificar que no processamento manual tal alteração é visualizada apenas no fim da última semana de experimento (FIG. 46 e 47), nos dois filmes estudados, enquanto que no

processamento automático essa alteração já pode ser percebida a partir do fim da terceira semana e, conseqüentemente, também ao fim da quarta semana (FIG. 44 e 45). Isto indica que a degradação acontece de forma mais rápida no processamento automático do que no manual, confirmando os achados da análise densitométrica (TAB. 1).

Em relação ao contraste, a TAB. 10 demonstra que com os líquidos de processamento novos, os maiores valores de contraste se apresentam no método automático, no entanto a partir do final da segunda semana até o fim do experimento esta situação se inverte, sendo os valores de contraste para o processamento manual mais altos que para o processamento automático. FLETCHER (1987) e SYRIOPOULOS *et al.* (2001) afirmaram que os valores de contraste para o processamento manual são mais altos que para o processamento automático.

Ainda em relação ao contraste radiográfico (TAB. 10), o filme Ektaspeed Plus apresentou valores de 1.62 para o processamento manual e 1.8 para o automático, e o Insight, 1.75 e 1.98, respectivamente, estando estes valores próximos à média de contraste de 1.8 apontada pela ISO 5799 como contraste ideal. Nossos resultados apresentam valores bastante semelhantes aos encontrados por GEIST & BRAND (2001), LUDLOW *et al.* (2001) e SYRIOPOULOS *et al.* (2001).

Pode-se observar ainda que, em geral, o filme Insight apresentou valores mais elevados de contraste que o Ektaspeed Plus (TAB. 10). LUDLOW *et*

al. (2001) também encontraram valores de contraste mais altos para o filme Insight que para o Ektaspeed Plus. GEIST & BRAND (2001) e SYRIOPOULOS *et al.* (2001), todavia, encontraram valores de contraste semelhantes para os filmes Ektaspeed Plus e Insight, quando processados em líquidos novos.

Ainda na TAB. 10 verifica-se uma certa estabilidade nos valores de contraste no 5º dia (fim da primeira semana) em ambos os processamentos, situação que se estende até o fim da terceira semana para o Ektaspeed Plus no processamento manual. Esta situação também foi vista por LUDLOW *et al.* (2001) que afirmaram que os contrastes dos filmes permanecem estáveis ainda após cinco dias de uso das soluções processadoras.

É indiscutível que o contraste apresenta uma redução em seus valores à medida que vai havendo degradação dos líquidos. Autores como SPOSTO *et al.* (1983), RIBEIRO & TAVANO (1993), THUNTHY & WEINBERG (1995), SYRIOPOULOS *et al.* (1999) e PISTÓIA (2000) também apresentaram em seus resultados que a degradação dos líquidos leva a uma redução do contraste, todavia, GEIST & BRAND (2001) afirmaram que, em alguns casos, há um certo aumento do contraste quando o filme é processado em líquido degradado, o que também foi encontrado em nossos resultados, quando na TAB. 10 percebe-se no processamento manual pequenas elevações de contraste ao fim da segunda semana para o Ektaspeed Plus e ao fim da terceira semana para o Insight.

Pode-se notar, ainda na TAB. 10, que o Insight apresentou ao fim da quarta semana uma maior redução do contraste quando comparado ao Ektaspeed

Plus. No processamento manual, o Ektaspeed Plus apresentou uma redução de 11% do seu valor inicial de contraste e o Insight de 25%, e no processamento automático, estas reduções foram na ordem de 53% e 59%, respectivamente. Desta forma, nossos resultados discordam dos apresentados por SYRIOPOULOS *et al.* (2001), visto que os autores afirmaram que as condições de processamento afetam mais o contraste do Ektaspeed Plus que o do Insight, em ambos os processamentos.

Avaliando a latitude dos filmes estudados, na TAB. 11, percebe-se um comportamento bem semelhante para ambos os filmes nos dois tipos de processamento, onde verifica-se que a degradação dos líquidos promove em geral um aumento da latitude, assim como foi demonstrado por SPOSTO *et al.* (1983), RIBEIRO *et al.* (1994) e THUNTHY & WEINBERG (1995).

Pode-se ainda verificar que o Ektaspeed Plus sempre apresenta valores menores de latitude que o Insight no processamento manual, enquanto que no processamento automático os filmes apresentam comportamentos bastante semelhantes. Todavia, percebe-se que o Ektaspeed Plus é mais susceptível à degradação no que diz respeito à latitude que o Insight.

Conforme demonstram os resultados da TAB. 12, e as FIG. 34 a 43, o Insight é sem dúvida um filme mais sensível que o Ektaspeed Plus, o que também foi afirmado por GEIST *et al.* (2000), YAMAKI *et al.* (2000), GEIST & BRAND *et al.* (2001), PRICE (2001), SYRIOPOULOS *et al.* (2001), LUDLOW *et al.* (2001), e SHEAFFER *et al.* (2002).

Como se pode ver na TAB. 12 a degradação dos líquidos de processamento leva a uma redução da sensibilidade dos filmes, situação esta também encontrada nos trabalhos de SPOSTO *et al.* (1983), RIBEIRO *et al.* (1994), THUNTHY & WEINBERG (1995) e GEIST & BRAND (2001). Todavia, RIBEIRO & TAVANO (1993) afirmaram que a sensibilidade aumenta com a degradação dos líquidos de processamento.

Ainda avaliando a TAB. 12, percebe-se uma maior estabilidade do filme Insight em relação ao Ektaspeed Plus quando processado automaticamente, frente à degradação dos líquidos em relação à sensibilidade. Visto que à medida que o líquido vai degradando o filme Ektaspeed Plus vai necessitando, proporcionalmente aos seus valores iniciais, de mais tempo de exposição para conseguir o valor de densidade 1.00 acima da DBV do que o Insight. GEIST & BRAND (2001) também afirmaram ser o Insight menos susceptível à degradação que o Ektaspeed Plus em relação à sensibilidade, no entanto SYRIOPOULOS *et al.* (2001) encontraram em seus resultados que o Ektaspeed Plus é mais estável quanto à sensibilidade que o Insight frente à degradação dos líquidos de processamento.

Conclusões

7. CONCLUSÕES

Os resultados dos testes com os filmes Insight e Ektaspeed Plus realizados de acordo com a metodologia descrita, permitiram concluir que:

- ✓ O Filme Insight é mais sensível e menos susceptível à degradação dos líquidos de processamento que o Ektaspeed Plus, tanto quando processado manual quanto automaticamente, podendo ser utilizado com uma redução de 20% da dose de radiação aplicada ao Ektaspeed Plus;

- ✓ No processamento manual a degradação dos líquidos ocorre de forma mais lenta que no processamento automático;

- ✓ Nos processamentos automático e manual os líquidos devem ser substituídos quando as radiografias apresentarem uma redução de 50% em relação às suas densidades iniciais, visto que a partir daí as radiografias passam a ser consideradas clinicamente inaceitáveis;

- ✓ A avaliação subjetiva mostrou grande correlação com a avaliação densitométrica;

- ✓ O filme Insight apresentou, em geral, maiores valores de contraste do que o Ektaspeed Plus;

✓ A degradação dos líquidos de processamento leva a uma redução de contraste e sensibilidade e aumento da latitude dos filmes radiográficos.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ALVARES, A.L.G.; ALVARES, L.C.; TAVANO, O. Estudo comparativo entre os filmes radiográficos dentais Agfa-Gevaert, Kodak Ultra-speed e Kodak Ektaspeed, processados na solução Kodak. **Estomatol Cult**, Bauru, v.16, n.1, p.8-13, 1986.
2. AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION. **American standard method for the sensitometric of medical X-ray films**: PH 2.9 – 1964. New York, 1964. p.6-10.
3. CONOVER, G.L.; HILDEBOLT, C.F.; ANTHONY, D. Objective and subjective evaluations of Kodak Ektaspeed Plus dental X-ray Film. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.79, n.2, p.246-250, 1995.
4. DEZOTTI, M.S.G. **Avaliação da densidade ótica e das densidades radiográficas, utilizando filmes radiográficos Agfa Dentus M2 “Comfort” processados em três soluções de processamento em diferentes temperaturas**. Bauru, 2000. 142p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
5. EASTMAN KODAK COMPANY. **Sensitometric properties of x-ray films**. Rochester, 1974. p.3-18.
6. EINBENDER, H. *et al.* Effect of improper automatic processing on radiographic images. *In*: AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND

* Baseada na NBR-6023 de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

MAXILLOFACIAL RADIOLOGY, 51., 2000, Nashville. **Annual Session...**
Nashville: AAOMR, 2000. p.40.

7. FARMAN, T.T.; FARMAN, A.G. Evaluation of a new F speed dental X-ray film. The effect of processing solutions and a comparison with D and E speed films. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.29, n.1, p.41-45, Jan. 2000.
8. FLETCHER, J.C. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films using manual and automatic processing solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.63, n.1, p.94-102, Jan. 1987.
9. FROMMER, H.H.; JAIN, R.K. A comparative clinical study of group D and E dental film. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.63, n.6, p.738-742, June 1987.
10. GEIST, J.R.; BRAND, J.W. Sensitometric comparison of speed group E and F dental radiographic films. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.30, n.3, p.147-152, May 2001.
11. GEIST, J.R.; BRAND, J.W.; PINK, F.E. Sensitometric evaluation of Eastman Kodak speed group E and F radiographic films *In*: AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY, 51., 2000, Nashville. **Annual Session...** Nashville: AAOMR, 2000. p.36.
12. GHILARDI NETTO, T. *et al.* Características sensitométricas de filmes utilizados em radiologia odontológica. **Odontol Mod**, São Paulo, v.15, n.2, p.6-12, mar. 1988.
13. HAITER, C. **Estudo da liga de alumínio-zinco como filtração alternativa para a radiação X.** Piracicaba, 2000. Dissertação (Mestrado em Radiologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

14. HASHIMOTO, K.; THUNTHY, K.H.; 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**, Saint Louis, v.71, n.1, p.120-124, Jan. 1991.
15. HUNT, D. In the dark about those x-ray processors? **Dent Econ**, Tulsa, v. 71, n.9, p.45-48, Sept. 1981.
16. HURTER, F.; DRIFFIELD, V.C. Photo-chemical investigation and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates. **J Soc Chem Ind**, London, v.9, p.455-496, May 1890.
17. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International Standard ISO 3665. **Photography – Intraoral dental radiographic film – Specification**. 2nd ed. Geneva: ISO, 1996. *Apud* SYRIOPOULOS, K. *et al. Op. cit.* Ref. 41.
18. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International Standard ISO 5799. **International standard for photography – direct exposing medical and dental radiographic film/process systems. Determination of ISO speed and ISO average gradient**. 2nd ed. Geneva: ISO, 1991. *Apud* LUDLOW, J.B.; PLATIN, E.; MOL, A. *Op. cit.* Ref. 24.
19. KAFFE, I.; LITTNER, M.M.; KUSPET, M.E. Densitometric evaluation of intraoral X rays films: Ektaspeed versus Ultra-speed. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.57, n.3, p.338-342, Mar. 1984.
20. KIRCOS, L.T.; STANINEC, M.; CHOU, L. Comparative evaluation of the sensitometric properties of screen-film systems and conventional dental receptors for intraoral radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint

Louis, v.68, n.6, p.787-792, Dec. 1989. *Apud* GEIST, J.R.; BRAND, J.W. *Op. cit.* Ref. 11.

21. KITAGAWA, H. *et al* Objective and subjective assessments of Kodak Ektaspeed Plus new dental X-ray film: a comparison with other conventional X-ray films. **Bull Tokyo Dent Coll**, Tokyo, v.36, n.2, p.61-67, May 1995.
22. LUDLOW, J.B.; PLATIN, E. Densitometric comparisons of Ultra-speed, Ektaspeed, Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.79, n.1, p.105-113, Jan. 1995.
23. LUDLOW, J.B.; ABREU JR.; M., MOL, A. Performance of a new F-speed film for caries detection. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.30, n.2, p.110-113, Mar. 2001.
24. LUDLOW, J.B.; PLATIN, E.; MOL, A. Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.91, n.1, p.120-129, Jan. 2001.
25. LUDLOW, J.B. *et al*. The efficacy of caries detection using three intraoral films under different processing solutions. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.128, n.10, p.1401-1408, Oct. 1997.
26. MAURIELLO, S.M.; WASHBURN, D.B.; MATTESON, S.R. Effects of rare-earth filters on patient exposure and image contrast. **J Dent Res**, Washington, v.66, n.8, p.1326-1330, Aug. 1987.
27. NAIR, M.K.; NAIR, U.P. An in-vitro evaluation of Kodak Insight and Ektaspeed Plus Film with a CMOS Detector for natural proximal caries: ROC analysis. **Caries Res**, Basel, v.35, n.5, p.354-359, Sept./Oct. 2001.

28. PESTRITTO, S.T.; ANDERSON, S.J.; BRASELTON, J.A. Comparison of diagnostic quality of dental radiographics produced by five rapid processing techniques. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.89, n.2, p.353-355, Aug. 1974.
29. PISTOIA, GD **Avaliação densitométrica e subjetiva do efeito da degradação de diferentes soluções de processamento sobre os filmes Kodak Ektaspeed Pls, Ultra-speed e Agfa Dentus M2 Confort, utilizando caixas de processamento**. Piracicaba, 2000. Tese (Doutorado em Radiologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
30. PRICE, C. A method of determining the sensitometric properties of emulsions and processing techniques used in dental radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.50, n.1, p.94-98, July 1980.
31. PRICE, C. Sensitometric evaluation of a new E-speed dental radiographic film. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.24, n.1, p.30-36, Feb. 1995.
32. PRICE, C. Sensitometric evaluation of a new F-speed dental radiographic film. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.30, n.1, p.29-34, Jan. 2001.
33. RIBEIRO, A.; TAVANO O.; IUCIF PEREIRA, P.P. Avaliação do comportamento da solução processadora Hexa, e de sua degradação, através do método sensitométrico. **Rev Fac Odontol Bauru**, Bauru, v.2, n.2, p.68-73, abr./jun. 1994.
34. RIBEIRO, R.F.; TAVANO, O. Avaliação da exaustão da solução reveladora Ray em câmara escura portátil de processamento. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v.7, n.3, p.167-171, jul./set. 1993.

- 35.ROUT, P.G. *et al.* A comparison of manual and automatic processing in general dental practice. **Br Dent J**, London, v.181, n.3, p.99-101, Aug. 1996.
- 36.SHEAFFER, J.C. *et al.* A comparison of D-, E- and F-speed conventional intraoral radiographic films in endodontic measurement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.93, n.3, p.337-340, Mar. 2002.
- 37.SILHA, R.E. Methods for reducing patient exposure combined with kodak Ektaspeed dental X-ray film. **Dent Radiogr Photogr**, Rochester, v.54, n.4, p.80-87, 1981.
- 38.SPOSTO, M.R.; TAVANO, O.; LOPES, E.S. Avaliação do comportamento de dois reveladores (Kodak e Silib) utilizados para filmes radiográficos periapicais, através de estudo sensitométrico. **Estomatol Cult**, Bauru, v.13, n.1, p.61-67, 1983.
- 39.SVENSON, B.; LINDVALL, A.M.; GRÖNDAHL, H.G. A Comparison of a new dental X-ray film, Agfa Gevaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultra-speed dental X-rays films. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills,, v.22, n.1, p.7-12, Feb. 1993.
- 40.SYRIOPOULOS, K. *et al.* Effects of developer exhaustion on the sensitometric properties of four dental films. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v.28, n.2, p.80-88, Mar. 1999.

41. SYRIOPOULOS, K. *et al.* Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.30, n.1, p.40-44, Jan. 2001.
42. SYRIOPOULOS, K. *et al.* Sensitometric evaluation of four dental x-ray films using five processing solutions. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.28, n.2, p.73-79, Mar. 1999.
43. SYRIOPOULOS, K. *et al.* The effect of developer age on the detection of approximal caries using three dental films. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.28, n.4, p.208-213, July 1999.
44. TAMBURUS, J.R.; LAVRADOR, M.A.S. Radiographic contrast. A comparative study of three dental X-ray films. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v.26, n.4, p.201-205, July 2001.
45. TAVANO, O. Filmes e métodos de processamento radiográfico. In: FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia odontológica**. 5.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2000. p.35-53.
46. THUNTHY, K.H.; IRELAND, E.J. A comparison of the visibility of caries on Kodak F-speed (Insight) and D-speed (Ultra-speed) films. **LDA J**, Shreveport, v.60, n.2, p.31-32, Summer 2001.
47. THUNTHY, K.H.; WEINBERG, R. Comparison of films processed in automatic and manual processors. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.50, n.5, p.479-483, Nov. 1980.
48. THUNTHY, K.H.; WEINBERG, R. Effects of developer exhaustion on Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed, and Ultra-speed dental films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.79, n.1, p.117-121, Jan. 1995.

49. THUNTHY, K.H.; WEINBERG, R. Sensitometric and image analysis of T-grain film. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.62, n.2, p.218-220, Aug. 1986.
50. THUNTHY, K.H.; WEINBERG, R. Sensitometric comparison of dental films of groups D and E. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.54, n.2, p.250-252, Aug. 1982.
51. THUNTHY, K.H.; WEINBERG, R. Sensitometric comparison of Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed and Ultraspeed dental films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.79, n.1, p.114-116, Jan. 1995.
52. TJELMELAND, E.M. *et al.* A perceptibility curve comparison of Ultraspeed and Ektaspeed Plus films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.85, n.4, p.485-488, Apr. 1998.
53. WHITE, S.C.; PHAROAH, M.J. **Oral radiology, principles and interpretation**. 4thed. St Louis: Mosby, 2000. p.68-82.
54. YAMAKI, N. *et al.* Dose reduction using class F film. *In*: AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY, 51., 2000, Nashville. **Annual Session...** Nashville: AAOMR, 2000. p.38.