

Evângelo Tadeu Terra Ferreira

**ESTUDO COMPARATIVO POR MEIO DE UM PROGRAMA
COMPUTADORIZADO, DE FILMES RADIOGRÁFICOS SUBMETIDOS A
DIFERENTES PROCESSAMENTOS AUTOMÁTICOS**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para concurso de Habilitação à Livre-Docência, junto ao Departamento de Estomatologia, com base na disciplina de Radiologia Odontológica.

São Paulo

2005

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Ferreira, Evângelo Tadeu Terra

Estudo comparativo por meio de um programa computadorizado, de filmes radiográficos submetidos a diferentes processamentos automáticos / Evângelo Tadeu Terra Ferreira – São Paulo, 2005.

102p. : fig., graf., tab., 30 cm.

Tese (Livre-Docência na Disciplina de Radiologia Odontológica – Departamento de Estomatologia) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

1. Filme radiográfico (odontologia) – Propriedades – Estudo comparativo 2. Radiologia odontológica

CDD 616.0757
BLACK D622

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE E COMUNICADO AO AUTOR A REFERÊNCIA DA CITAÇÃO.

São Paulo, ____/ ____/ 2005.

Assinatura:

e-mail: ettferre@usp.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ferreira ETT. Estudo comparativo por meio de um programa computadorizado, de filmes radiográficos submetidos a diferentes processamentos automáticos [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

São Paulo, ____/____/2005.

Banca Examinadora

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

A minha dissertação de mestrado eu dediquei aos meus pais; o meu trabalho de doutorado eu dediquei aos meus filhos para que a eles servisse de exemplo para sempre continuarem estudando, como sem modéstia eu sempre fiz, embora alguns exemplos que a sociedade nos apresenta diariamente algumas vezes não confirmem esta necessidade.

Continuo desejando que as minhas três filhas: **Deborah, Adriana e Renata** e o meu filho **Eduardo**, sigam estudando até o término de um curso superior e daí para frente escolham uma pós-graduação para a vida profissional ou para uma vida acadêmica tão ou mais ativa do que foi a minha.

Porém agora, eu dedico este pequeno trabalho à minha esposa e companheira **Denise**.

A mice, quae sieri cu I
M onumentum hoc dicatu R
O culos seu figas Coel O
R emittas seu in terra M
I nvenies ibi occult A

"Amigo, se perguntares a quem é erigido este monumento, quer levantes os olhos para o Céu, quer os ponha na terra, aí encontrarás oculto. É ao amor".

(Ministro Edmundo Pereira Lins, 1863-1944, 9º Presidente do STF - Supremo Tribunal Federal de 1931 a 1937)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **JEFFERSON XAVIER DE OLIVEIRA**, colega de turma, afilhado de casamento, compadre, colega de várias empreitadas e sobretudo amigo em também outras inúmeras situações, agradeço as sugestões.

Agradeço ao Prof. Dr. **CLÁUDIO COSTA**, pelo inestimável auxílio na confecção desta tese, e pelo convívio de amizade e de confiança que sempre tivemos em todos estes anos.

Ao Prof. Titular **ORIVALDO TAVANO**, pelas sugestões e auxílio no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. Titular **JURANDYR PANELLA**, professor responsável pelas disciplinas de Radiologia I e II, e Chefe do Departamento de Estomatologia, pelo apoio oferecido em todos estes anos em que trabalhamos juntos.

Ao Prof. Titular **OSVALDO JOSÉ VAROLI** (*in memoriam*), de quem todos nós não conseguimos esquecer.

Ao colega Prof. **ROBERTO SAADE**, pelo convívio de amizade há vários anos e pela ajuda que me prestou na trabalhosa preparação deste concurso de livre-docência.

Ao Prof. Titular **EDMIR MATSON**, a quem devo a minha orientação da dissertação de *Mestrado* e da tese de *Doutorado*.

À **ADRIANA SOARES DE OLIVEIRA**, C.D., agradeço o convívio e a colaboração que me cedeu para confecção desta minha pesquisa.

Ao Sr. **ÂNGELO A. ALVES CORRÊA DA CRUZ**, Chefe do Serviço de Biblioteca do Conjunto das Químicas da Universidade de São Paulo, pela sua ajuda nas pesquisas iniciais de minha tese.

Ao colega **RUBENS WILL GRAZIANO**, C.D. e sua esposa Profa. Dra. **KAZUKO UCHIKAWA GRAZIANO**, pela amizade de mais de trinta anos e suas valiosas sugestões nas pesquisas iniciais de minha tese.

À secretária da disciplina de Radiologia da FOU SP, Sra. **MARIA CECÍLIA FORTE MUNIZ**, pela grande ajuda que prestou em diversas ocasiões e às funcionárias da disciplina de Radiologia: *Janete dos Passos Santana* e *Sandra Aparecida Maria*.

Aos demais colegas docentes da disciplina de Radiologia do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Agradeço à maioria dos colegas professores e aos alunos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e das outras Instituições Privadas nas quais já trabalhei e outras nas quais ainda trabalho, com os quais eu pude conviver a minha vida docente até hoje, e com os quais sempre aprendi algo mais.

Ferreira ETT. Estudo comparativo por meio de um programa computadorizado, de filmes radiográficos submetidos a diferentes processamentos automáticos. [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

RESUMO

Objetivos: Comparar as propriedades de quatro filmes radiográficos odontológicos: Ultra-speed, D, E e Insight (Eastman Kodak Company, Rochester, E.U.A.), submetidos a três diferentes condições de processamento. **Métodos:** Leituras de intensidades de cinza realizadas no programa Adobe PhotoShop 6.0 (Adobe Systems Incorporated, E.U.A.) forneceram dados para construção de gráficos e curvas para os quatro filmes radiográficos utilizando-se três condições diferentes de processamento e a mesma solução processadora (Kodak-Readymatic). Todos os filmes foram processados automaticamente utilizando-se o equipamento AT2000-Plus (Air Techniques, Hicksville, E.U.A.) com velocidade normal e *endospeed* e o equipamento Periomat (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemanha). **Resultados:** Os filmes Insight e E apresentaram os maiores valores indicativos de sensibilidade, já os filmes Ultra-Speed e D apresentaram resultados menores que os dois anteriores porém próximos entre si. As maiores sensibilidade, contraste e densidade base e velamento foram alcançadas utilizando-se o equipamento AT2000-Plus com velocidade normal e os menores valores para as propriedades sensitométricas foram encontrados utilizando-se o equipamento AT2000-Plus com velocidade *endospeed*, em um sub-processamento. **Conclusões:** Para reduzir a dose de radiação para o paciente, para o ambiente, para o operador e seu pessoal auxiliar, recomendamos os filmes Insight e E, pois ambos apresentam características similares utilizando-se a processadora automática Periomat, embora a pesquisa também tenha mostrado que o filme Insight deva ser preferencialmente processado na processadora AT2000-Plus com velocidade normal para alcançar sensibilidade, contraste e densidade base e velamento ideais. O novo filme D pode ser considerado como uma alternativa ao filme Ultra-Speed, sendo no entanto, ambos, menos sensíveis.

Palavras-Chave: Filmes radiográficos; radiografias dentárias; propriedades sensitométricas

Ferreira ETT. Comparative study made by a software of intraoral radiographic films submitted to three different processing conditions. [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

ABSTRACT

Objectives: To attempt to compare the sensitometric properties of four dental films: Ultra-Speed, D-speed, E-speed and Insight (Eastman Kodak Company, Rochester, U.S.A.) in three different processing conditions. **Methods:** Proper curves were constructed for four dental X-ray films using three different automatic processing conditions and the same processing chemical solution (Kodak-ReadyMatic). All the films were automatically processed using AT2000-Plus machine (Air Techniques, Hicksville, U.S.A.) in normal and *endo* speed and Periomat machine (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany). Comparative analysis was performed to evaluate two sensitometric properties (sensitivity and contrast) and base-plus-fog density to each film. **Results:** The D-speed and Ultra-Speed films had presented close results to their sensitivities. The Insight and E-speed films had showed higher values to sensitivity and contrast than those previous two. The highest film sensitivity, contrast and base-plus-fog density were achieved using AT2000-Plus in normal speed and lowest values to sensitometric properties were found using AT2000-Plus in *endo* speed, by sub-processing. **Conclusions:** The new D-speed film may be considered an alternative to Ultra-Speed. To reduce de radiation dose to the patient, could be recommended form use: Insight and E-speed films. Both of them present similar characteristics using the Periomat automatic machine, however the Insight film must be processed using AT2000-Plus machine in normal speed to achieve optimal sensitivity, contrast and base-plus-fog density.

Keywords: X-ray film; dental radiography; densitometric properties

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 4.1 - Filmes radiográficos Kodak® utilizados no experimento	43
Figura 4.2 - Soluções químicas Kodak-Readymatic®, utilizadas no processamento	44
Figura 4.3 - Aparelho Rotograph-Plus®	45
Figura 4.4 - Suporte confeccionado em cortiça, com os filmes posicionados para a exposição	46
Figura 4.5 - Processadoras automáticas utilizadas no experimento, A – AT2000-Plus® e B – Periomat®	47
Figura 4.6 - Programa Adobe-Photoshop-6.0®, utilizado para as leituras dos níveis de cinza dos filmes radiográficos digitalizados	48
Quadro 5.1 - Médias das leituras das Intensidades de Cinza, obtidas no programa Adobe PhotoShop 6.0®, dos filmes Kodak D®, Kodak Ultraspeed®, Kodak E®, e Kodak Insight®, expostos com 0,4 segundo, 0,8 segundo, 1,6 segundo e 3,2 segundos, com as quilovoltagens-pico de 60 e 70, processados nos equipamentos AT2000-Plus® (velocidade normal e endospeed) e Periomat®, escaneados com a resolução de 300 dpi	58
Gráfico 5.1 - Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak D, expostos a 60kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	59
Gráfico 5.2 - Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Ultra-Speed, expostos a 60kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	60
Gráfico 5.3 - Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak E, expostos a 60kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	61

Gráfico 5.4	- Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Insight, expostos a 60kVp e 10mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	62
Gráfico 5.5	- Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak D, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	63
Gráfico 5.6	- Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Ultra-Speed, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	64
Gráfico 5.7	- Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak E, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	65
Gráfico 5.8	- Gráfico que mostra as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Insight, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e <i>endospeed</i>) e na Periomat	66
Gráfico 5.9	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak D, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal	67
Gráfico 5.10	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Ultra-Speed, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal	68
Gráfico 5.11	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak E, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal	69

Gráfico 5.12	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Insight, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal	70
Gráfico 5.13	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak D, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade <i>endospeed</i>	71
Gráfico 5.14	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak UltraSpeed, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade <i>endospeed</i>	72
Gráfico 5.15	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak E, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade <i>endospeed</i>	73
Gráfico 5.16	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Insight, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade <i>endospeed</i>	74
Gráfico 5.17	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak D, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat	75
Gráfico 5.18	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak UltraSpeed, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat	76
Gráfico 5.19	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak E, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat	77
Gráfico 5.20	- Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Insight, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat	78

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A.D.A.	American Dental Association
cm	centímetro
DBV	Densidade Base e Velamento
D.O.	Densidade Óptica
dpi	dots per inch = pontos por polegada
E.U.A.	Estados Unidos da América
kVp	Quilovoltagem-pico
mA	Miliamperagem
mAs	Miliamperagem por segundo
min	minutos
mm	milímetro
<i>nonroller</i>	processadora automática sem uso de roletes
PGQ	Programa de Garantia de Qualidade
<i>roller</i>	processadora automática com uso de roletes
<i>roller-less</i>	processadora automática sem uso de roletes
1:1	relação de um para um
1:3	relação de um para três
USA	United States of América
°C	graus Celsius
°F	graus Fahrenheit
l	litro
R*	Röntgen recíproco
r	correlação
s	segundo
%	porcentagem

SUMÁRIO

	p.
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Filmes radiográficos	14
2.2 Soluções e tipos de processamento	21
2.3 Controle de Qualidade	33
2.4 Imagens digitalizadas	36
3. PROPOSIÇÃO	42
4. MATERIAL E MÉTODOS	43
5. RESULTADOS	58
6. DISCUSSÃO	79
7. CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICES	95

1. INTRODUÇÃO

O exame radiográfico em Odontologia é usado como rotina e correlacionado com a história e o exame clínico constitui-se em notável recurso complementar de exame para auxílio à obtenção do diagnóstico e orientação do tratamento.

A ciência radiológica é uma área do conhecimento que está em constante evolução, e são freqüentes os estudos sobre os efeitos biológicos das radiações ionizantes, e as respectivas medidas de radioproteção relacionadas ao profissional e ao paciente, também sobre o controle de qualidade da imagem e a composição dos materiais utilizados para a obtenção das imagens. A fabricação de novos filmes cada vez mais sensíveis visam diminuir o tempo de exposição e, portanto reduzindo a dose de radiação recebida pelo paciente sem prejuízo na qualidade da imagem radiográfica.

Outros recursos como a utilização de soluções de processamento mais concentradas em temperaturas mais elevadas e o uso de processadoras automáticas, possibilitam a redução no tempo de exposição, também sem a perda da qualidade para a análise das imagens radiográficas.

A radiografia considerada *tecnicamente boa* é aquela que contém um máximo de definição ou detalhe de imagem, um mínimo de distorção e um nível médio de contraste e densidade, e são vários os fatores que influenciam estes resultados na radiografia, tais como o equipamento de raios-X, o tipo de filme e a quantidade de radiação que este necessita para ser corretamente ionizado, as soluções químicas empregadas e os métodos de processamento utilizados.

O filme radiográfico é o grande responsável pela redução da dose de radiação recebida pelo paciente durante os exames, pois utilizando-se filmes mais sensíveis, o profissional reduz o tempo de exposição e a quantidade de radiação produzida pelo aparelho, e proporcionalmente diminuindo os efeitos biológicos nocivos ao paciente e a si próprio.

Com diversas pesquisas e estudos, vários filmes têm sido sistematicamente introduzidos no mercado sempre com esta preocupação de seus fabricantes em torna-los mais sensíveis, mais rápidos e sempre sem perda da qualidade da imagem, além outras tantas inovações nas soluções de

processamento, a elevação da temperatura dos banhos, a exaustão química das soluções, suas degradações e até o seu descarte no ambiente, o uso de soluções mais enérgicas (concentradas) e a modernização das processadoras automáticas, com vistas a garantir um melhor Controle de Qualidade.

A falta de padronização que é encontrada na exposição e no processamento químico das radiografias é uma prática comum nas faculdades e consultórios, pois os profissionais não trabalham dentro de programas de Controle de Qualidade, e as dificuldades encontradas na obtenção das radiografias e em seus processamentos químicos estão relacionadas com a falta de instalações e de equipamentos adequados, a utilização de um método “visual” de processamento, a negligência de etapas deste processamento e finalmente o desconhecimento de várias características dos materiais empregados são os motivos para que estudos sejam realizados, associando-se diferentes tipos de filmes, de soluções químicas e de métodos de processamento, objetivando este Controle de Qualidade destes materiais e de procedimentos utilizados em Radiologia Odontológica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Filmes radiográficos

Os filmes utilizados em radiologia mostram algumas padronizações em sua fabricação e possuem uma emulsão depositada em ambos os lados de uma base de poliéster. Esta emulsão que tem por finalidade o registro das imagens chamadas radiográficas é composta por uma associação de gelatina e cristais de prata em forma de brometo ou iodeto de prata. O filme após ter sido submetido aos raios-X, registra esta radiação ionizante sob a forma de uma imagem “latente”, que por sua vez se transforma em imagem radiográfica “visível” após a utilização de soluções químicas.

Segundo Platin (2002) logo após a descoberta dos raios-X em 1895, a Kodak[®], lançou no mercado um material do tipo do papel fotográfico, todavia destinado ao registro de imagens radiográficas. A partir da introdução no comércio de filmes radiográficos destinados a Odontologia, sempre se enfatizou a redução da quantidade de radiação necessária para se produzir uma radiografia sem se prejudicar a qualidade da imagem para o diagnóstico; e, quando os primeiros filmes radiográficos foram lançados em 1913, utilizava-se uma exposição de quatro segundos e meio para a região de molares superiores. O primeiro filme odontológico do “tipo moderno” surgiu em 1919, e a emulsão era específica para exposição direta aos raios-X, sendo que a embalagem continha finas folhas de chumbo para reduzir a radiação secundária. No ano de 1925 a Kodak[®] anunciou o novo filme Radia-Tized[®], com granulação menor, maior contraste e duas vezes mais rápido. O filme radiográfico periapical UltraSpeed[®] foi introduzido em 1941 e era duas vezes mais rápido que este seu antecessor. E em 1955 a Kodak[®], relançou o filme UltraSpeed[®], cinco a seis vezes mais rápido que o “novo” Radia-Tized[®], lançado neste mesmo ano.

Nos anos 60 foi criada a embalagem denominada Poly-Soft[®], tornando o filme mais confortável, com a criação da embalagem plástica e a eliminação da embalagem que até então era de papelão e que criava artefatos de imagem produzidos pelos fluidos bucais. O filme Radia-Tized[®] foi descontinuado em 1974

(SILHA, 1981) e foi lançado no comércio o filme Ektaspeed[®] em 1981, que de acordo com Pinho, Tavano e Lopes (1987) era duas vezes mais sensível do que qualquer outro filme do grupo “D” (UltraSpeed[®] e Agfa-Dentus-M2[®]), e segundo Platin (2002) este filme Ektaspeed[®] seria 40% mais rápido do que o filme UltraSpeed[®].

Em 1994 a Kodak[®] lança no mercado o filme Ektaspeed Plus[®], para substituir o Ektaspeed[®] que apresentava um velamento acentuado, menor contraste, irregularidade na granulação e menor latitude tanto de exposição quanto de processamento. Este filme Ektaspeed Plus[®] usa em sua emulsão, uma tecnologia chamada de “T-Mat”, de filmes extrabucais, com grânulos tabulares e diferentes da emulsão anterior. Tecnologia esta que além de melhorar a definição ou o chamado “detalhe” da imagem, aumenta a sensibilidade do filme (TJELMELAND et al., 1998). E em 1997, foi lançado no mercado o Agfa-Dentus-M2-Comfort[®], com semelhantes características ao Ektaspeed Plus[®] em condições ideais de processamento. Tanto o Agfa-Dentus-M2-Comfort[®] quanto o Ektaspeed Plus[®] apresentam sensibilidade “E”, diferindo dos antigos que apresentavam uma sensibilidade entre “D” e “E”. No mês de abril de 2000 a Kodak[®], anunciou um novo filme, o “Insight[®]”, classificado como um filme radiográfico intrabucal do grupo E/F de sensibilidade. Este novo filme requer menor exposição que seus antecessores enquanto mantém a mesma qualidade de imagem para o diagnóstico, de acordo com o seu fabricante, e sua emulsão também apresenta a tecnologia T-Mat, de grânulos tabulares, a mesma utilizada nos filmes Ektaspeed Plus[®] (LUDLOW; PLATIN; MOL, 2001).

Os filmes mais sensíveis necessitam de menor quantidade de radiação para produzirem boas imagens para o diagnóstico e por isto representam o mais eficiente fator na redução da dose de radiação recebida pelo paciente durante o exame radiográfico. Porém este ganho na sensibilidade pode traduzir-se na perda da definição ou detalhe da imagem, pois o tamanho dos cristais de prata da emulsão radiográfica é um dos fatores determinantes da maior ou menor sensibilidade ou velocidade dos filmes. Deste modo, quando os cristais de halogeneto de prata da emulsão são maiores, aumenta-se também a área de sensibilização do filme, causando perda da definição da imagem. Atualmente encontra-se no mercado filmes com sensibilidade dentro dos grupos: D, E e F. A sensibilidade dos filmes radiográficos é expressa em *Röntgen recíproco* (R*),

desta maneira, filmes do grupo D necessitam de 14 a 28 R*, filmes do grupo E, 28 a 56 R* e do grupo F, 56 a 112 R* de exposição para alcançar a densidade específica a cada grupo (LUDLOW; PLATIN; HILL, 1995; LUDLOW; ABREU JR.; MOL, 2001).

Um estudo de Kaffe, Littner e Kuspet (1984) comparando os filmes UltraSpeed® e Ektaspeed®, dos grupos de sensibilidade D e E, respectivamente, concluiu que a densidade base e velamento (DBV) para os dois filmes foi similar e a resolução e o contraste tiveram comportamentos idênticos, além de que não houve deterioração da imagem com a redução em 50% do tempo de exposição quando o filme Ektaspeed® foi utilizado, sendo este filme recomendado para radiografias de rotina.

Álvares, Álvares e Tavano (1986) efetuaram experimento no qual compararam os filmes radiográficos da Agfa-Gevaert®, e os Kodak®: UltraSpeed® e Ektaspeed®, processados na solução “Kodak pronta para uso”. Os filmes foram expostos em um fantoma e processados de forma padronizada. As imagens obtidas foram analisadas subjetivamente, por profissionais e técnicos especialistas, e objetivamente pela observação das suas propriedades sensiométricas. Concluíram que o filme mais sensível foi o Ektaspeed®, seguido pelos filmes da Agfa-Gevaert® e UltraSpeed® do grupo D. O filme da Agfa-Gevaert® apresentou melhor qualidade de imagem, enquanto o filme Ektaspeed®, não deixava de ter suas vantagens, em função de sua maior sensibilidade.

Sá, Álvares e Tavano (1986) avaliaram o comportamento de filmes radiográficos periapicais “DF-58” quando processados na solução também da marca Kodak® a 20°C, sob diferentes condições de exposição e processamento com o intuito de verificar nesta avaliação até que ponto variações nos tempos de exposição associadas aos tempos de processamento alterariam a qualidade final das radiografias obtidas. E, os resultados mostraram que os filmes radiográficos que receberam os tempos de exposição recomendados pelo fabricante responderam melhor às variações de revelação, pois o fator preponderante no grau de escurecimento do filme é a quantidade de radiação por ele recebida.

Conover, Hildebolt e Anthony (1995a) compararam objetiva e subjetivamente filmes radiográficos intrabucais. Os filmes comparados foram: Ektaspeed Plus®, Agfa-Dentus-M2®, Ideal MX58®, UltraSpeed®, Minimax TRX-S® e Schein DX58®. Foram realizadas medidas objetivas, tais como sensibilidade,

contraste e densidade base e velamento e avaliações subjetivas como facilidade de uso, granulação do filme e aparência geral. O filme Ektaspeed Plus[®] foi o mais sensível, seguido pelos filmes Agfa Dentus M2[®] e UltraSpeed[®]. Os filmes Agfa Dentus M2[®], Schein[®] e Minimax[®] apresentaram baixo contraste enquanto os filmes UltraSpeed[®] e Ideal MX58[®] evidenciaram os mais altos contrastes, seguidos pelo filme Ektaspeed Plus[®].

Conover, Hildebolt e Anthony (1995b) compararam o filme Ektaspeed Plus[®] com os filmes Ektaspeed[®] e UltraSpeed[®]. A comparação foi realizada utilizando-se medidas objetivas (sensibilidade, contraste e densidade base e velamento = DBV) e avaliação subjetiva (granulação do filme e aparência). O filme Ektaspeed Plus[®] apresentou maior contraste que o filme Ektaspeed[®] e foi similar ao filme UltraSpeed[®]. Do ponto de vista da sensibilidade, o filme Ektaspeed Plus[®] apresentou-se superior aos demais. Os filmes foram estocados em vários locais e a densidade base e velamento foi determinada em diferentes dias. Os filmes Ektaspeed Plus[®] e UltraSpeed[®] apresentaram estabilidade de resultados durante este teste e não houve diferença significativa nos valores de densidade base e velamento. O filme Ektaspeed Plus[®] apresentou diminuição na densidade base e velamento enquanto o filme Ektaspeed[®] apresentou aumento. As imagens radiográficas foram obtidas da região de molares por meio de um simulador e as radiografias avaliadas subjetivamente por três observadores. O filme Ektaspeed Plus[®] foi o que apresentou a menor granulação. Com base nas avaliações realizadas, concluíram que o filme Ektaspeed Plus[®] foi superior ao filme Ektaspeed[®] e que este por sua vez, algumas vezes foi superior ou equivalente ao filme UltraSpeed[®].

Em 1995, WAKOH et al. realizaram estudo comparativo das propriedades sensitométricas e da quantidade de informações obtidas a partir de quatro diferentes filmes radiográficos: UltraSpeed[®], Ektaspeed[®], Flow[®] e o Agfa Dentus M2 “Confort”[®]. Os resultados mostraram que o filme Agfa Dentus M2 “Confort”[®] apresentou melhor contraste, sensibilidade intermediária entre os grupos D/E e latitude de exposição maior do que a encontrada no filme UltraSpeed[®] e menor que a verificada no filme Flow[®]. Observaram que os filmes Agfa Dentus M2 “Confort”[®] e Ektaspeed[®] apresentaram nitidez superior aos filmes UltraSpeed[®] e Flow[®].

Ludlow, Platin e Hill (1995) compararam filmes radiográficos UltraSpeed[®], Ektaspeed[®] e Ektaspeed Plus[®] quanto à sensibilidade, latitude de exposição e resolução. Foram confeccionadas curvas características para cada tipo de filme sob condições padronizadas de processamento. O filme Ektaspeed Plus[®] apresentou maior sensibilidade, sendo duas vezes mais rápido do que o filme UltraSpeed[®]. O filme Ektaspeed[®] exibiu uma latitude de exposição relativamente grande, seguido pelos filmes Ektaspeed Plus[®] e UltraSpeed[®]. Concluíram que todos os filmes apresentaram resolução superior a 16 pares de linhas por milímetro.

Price (1995) comparou o filme Ektaspeed Plus[®] com os filmes UltraSpeed[®] e Ektaspeed[®], utilizando para isto a análise da curva característica. O filme Ektaspeed Plus[®] foi duas vezes mais rápido do que o filme UltraSpeed[®]. O contraste encontrado no filme Ektaspeed Plus[®] foi similar ao observado no filme UltraSpeed[®] e maior que o obtido no filme Ektaspeed[®]. Os filmes Ektaspeed Plus[®] e Ektaspeed[®] apresentaram boa resolução, porém ambas as emulsões foram inferiores às do filme UltraSpeed[®]. O autor concluiu que o filme Ektaspeed Plus[®] poderia ser uma alternativa aceitável ao filme UltraSpeed[®].

Para investigar o contraste radiográfico de três filmes radiográficos periapicais (UltraSpeed[®], Ektaspeed[®] e Ektaspeed Plus[®]), Tamburús e Lavrador (1997) radiografaram um penetrômetro de alumínio para avaliação objetiva e uma mandíbula humana seca, para avaliação subjetiva. Para avaliação objetiva, o contraste foi avaliado a partir das medidas de densidade óptica e os resultados analisados por meio de análise estatística. A avaliação subjetiva foi realizada por doze cirurgiões-dentistas com ampla experiência clínica. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes no contraste obtido com os filmes UltraSpeed[®] e Ektaspeed Plus[®], sendo ambos superiores ao que o filme Ektaspeed[®]. A avaliação subjetiva revelou que a maioria dos clínicos preferiu as imagens obtidas nos filmes UltraSpeed[®] e Ektaspeed Plus[®] relacionadas ao melhor contraste.

Syriopoulos et. al. (1999b) avaliaram as propriedades sensiométricas dos filmes Ektaspeed Plus[®], UltraSpeed[®], Agfa Dentus M2 "Confort"[®] antigo e recente, utilizando cinco soluções para processamento. O filme Ektaspeed Plus[®] apresentou a maior densidade base e velamento e o UltraSpeed[®], a mais baixa, independentemente da solução utilizada. O filme Ektaspeed Plus[®] apresentou

sensibilidade mais alta em quatro das cinco soluções utilizadas. O filme Agfa Dentus M2 “Comfort”[®], lançado recentemente, foi mais sensível do que o filme Ektaspeed Plus[®] quando se utilizou a solução para processamento automático da marca Dürr-XR[®]. Todos os filmes processados foram mais sensíveis nas soluções para processamento automático quando comparados com as soluções para processamento manual. O filme Agfa Dentus M2 Comfort[®] recente é um filme de sensibilidade E e pode ser considerado uma alternativa ao filme Ektaspeed Plus[®]. Concluíram que ambos podem ser recomendados para uso na prática odontológica e contribuem para a redução na dose de radiação recebida pelo paciente.

White e Yoon (2000) avaliaram os filmes radiográficos do grupo “E” de sensibilidade (Flow[®] e Ektaspeed Plus[®]) quanto às propriedades sensitométricas (sensibilidade e contraste) e capacidade em detectar cáries proximais. Os filmes foram expostos e processados de acordo com as especificações da American Dental Association (ADA). Foram radiografados 80 pré-molares e molares e as superfícies proximais avaliadas quanto à presença de cáries por 12 dentistas. A presença e profundidade das cáries foram determinadas por exame microscópico do dente após seu seccionamento. Quanto às propriedades sensitométricas, ambos os filmes excederam as especificações da ADA. A sensibilidade para o filme Ektaspeed Plus[®] foi de 50,6 e para o filme Flow[®] foi de 48,3. Os valores de densidade base e velamento foram 0,24 e 0,19, respectivamente. . O contraste do filme Flow[®] foi de 1,88 e do filme Ektaspeed Plus[®] de 1,70, valores bem acima do requerido pela American Dental Association, de 1,5. Não houve diferença estatisticamente significativa na capacidade de detecção de cáries proximais entre os dois filmes, sendo ambos capazes de registrar imagens de qualidade para detecção de cáries proximais.

Ludlow, Abreu Jr. e Mol (2001) compararam três filmes de diferentes grupos de sensibilidade com o objetivo de detecção de cáries proximais. Foram radiografadas as superfícies proximais de 40 dentes posteriores extraídos utilizando-se os filmes Insight[®], Ektaspeed Plus[®] e UltraSpeed[®]. Seis observadores avaliaram as radiografias quanto à presença de cárie. Verificaram que o filme do grupo “F” de sensibilidade apresentou a mesma capacidade de detecção de cáries proximais que os filmes dos grupos “E” e “D” de sensibilidade. Os autores concluíram que o filme Insight[®] é bastante útil na redução da dose de

radiação recebida pelo paciente mantendo a qualidade necessária para interpretação radiográfica.

Em 2001, Nair e Nair compararam a eficácia dos filmes Ektaspeed Plus[®], Insight[®] e de um sensor digital, com relação à detecção de cáries em 92 superfícies proximais de 46 dentes extraídos e não restaurados. Desta amostra, 51 superfícies apresentavam evidência microscópica de cárie, sendo solicitado a oito observadores a avaliação das imagens. Para o filme Ektaspeed Plus[®] utilizou-se tempo de exposição de 0,42 segundos, para o filme Insight, 0,33 segundos e para o sensor digital, 0,16 segundos. As exposições foram padronizadas e a distância foco-filme foi de 40cm. Os filmes foram levados à processadora automática AT-2000[®], utilizando-se soluções químicas Readymatic[®] da Kodak[®]. Os resultados demonstraram que a capacidade de diagnóstico foi de 0,760 para o filme Ektaspeed Plus[®], 0,778 para o filme Insight[®] e 0,732 para o sensor digital, quando comparados com o diagnóstico microscópico, diferenças estas, não estatisticamente significantes. Nenhuma das modalidades de imagens avaliadas neste estudo diferiu na capacidade de diagnóstico de cárie proximal. O filme Insight[®] foi utilizado com dose de radiação 20% menor quando comparado ao filme Ektaspeed Plus[®] e apresentou a mesma capacidade de registro na detecção de cáries proximais.

Para comparar as propriedades sensitométricas do filme Insight[®] com as do filme Ektaspeed Plus[®], Syriopoulos et al. (2001) construíram curvas características para o processamento manual e automático de ambos os filmes. Sete cirurgiões-dentistas compararam a extensão de uma lima endodôntica colocada no canal radicular para determinar a capacidade de diagnóstico dos dois filmes. Para comparar a qualidade de imagem, 100 pares de radiografias interproximais do lado esquerdo (Ektaspeed Plus[®]) e do lado direito (Insight[®]) do mesmo paciente foram realizadas. Quatro cirurgiões-dentistas avaliaram as radiografias e os dados amostrais foram analisados pelo *Coefficiente de Concordância de Kendall*. A densidade base e velamento (DBV) do filme Insight[®] foi 0,24 para o processamento manual e 0,25 para o processamento automático e para o filme Ektaspeed Plus[®] foram 0,23 e 0,26, respectivamente. O filme Insight[®] foi mais sensível do que o filme Ektaspeed Plus[®] e classificado dentro do grupo “E” de sensibilidade quando processado manualmente e no grupo “F”, quando processado automaticamente. O contraste de ambos os filmes foi comparável,

independentemente do processamento utilizado. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na capacidade de interpretação utilizando-se os dois filmes. Do ponto de vista qualitativo, dois dos observadores demonstraram preferências significantes para o filme Ektaspeed Plus[®].

Desta maneira, sempre necessitamos de uma análise periódica dos novos materiais introduzidos no mercado, pois estes se comportam diferentemente de acordo com as condições de exposição e processamento a que são submetidos.

2.2 Soluções e Tipos de Processamento

Existe uma procura incessante por parte dos pesquisadores pelo desenvolvimento de novos materiais e de novas técnicas que reduzam ainda mais o tempo de processamento de filmes radiográficos utilizados em Odontologia, sem a perda da qualidade necessária para interpretação.

Os fabricantes de filmes radiográficos e soluções processadoras sugerem tempos de exposição e revelação, com os quais, admite-se, que o profissional possa obter os melhores resultados. Porém, é comum, encontrarmos profissionais ou alunos de graduação que alterem alguns destes fatores com a inaceitável justificativa de ganho de tempo, e negligenciando desta forma os importantes passos do processamento radiográfico (SÁ; ALVARES; TAVANO, 1986).

Durante o processamento radiográfico, os agentes redutores agem quimicamente sobre o sal de prata sensibilizado provocando a precipitação do metal sob a forma de grânulos na emulsão. A temperatura utilizada para que esta reação ocorra afeta o processo, acelerando-o ou retardando-o, à medida que esta aumenta ou diminui, uma vez que o calor é catalisador de reações químicas (LUDLOW; PLATIN; MOL, 2001).

O processamento de um filme radiográfico envolve um tempo não produtivo em termos de aproveitamento no tratamento dentário do paciente (ACHUTTI; TAVANO; ALVARES, 1977).

Dezotti (2003) observou que quando existem boas razões para redução no tempo de revelação, métodos de processamento rápido ou o uso de processadoras automáticas devem ser considerados. Outras medidas para reduzir o tempo de revelação, compreendem o aumento da temperatura da solução reveladora, o uso de soluções concentradas e solução “monobanho”. Afirma ser inadmissível o uso de exposições maiores do que as recomendadas, pois isto gera aumento na dose de radiação recebida pelo paciente e sem que haja redução significativa no tempo de processamento, devendo-se buscar outras formas para se alcançar os resultados desejados no que diz respeito ao tempo de processamento.

Tavano e Alvares (1978) compararam os resultados alcançados por soluções reveladoras rápidas com os obtidos com o revelador convencional (Kodak®). Para isto utilizaram o filme DF-57® e analisaram suas propriedades sensitométricas. Concluíram que as soluções reveladoras testadas apresentaram praticamente as mesmas respostas quando as curvas características foram analisadas no que diz respeito ao contraste, latitude e sensibilidade. Os reveladores rápidos mostraram valores de densidade base e velamento ligeiramente maiores do que o revelador padrão.

Tavano (1981) avaliou o comportamento de vários filmes radiográficos em diferentes soluções de processamento com a finalidade de verificar a atividade química das soluções, usando a quantidade de filmes processados como parâmetro, sem a interferência de fatores como oxidação, tempo de uso e luz de segurança, definindo o processo como exaustão química da solução, o que difere de degradação, que é decorrente além da oxidação, do tempo de uso da solução e da quantidade de filmes processados.

Sposto, Tavano e Lopes (1983) avaliaram as soluções Kodak® e Sillib® para o processamento de filmes radiográficos periapicais, utilizando a curva característica. Foram utilizados filmes UltraSpeed® tendo o revelador Kodak® (padrão) sido utilizado na combinação de 20°C/5 minutos e o revelador Sillib®, a 20°C/2 minutos, 22°C/1,5 minuto e 25°C/1 minuto. As propriedades sensitométricas dos filmes processados no revelador Sillib® a 25°C/1 minuto, forneceram resultados semelhantes àqueles obtidos pelo uso do revelador Kodak® a 20°C/5 minutos, considerado como padrão.

Kaffe, Littner e Tamse (1984) estudaram os filmes radiográficos UltraSpeed[®], Agfa Dentus M2[®], e Rinn Auto 58[®] processados nas soluções Adefo[®], Agfa Gevaert[®], Kerr[®], Kodak[®] e Dürr Periomat[®] em condições padronizadas, com o intuito de verificar qual a melhor combinação solução/filme em relação à densidade óptica, contraste, densidade base e velamento e sensibilidade. Os resultados demonstraram que a combinação UltraSpeed[®]/Adefo[®] produziu densidade base e velamento e contraste aceitáveis aliados à alta sensibilidade. O filme Rinn[®], em todas as soluções de processamento, apresentou bom contraste e alta sensibilidade, porém, mostrou densidade base e velamento inaceitável, resultando em deterioração na qualidade da imagem.

Kogon et al. (1985) utilizaram filmes UltraSpeed[®] e Ektaspeed[®] para verificar os efeitos de variáveis de processamento (manual e automático) e variação na temperatura das soluções de processamento. Para o processamento manual utilizaram a solução GBX[®] e para o processamento automático a solução RP X-Omat[®], ambas produzidas pela Kodak[®]. O tempo de processamento manual foi mantido em quatro minutos, enquanto a temperatura da solução variava. Quando o tempo variava, a temperatura era mantida em 22°C. Durante o processamento automático, quando a temperatura variava, o tempo era mantido em 4,5 minutos e quando o tempo variava, a temperatura era de 28,3°C. Seis temperaturas (de 18,3°C a 26,7°C) e seis tempos (variando de 2,5 a 6,0 minutos) foram utilizados para o processamento manual. Para o processamento automático utilizaram-se sete níveis de temperatura (variando de 23,3°C a 32,2°C) e sete variações de tempo (de 1,2 a 6,0 minutos). Concluíram que quando se utilizou a solução GBX[®] da Kodak[®] durante o processamento manual, o filme Ektaspeed[®] mostrou grande perda de contraste nas temperaturas acima de 22,2°C e o filme “D” não foi afetado pelas altas temperaturas. No processamento automático, as temperaturas acima do recomendável, ou seja, 28,3°C, mostraram pouco efeito no contraste de ambos os filmes. Durante o processamento manual, quando a temperatura foi constante, não houve diferença significativa no contraste dos filmes. No tempo abaixo de três minutos para o processamento automático, ambos os filmes não foram completamente revelados.

Tamburús (1987) com o intuito de analisar os efeitos das variações da temperatura de uma solução reveladora sobre a densidade óptica e o contraste

radiográfico, utilizou o filme radiográfico Ektaspeed[®]. A solução utilizada neste experimento foi a Sillib[®] pronta para uso nas temperaturas de 20°C, 22°C, 24°C e 26°C. com tempo de revelação de dois minutos. Utilizou-se um penetrômetro de alumínio puro, escalonado em oito degraus, com espessuras variando de 0 (exposição direta aos raios X) a 16mm. As alterações de temperatura do revelador foram obtidas com o emprego de gelo e/ou água aquecida, colocado no tanque de água em relação direta com os tanques das soluções: reveladora e fixadora. Os resultados mostraram que as densidades ópticas, nas espessuras 0 e 2mm, foram significativamente diferentes nas temperaturas de 20°C, 22°C e 26°C e nas espessuras 4, 6 e 8mm, nas temperaturas de 20°C e 26°C. Nas espessuras de 4, 6 e 8mm, as densidades ópticas não foram significativamente diferentes nas temperaturas de 22°C e 24°C. Nas espessuras de 10, 12, 14 e 16mm, as densidades ópticas não diferiram significativamente nas temperaturas de 20°C, 22°C e 24°C. Para uma mesma temperatura, as densidades ópticas diferiram significativamente para todas as espessuras utilizadas. Ao final concluiu que o contraste radiográfico nas quatro temperaturas do revelador e nas diferentes espessuras do penetrômetro foi de boa qualidade.

Swart e Seeliger (1989) determinaram o efeito de sete soluções de processamento na qualidade da imagem radiográfica de três filmes radiográficos do grupo "D" de sensibilidade. Utilizaram um penetrômetro de alumínio e os filmes foram expostos de forma padronizada. Na seqüência os filmes processados foram avaliados segundo suas características sensitométricas, onde os dados referentes à densidade base e velamento, contraste e sensibilidade dos filmes radiográficos para cada combinação foram tabulados. A combinação filme Flow[®] e solução Kolchem[®] apresentou o maior contraste, mínima densidade base e velamento e a mais alta sensibilidade.

Matthee, Becker e Seeliger (1990) visando determinar quais os efeitos do aumento da temperatura em seis diferentes soluções para processamento manual e identificar qual a combinação de filme, solução e temperatura produziria melhores resultados em termos de contraste radiográfico e sensibilidade do filme, realizaram experimento utilizando os filmes Agfa Dentus M2[®], Flow[®] e UltraSpeed[®] e as soluções Agfa[®], Dürr[®], EBX[®], Kolchem[®], MEMS[®] e Pro-tech[®]. Os filmes foram expostos associados a um penetrômetro de alumínio em condições padronizadas. O processamento foi realizado em processadora

automática com temperaturas que variavam de 25°C a 35°C. Concluíram que, quando a temperatura da solução de processamento aumentava de 25°C para 35°C, tanto o contraste radiográfico como a sensibilidade dos filmes também aumentava. O maior contraste radiográfico foi obtido quando se utilizou o filme Agfa® na solução Kolchem® a 35°C, enquanto o filme UltraSpeed® na solução MEMS® a 35°C apresentou a maior sensibilidade. A densidade base e velamento considerada aceitável (0,25) foi alcançada utilizando-se o filme Agfa® em combinação com as soluções Agfa®, Dürr®, e Pro-tech® e com o filme Flow® na solução Dürr®, tendo as demais combinações densidades base e velamento maiores do que 0,25.

Matthee e Seeliger (1991) avaliaram quatro soluções de processamento rápidas para identificar qual a combinação filme/solução e temperatura produziram os melhores resultados em termos de contraste radiográfico e sensibilidade do filme. Os filmes utilizados foram Agfa Dentus M2®, Flow® e UltraSpeed® e as soluções foram Kolchem Rapid Dev 1®, Kolchem Rapid Dev 2®, MEMS Ultra-Neg® e Siemens Insta-Neg®. O processamento foi realizado manualmente nas temperaturas de 18°, 20°, 22°, 25°, 27°, 29° e 32°C. O contraste radiográfico e a sensibilidade foram calculados e os dados obtidos submetidos à análise estatística. Concluiu-se que o filme Agfa Dentus M2® processado com a solução Kolchem Rapid Dev 2® a 18°C apresentou os maiores contraste e sensibilidade, com todas as demais combinações apresentando os valores de densidade base e velamento dentro do limite aceitável de 0,25.

Em 1991, Hashimoto, Thunthy e Weinberg, estudaram os efeitos das variações na temperatura da solução processadora com relação ao tempo de processamento automático utilizando filmes intrabucais UltraSpeed® e Ektaspeed®. Este estudo mostrou que quando se aumenta a temperatura da solução e o tempo de processamento automático, há um aumento da sensibilidade e do contraste tanto para o filme UltraSpeed® como para o filme Ektaspeed®. Alterações na temperatura da solução processadora têm maior influência na sensibilidade e no contraste do que as alterações realizadas no tempo do processamento automático. As alterações ocorreram mais nos filmes Ektaspeed® do que nos filmes UltraSpeed® e, portanto, maiores cuidados devem ser tomados durante o processamento dos filmes Ektaspeed®.

Montebello Filho e Tavano (1993) estudando o comportamento das soluções processadoras verificaram que a atividade do revelador concentrado iniciava-se após a mistura dos seus componentes. A partir deste momento, começaram a ocorrer duas modificações distintas: a exaustão e a degradação. À medida que as soluções são gradativamente utilizadas, podem ser constatadas alterações na densidade da radiografia, tornando necessário o aumento do tempo de revelação. Quando estes detalhes são notados, o revelador está perdendo sua atividade química, sendo, portanto, recomendável a troca das soluções.

A Kodak® em 1994 substituiu o filme Ektaspeed® pelo filme Ektaspeed Plus®, chamando a atenção para o fato de que este filme não era fortemente afetado pela exaustão das soluções processadoras.

Em 1995, Thunthy e Weinberg testaram filmes radiográficos periapicais Ektaspeed Plus®, Ektaspeed® e UltraSpeed®, processados em processadora automática e com soluções Kodak®. Concluíram que a solução produziu melhores propriedades sensitométricas nos filmes em um período de duas semanas e que, devido à exaustão, seus efeitos diminuíram na terceira semana. O filme Ektaspeed Plus® foi o que apresentou maior estabilidade em relação a esta exaustão progressiva no que diz respeito a valores médios de contraste e latitude.

Lucif e Tavano (1995) realizaram estudo com o objetivo de conhecer as características da solução Agfa Dentus® no processamento manual de filmes radiográficos Agfa Dentus M2 "Comfort"®. Após as exposições e processamentos padronizados, com quatro repetições, as radiografias foram analisadas quanto à densidade óptica e curvas características, de onde foram obtidas as propriedades sensitométricas. Os resultados mostraram que a solução é de excelente qualidade, promovendo no filme testado características de alto padrão para interpretação radiográfica.

A fim de estudar as densidades ópticas, curvas características e as variações das propriedades sensitométricas induzidas no filme periapical radiográfico UltraSpeed; Tavano, Capelozza e Fontão (1996); utilizaram tempos de revelação que variaram entre 15, 30 e 60 segundos em soluções processadoras na temperatura de 35°C. Utilizaram a solução Kodak Dental® para Raios X, pronta para uso. Os resultados foram comparados com a combinação

padrão a 20°C/5 minutos. O experimento foi repetido quatro vezes com o objetivo de buscar resultados mais exatos. Após as exposições e processamentos padronizados, as radiografias foram analisadas quanto à densidade óptica e curvas características, de onde se obtiveram as propriedades sensitométricas. Os resultados alcançados mostraram que a combinação temperatura/tempo de 35°C/60 segundos foi a que resultou em radiografias de melhor qualidade, sendo a que mais se aproximou do processamento padrão. O tempo de 30 segundos produziu radiografias com valores de sensibilidade e latitude próximos aos do processamento padrão. A combinação de 35°C/15 segundos produziu radiografias de qualidade precária e com propriedades sensitométricas inadequadas.

Kitts Junior (1996) abordando os aspectos físico-químicos dos filmes radiográficos e soluções de processamento, considerou que para filmes de dupla emulsão a temperatura do revelador deveria estar próxima de 35°C (95°F) sendo o tempo necessário de ação da solução ao redor de 20 a 24 segundos, tomando-se como parâmetro um ciclo de 90 segundos para todas as etapas envolvidas no processamento automático das radiografias.

Akdeniz e Lomçali (1998) avaliaram o contraste, a sensibilidade e a densidade base e velamento do filme Minimax[®], do grupo “D” de sensibilidade, processado automaticamente, em quatro soluções reveladoras e em três diferentes temperaturas: 25°C, 28°C e 30°C com tempo de revelação fixo em 4,5 minutos para todas as combinações. As soluções produziram valores aceitáveis de densidade base e velamento que não variaram significativamente com alterações da temperatura nas quatro soluções utilizadas. O contraste obtido com as soluções RP X-Omat[®] e Fuji[®] foi menor do que com as soluções Megasan[®] e Hacettepe[®], tendo a sensibilidade mais alta sido alcançada utilizando-se a solução Megasan[®].

Syriopoulos et al. (1999a) avaliaram as soluções para processamento radiográfico manual, Agfa Dentus[®], Kodak (1:3)[®] e Demat[®] e para processamento automático, Dürr XR[®] e Periomat Intra[®]. O processamento manual foi realizado a 20°C por cinco minutos. A solução Dürr[®] foi utilizada na temperatura de 28°C por um minuto e a Periomat[®] a 25°C por um minuto. A densidade base e velamento e a sensibilidade foram mais altas quando se utilizaram as soluções para processamento automático. Das três soluções utilizadas para processamento manual, a Agfa Dentus[®] produziu a maior sensibilidade, seguida pela solução

Dürr XR[®] a 28°C por um minuto, ficando a menor sensibilidade com a solução Periomat[®] a 25°C por um minuto.

Pavan (1999) realizou estudo para verificar se o aumento de temperatura das soluções processadoras modificaria a qualidade da imagem. As combinações de 25°C/3 minutos e 35°C/1 minuto, utilizando-se a solução Kodak[®] e filmes periapicais UltraSpeed[®], quando comparadas com a combinação padrão (solução Kodak a 20°C/5 minutos) apresentaram maiores valores de densidade óptica em função de permanecerem tempo maior do que o necessário sob a ação dos agentes reveladores. As combinações 35°C/15 segundos, 40°C/15 segundos e 40°C/10 segundos apresentaram valores inferiores de densidade óptica por permanecerem por menor tempo sob ação da solução reveladora.

Silva (1999) realizou avaliação do comportamento de filmes radiográficos e da atividade de soluções de processamento por meio de tiras de filmes radiográficos extrabucais TMS-1[®], expostas no sensitômetro MRA por 0,5 segundo e processadas automaticamente, a 27°, 29°, 31° e 34°C. As soluções foram avaliadas quanto a sua atividade, degradação e uso em diferentes temperaturas. Verificou que os processamentos mais eficientes foram alcançados utilizando-se as temperaturas de 31° e 34°C.

Esta metodologia foi também utilizada no trabalho de Dezotti (2000) quando avaliou as propriedades sensitométricas do filme Agfa Dentus M2 "Comfort"[®] (sensibilidade, contraste e latitude) processado nas soluções de processamento Agfa Dentus[®], Kodak[®] e Sillib[®] em diferentes combinações de temperatura/tempo. Foram traçadas curvas características a partir das médias de densidades ópticas obtidas em quatro radiografias expostas e processadas para cada grupo. Os resultados mostraram que o filme alcançou sensibilidade do grupo "F" quando se utilizou a solução Agfa Dentus[®] nas três diferentes combinações. Nas soluções Kodak[®] e Sillib[®] o filme alcançou sensibilidade do grupo "E", nas diferentes combinações. O filme apresentou, em todas as soluções e combinações utilizadas, contraste dentro de uma faixa de normalidade, variando de 1,72 (Kodak 30°C) a 2,21 (Sillib 25°C). A maior latitude foi observada quando se utilizou a solução Kodak[®] na temperatura de 30°C e a menor, com a solução Sillib[®] a 25°C. O filme apresentou propriedades sensitométricas adequadas quando processado nas três soluções e nas diferentes combinações

temperatura/tempo. Concluiu-se que a densidade óptica pode ser usada na Clínica Odontológica, no Controle de Qualidade radiográfica para verificação da atividade de soluções de processamento.

Tavano e Dezotti (2000) analisaram os filmes radiográficos Ektaspeed[®] e UltraSpeed[®] processados em soluções reveladoras Kodak[®] em diferentes concentrações (pronto para uso, concentrado diluído em 1:1 e concentrado diluído em 1:3), por meio de curvas características e com a obtenção das propriedades sensitométricas. Concluíram que o filme radiográfico UltraSpeed[®] apresentou menor sensibilidade e maior contraste em todas as combinações utilizadas e que o filme Ektaspeed[®] apresentou maior densidade base e velamento. A solução reveladora Kodak[®] nas três combinações utilizadas produziu nos filmes analisados, propriedades sensitométricas adequadas, sendo seu uso indicado para o processamento de rotina por parte dos clínicos.

Dezotti e Tavano (2000) avaliaram as propriedades sensitométricas do filme Agfa Dentus M2 “Comfort”[®] quando processado na solução Sillib[®] em diferentes combinações: 20°C/2 minutos, 25°C/1 minuto e 30°C/0,5 minuto. Os resultados mostraram que o filme Agfa Dentus M2 “Comfort”[®] alcançou sensibilidade do grupo “E” em todas as combinações utilizadas. Tanto o contraste quanto a latitude permaneceram dentro da faixa de variação aceitável. Concluíram que a solução Sillib[®], nas diferentes combinações utilizadas, produziu propriedades sensitométricas adequadas no filme Agfa Dentus M2 “Comfort”[®].

Farman e Farman (2000) compararam as propriedades de um novo filme intrabucal de sensibilidade do grupo “F” com as obtidas por outros quatro filmes mais antigos dos grupos “D” e “E”, e avaliaram o uso de seis soluções de processamento. Utilizaram os filmes Flow[®], de sensibilidade do grupo “F”, Ektaspeed Plus[®] (E), Agfa Dentus M2 “Comfort”[®] (E) e UltraSpeed[®] (D). Foram calculados a densidade base e velamento, a densidade óptica, a sensibilidade, o contraste, a latitude e a resolução. Os resultados mostraram que a escolha da solução processadora pode afetar as propriedades do filme incluindo a sensibilidade. O novo filme do grupo “F” foi o mais sensível, o filme Agfa Dentus M2 “Comfort”[®] pôde alcançar a sensibilidade do grupo “F” e o filme UltraSpeed[®], a sensibilidade do grupo “E”, quando da utilização da solução Automat XR[®]. O contraste dos filmes foi similar independentemente da solução utilizada. O novo

filme “F” reduz pela metade a exposição de radiação emitida ao paciente quando comparado com o filme “E”, sem detrimento da qualidade da imagem.

Ludlow, Platin e Mol (2001) avaliaram a sensibilidade, o contraste, a latitude, a resolução e a resposta à degradação química da solução de processamento para o filme periapical Insight[®]. Estas características foram comparadas com aquelas obtidas dos filmes UltraSpeed[®] e Ektaspeed Plus[®]. Quando o filme foi processado automaticamente em soluções novas, apresentou-se dentro do grupo “F” de sensibilidade. Nas soluções degradadas progressivamente o filme Insight[®] manteve o contraste. Da mesma forma que o filme Ektaspeed Plus[®], o filme Insight[®] apresentou resolução de 20 pares de linha por milímetro.

De acordo com Geist e Brand (2001) o filme Insight[®] é um filme do grupo “F” de sensibilidade quando processado automaticamente. Neste estudo o filme Insight[®] apresentou sensibilidade aproximadamente 25% a 30% maior do que a encontrada para o filme Ektaspeed Plus[®] em soluções novas, com redução na dose de radiação de 20 a 24%. A sensibilidade do filme Insight[®] foi de 66,1 quando processado em soluções novas. Além disso, este filme apresentou maior resistência que o filme Ektaspeed Plus[®] quanto à redução da sensibilidade quando processado em soluções usadas. Os contrastes dos filmes Insight[®] e Ektaspeed Plus[®] apresentaram valores bastante próximos.

Balthazar (2001) avaliou os filmes Kodak DF-58[®], Kodak EP-21[®], Flow DV-58[®] e Minimax TRX-s[®], expostos aos raios-X e processados padronizadamente em duas soluções consideradas lentas: Kodak Dental[®], Kodak[®] (diluição 1:3); e três rápidas: Sillib[®], Roentex[®] e Kodak[®] (diluição 1:1). Concluiu que as densidades ópticas dos quatro filmes estudados alcançaram as densidades máximas (exposição de 300 impulsos) quando processadas na solução Kodak pronta; o revelador Roentex[®] promoveu em todos os filmes densidades máximas mais baixas; as outras três soluções se equivaliam com apenas uma discrepância na Sillib[®] com relação ao filme Minimax[®], alcançando valores maiores. As densidades mais baixas (exposição de 1 impulso) foram equivalentes para todos os filmes e semelhantes em todos os processamentos, os formatos das curvas características foram semelhantes, ficando as do filme Ektaspeed[®] mais à esquerda, por ser o mais sensível dos quatro. Os contrastes obtidos pelos três métodos propostos apresentaram resultados semelhantes, com

pequenas discrepâncias em cada combinação filme/processamento, ficando os valores mais altos para a combinação DF-58/Kodak[®] (diluição 1:1) e os mais baixos para a associação EP-21/Kodak[®] (diluição 1:1) e Minimax/Roentex[®]. Os contrastes mais baixos foram encontrados, portanto, para soluções enérgicas e filmes rápidos.

Rosa (2001) estudou as propriedades sensitométricas e a resolução de filmes radiográficos periapicais, comparando as características encontradas para os filmes Ektaspeed (EP-21)[®] e Agfa M2[®] processados quimicamente com soluções Kodak[®] (convencional) e Inodon[®] (monobanho). Quanto às densidades ópticas, os resultados mais altos foram do filme Agfa M2[®], tanto no processamento Kodak[®] como no Inodon[®], nas densidades máximas e na densidade base e velamento, os mais baixos. Em função deste detalhe suas curvas características sempre foram mais à esquerda do que o filme Ektaspeed[®], portanto mais rápidos, mas com uma morfologia da prata com cristais menores e mais afilados, do que os cristais do Agfa M2[®] que são maiores e mais largos quando processados na solução Kodak[®] e mais aglutinados e arredondados na solução Inodon[®]. Quando do uso da solução Kodak[®] os resultados de sensibilidade, contraste e resolução foram de alta qualidade ficando a solução Inodon[®] com valores menores de densidade óptica, curvas características deslocadas à direita, diminuindo a sensibilidade dos filmes e chegando a comprometer a utilização do filme Ektaspeed[®] com sensibilidade menor do que a esperada e baixa resolução. Com o filme Agfa M2[®] os resultados observaram os limites de boa qualidade clínica para resolução, contraste e sensibilidade, apresentando resultados ótimos para a solução Kodak[®] e precários para a solução Inodon[®].

Casanova (2002) avaliou as propriedades do filme Insight[®], relacionando o tipo de processamento e o efeito da degradação das soluções na qualidade da imagem radiográfica. As comparações foram feitas a partir de análises densitométricas, subjetivas e sensitométricas. Concluiu-se que o filme Insight[™] apresentou redução de 20% na dose de radiação, quando comparado com o filme Ektaspeed Plus[®]. O filme Insight[®] foi menos susceptível à degradação dos líquidos de processamento, tanto no processamento manual como no automático, em relação ao filme Ektaspeed Plus[®], sem prejuízo na qualidade da imagem radiográfica obtida.

Geist, Brand e Pink (2003) compararam as características sensitométricas dos filmes UltraSpeed[®], Flow EV-57[®] e Insight[®] quando expostos a diferentes níveis de radiação e processados em uma solução para processadora automática e 4 soluções para processamento manual. Observaram que com exceção de uma única solução para processamento manual, foram encontradas diferenças na sensibilidade entre as soluções químicas estudadas. Algumas soluções para processamento manual foram mais rápidas do que as soluções para processamento automático em todos os filmes. As soluções para processamento manual aumentaram o contraste dos filmes radiográficos. Concluíram ao final que as propriedades sensitométricas dos filmes processados em soluções para uso manual foram comparáveis em muitos casos com aquelas encontradas em soluções para processamento automático, resultando algumas vezes no aumento de sensibilidade e contraste. Os autores consideram que deveriam ser realizados ajustes nos fatores de exposição levando-se em conta a combinação do tipo de filme com a solução de processamento a ser utilizada.

Dezotti (2003), realizou a avaliação de filmes radiográficos periapicais em diferentes condições de processamento. Utilizou no seu estudo os filmes Kodak Insight (IS-21)[®] e UltraSpeed (DF-58)[®] processados em diferentes combinações de solução/temperatura/tempo. Os resultados foram avaliados pelo método: convencional, por meio das Densidades Ópticas em um fotodensitômetro. Os filmes periapicais foram expostos padronizadamente e processados nas soluções Kodak[®] a 20°C por 5 minutos, a 25°C por 2,5 minutos e a 30°C por 1,25 minuto e Sillib[®] a 20°C por 2 minutos, a 25°C por 1 minuto e a 30°C por 0,5 minuto. Para a leitura da Densidade Óptica utilizou-se o fotodensitômetro MRA sendo que os resultados mostraram que o filme Insight[®] apresentou sensibilidade do grupo “F” em todas as combinações analisadas, mesmo no processamento manual, sendo mais sensível na solução Kodak[®] a 30°C e menos sensível na solução Sillib[®] a 20°C. O filme UltraSpeed[®] apresentou sensibilidade dentro do grupo “D”, sendo mais sensível na solução Kodak[®] a 30°C e menos sensível na solução Sillib[®] a 20°C. Assim como para o filme Insight[®], a solução Kodak[®] ofereceu ao filme UltraSpeed[®] maior valores de sensibilidades do que a solução Sillib[®]. O contraste radiográfico permaneceu dentro de uma faixa de variação aceitável para este fator, variando de 1,55 (Insight/Sillib a 30°C) a 1,78 (Ultraspeed/Kodak a 30°C). Concluiu-se que o filme Insight[®] foi bastante

promissor, pois permitiria reduzir a dose de radiação necessária em até 50% quando comparado ao filme UltraSpeed[®], mantendo as propriedades sensiométricas adequadas para uso clínico em Odontologia.

Costa (2003), em seu trabalho deixa claro que o comportamento dos filmes Kodak Insight[®] e Kodak “E”[®] são bastante próximos entre si, havendo uma condição de processamento tida como ideal na processadora AT-2000 Plus[®] com velocidade normal. Verificou que os maiores valores de sensibilidade e contraste, bem como, as maiores densidades ópticas e “DBV” (Densidade Base e Velamento) foram observadas no filme Kodak Insight[®]. Os filmes Kodak UltraSpeed[®] e Kodak “D”[®] nos processamentos estudados apresentaram características semelhantes, podendo-se considerar o filme Kodak D[®] como alternativa ao uso do filme Kodak UltraSpeed[®] pelos resultados de densidade óptica e por seu comportamento quanto aos fatores sensibilidade e contraste. O processamento inadequado, realizado na processadora AT-2000 Plus[®] com velocidade ‘*endospeed*’, foi responsável pelas maiores perdas nas propriedades de sensibilidade e contraste e de densidades ópticas e DBV nos filmes estudados, sem entretanto, causar maiores prejuízos na qualidade final dos filmes radiográficos.

Giannakopoulos (2004), também avalia a Densidade Base e Velamento (DBV), de quatro tipos de filmes radiográficos (UltraSpeed, D, E, e Insight – todos da Eastman Kodak Company, Rochester, E.U.A.), submetendo-os ao processamento automático em dois equipamentos, a processadora AT-2000[®] com velocidade normal e a processadora Periomat[®] com velocidade padrão, ambas abastecidas com soluções químicas Kodak-Readymatic[®], concluindo que o filme Insight[®] deve ser processado utilizando-se a processadora AT-2000[®] (com sistema de roletes, ou “*roller*”) com velocidade normal para alcançar a DBV ideal, e que a processadora Periomat[®] (sem roletes, ou “*non-roller*”), causa redução da DBV para os filmes UltraSpeed, “E” e Insight[®].

2.3 Controle de Qualidade

Concorde com Gratt e Beideman (1987), o Controle de Qualidade em Radiologia Odontológica compreende, além de outras medidas, o correto uso da câmara escura, a verificação do bom funcionamento dos aparelhos de raios-X e as avaliações sensitométricas dos filmes radiográficos. Qualquer negligência das regras de exposição e do processamento radiográfico, mesmo que mais simples, poderá levar muitas vezes a erros na obtenção de radiografias.

O Controle de Qualidade também deverá ser aplicado na análise das soluções processadoras, com referência às temperaturas e tempos ideais para processamento químico, levando-se em conta a sua exaustão e degradação, e considerando-se as condições de preparo e armazenamento (AMERICAN ACADEMY OF DENTAL RADIOLOGY QUALITY ASSURANCE COMMITTEE, 1983).

Segundo Brücker, Tavano e Costa (1992), o Controle de Qualidade consiste na avaliação continuada dos fatores energéticos relacionados com as exposições aos raios-X, processamento dos filmes, proteção do paciente e ganho de tempo de trabalho, entre outros fatores. O Controle de Qualidade é justificado em qualquer etapa do exame radiográfico e o seu uso pode diminuir o tempo de atendimento aos pacientes e conseqüentemente os custos dos exames, pois além de evitar as repetições desnecessárias, praticar-se-á a radioproteção.

Ribeiro, Tavano e Pereira (1994) alertaram para o fato da interpretação adequada de um filme radiográfico está diretamente relacionada com o adequado processamento químico dos mesmos, devendo-se avaliar não somente a qualidade, mas também o estado das soluções processadoras a serem empregadas.

Bridgman e Campbell (1995) apresentaram em seu trabalho os procedimentos que deveriam ser seguidos para a obtenção de uma radiografia de ótima qualidade alertando que os erros podem ocorrer em qualquer etapa de obtenção, podendo um determinado defeito ser causado por diferentes fatores. Dentre os fatores relacionados com este Controle de Qualidade descrevem o aparelho de raios-X utilizado, a técnica radiográfica escolhida, a radiação recebida pelo paciente, a armazenagem dos filmes, o processamento químico, o acompanhamento dos procedimentos, a resolução dos problemas encontrados e o controle da infecção cruzada.

Yacovenco et al. (1995) e Yacovenco et al. (1997) elaboraram um Programa de Garantia de Qualidade (PGC), com o objetivo de obtenção de radiografias de boa qualidade para diagnóstico e com isto elevando o nível de desempenho. As metas fixadas para alcançar este objetivo foram: melhorar a qualificação dos profissionais, a atenção aos pacientes, a qualidade das radiografias, reduzir a dose de radiação nos diferentes tipos de exame, bem como os custos. O procedimento empregado na detecção de falhas no sistema baseou-se na análise dos filmes perdidos, procurando-se identificar se a causa foi devida ao aparelho, filme, paciente ou processamento. Os resultados obtidos demonstraram redução de 70% na taxa de filmes perdidos com efetiva melhora na qualidade da imagem. Concluiu-se que a aplicação destes programas de qualidade radiográfica proporciona benefícios aos pacientes, melhoria nos serviços e produtos que se refletem na melhoria da própria qualidade das imagens radiográficas.

Yakoumakis et al. (2001) pesquisaram dois importantes aspectos na qualidade da imagem radiográfica: o tempo de exposição e o processamento do filme radiográfico. As imagens radiográficas foram obtidas em 108 consultórios odontológicos, sendo a qualidade da imagem e o processamento radiográfico avaliados subjetivamente e objetivamente, comparando-se os filmes processados por cirurgiões-dentistas com os filmes processados em condições consideradas ótimas. Os dados consistiram de medidas de densidade óptica, que foram utilizadas para se obter o contraste radiográfico e escores da qualidade da imagem e processamento dos filmes, que foram posteriormente analisados por dois radiologistas de maneira independente. A dose de exposição foi também medida de acordo com cada técnica radiográfica utilizada tendo os resultados indicado grande variabilidade nos tempos de exposição usados pelos clínicos. O processamento do filme foi inadequado na maioria dos consultórios, o que resultou em qualidade deficiente da imagem e aumento de dose de radiação para o paciente. Os autores concluíram que as técnicas intrabucais e o processamento radiográfico deveriam ser padronizados para melhorar a qualidade da imagem e reduzir a dose de radiação para o paciente.

Tanto White (2001) quanto Langland e Langlais (2002) consideraram que a qualidade das imagens produzidas deveria ser constantemente avaliada pelos profissionais em seus consultórios. As condições de processamento

melhoram a densidade, o contraste e a qualidade da imagem radiográfica sendo recomendado o monitoramento sensitométrico/densitométrico diário da qualidade da solução. Um dos indicativos de que o revelador inicia o processo de exaustão e necessita ser substituído é a redução da densidade na imagem teste.

Platin (2002) descreveu os fatores envolvidos no Controle de Qualidade das imagens radiográficas baseado nas normas originalmente propostas pela *American Academy of Dental Radiology Quality Assurance Committee* em 1983 onde foram estabelecidos controles anuais, mensais e diários dos materiais envolvidos na obtenção de radiografias. Uma vez a cada ano deverão ser avaliadas as estabilidades do cabeçote, com a verificação dos valores de quilovoltagem e miliamperagem, mensuração da camada semi-redutora, alinhamento do feixe de raios X e tamanho da área irradiada. A limpeza dos chassis porta-filmes e placas intensificadoras, condições de uso dos negatoscópios e iluminação da câmara escura deverão ser conferidos mensalmente. Como atividades diárias encontramos a reposição de líquidos envolvidos no processamento e a limpeza da câmara escura.

2.4 Imagens Digitalizadas

Em 1996, Borg e Gröndahl já afirmavam que a Radiologia Convencional, na qual a imagem radiográfica forma-se a partir da ionização dos cristais de prata da emulsão do filme, tem o seu reconhecido valor e importância dentro da Odontologia, sendo um método extensamente utilizado para diagnóstico. O filme radiográfico, nosso receptor de imagens neste caso, nos oferece uma imagem de qualidade com um preço relativamente baixo. Além disso, a introdução no mercado de filmes radiográficos cada vez mais sensíveis e com qualidade de imagem, contribuem para a perpetuação deste método de aquisição de imagens. Porém, este método ainda apresenta algumas desvantagens como: ineficiência como fóton-receptor, pois absorve apenas pequeno percentual da totalidade de fótons que colidem sobre ele; fornece uma imagem estática e que não pode ser alterada; requer um processamento que

deve ser realizado sob condições ideais, para que não haja perda de informações; utiliza-se de soluções químicas que podem provocar alergias e causar danos ao meio ambiente; requer uma dose de radiação relativamente alta e é muito sensível às variações nos tempos de exposições aos raios-X.

A tecnologia digital invadiu a vida das pessoas: máquinas de fax, mesas digitalizadoras, computadores, videocâmeras, entre outros; eles usam a mesma tecnologia agora descoberta nos sensores de sistemas digitais. Cirurgiões-dentistas norte-americanos lentamente estão adotando a radiografia digital. Os fabricantes estimam uma porcentagem de 4 a 5% de clínicos que aderiram ao sistema em 1999, cerca de 6000 a 7000 profissionais do país. Em uma pesquisa feita em 1998, 67% dos cirurgiões-dentistas norte-americanos responderam que seu maior desejo de aquisição era um sistema de imagem digital (MILES; RAZZANO, 2000).

Van Der Stelt (2000) diz que digitalizar uma imagem, é torná-la uma matriz, que significa transformá-la em dados numéricos e colocá-los na memória de um computador. Isto é feito por um processo chamado amostragem. A amostragem consiste em dividir a imagem original em pequenos quadrados e retângulos (amostras) e associar a cada um deles um número que representa a cor daquele pedaço da imagem. Isso faz com que se represente a imagem como um conjunto de números que pode ser armazenado na memória de um computador. A cada quadrado, que pode ser considerado um ponto da imagem devido ao seu tamanho reduzido, dá-se o nome de *pixel*. Uma imagem digital de boa qualidade é formada de centenas de milhares de *pixels*, cada um deles contendo um número com a informação da cor daquele ponto na imagem. Deste modo, o número de tons de cinza disponíveis no sistema digital determina a densidade da imagem e, em geral, o padrão para a radiografia intrabucal é a digitalização da imagem em 256 tons de cinza, onde o valor 0 (zero) representa o preto e o valor 255, representa o branco. Os demais tons de cinza estão entre os dois valores. A imagem pode ser capturada de uma radiografia convencional por meio de um *scanner* ou “mesa digitalizadora” de alta definição composto de um leitor de transparência que faz o papel de um negatoscópio, incidindo uma luz através da imagem permitindo assim a digitalização e, em seguida, esta imagem é enviada a um computador onde pode ser visível em um monitor e analisada ou modificada por programas apropriados.

Fujita et al. (1987) verificaram a melhora da qualidade da imagem de radiografias panorâmicas, com o uso de um sistema de processamento digital indireto da imagem. A qualidade e a visibilidade de detalhes das radiografias digitalizadas foram melhores do que estes fatores nas radiografias originais. Os autores concluíram que o diagnóstico radiográfico pode ser melhorado com o uso deste sistema.

Ainda Fujita et al. (1988) após estudarem radiografias periapicais, que foram digitalizadas e transmitidas para a memória de um computador, concluíram que quando comparadas às imagens originais, as imagens digitalizadas apresentaram mais ruídos e artefatos, prejudicando muitas vezes a interpretação radiográfica, todavia uma melhora do contraste radiográfico foi obtida e, segundo estes autores, esta tecnologia pode ser empregada em casos de radiografias com baixo contraste.

Brooks e Miles (1993), discutiram as novas modalidades de captura de imagens utilizadas em Odontologia, sendo que a imagem radiográfica de um filme convencional pode ser convertida para um sinal digital, utilizando-se para isto, uma mesa digitalizadora, e uma vez a imagem armazenada em um computador, um grande número de operações pode ser realizado, incluindo a subtração digital, que acompanha a progressão da doença durante o período de avaliação do tratamento periodontal e terapia endodôntica.

Kerbaux e Moraes (1996) avaliaram se radiografias periapicais digitalizadas, tomadas com tempo de exposição reduzido, poderiam ser melhoradas com o auxílio de um programa de computador para tratamento digital da imagem. Utilizaram radiografias de áreas de molares e pré-molares inferiores, tomadas em série e padronizadas. 57 imagens com tempo de exposição reduzido (60% a 80% do tempo considerado normal), foram digitalizadas, tratadas e submetidas à avaliação por sete examinadores que as compararam com as imagens não tratadas. Verificaram que cerca de 80% das imagens equivalentes às radiografias tomadas com redução de 60% da dose habitual foram consideradas de qualidade para elaboração de diagnóstico. Quanto às imagens radiográficas tomadas com 80% de redução do tempo de exposição, cerca de 50% foram consideradas adequadas para o mesmo propósito.

Chen e Chiang (1997), avaliaram o desempenho físico de um *scanner* tipo *roller*. Utilizaram o *scanner* VXR-12[®] para digitalizar imagens do filme

Kodak/T-Mat G[®]. As radiografias posteriormente foram submetidas a leituras com um fotodensitômetro. Em seguida foram digitalizadas e também submetidas a leituras da densidade óptica no computador. Os valores de *pixel* da imagem foram avaliados. Os resultados mostraram que as imagens digitalizadas apresentaram valores de *pixels* distribuídos em uma variação dinâmica similar àquela do fotodensitômetro.

Silva (1999) verificou uma possível substituição do método convencional, para avaliação de filmes radiográficos e atividade de soluções de processamento, pelo método digital, utilizando o programa de imagem Adobe Photoshop 4.0[®]. Foram utilizadas tiras de filmes radiográficos extrabucais Kodak/TMS-1[®], expostas no sensitômetro MRA[®] por 0,5 segundo e processadas automaticamente, a 27^o, 29^o, 31^o e 34^oC. As soluções foram avaliadas quanto a sua atividade, degradação e uso em diferentes temperaturas. Os processamentos mais eficientes foram alcançados utilizando as temperaturas de 31^o e 34^oC. A análise estatística, obtida pela *Correlação de Pearson*, mostrou alta significância de resultados em todas as temperaturas avaliadas quanto à quantificação dos níveis de cinza das imagens após a digitalização dos filmes radiográficos e a densidade óptica obtida no fotodensitômetro. O autor concluiu ser possível a substituição de um método pelo outro quando se utiliza o programa de imagem Adobe Photoshop 4.0[®], com o objetivo de avaliar densidade óptica e quantificação dos níveis de cinza, sendo o método digital mais objetivo e rápido.

Iwaki (2000) comparou a densidade óptica obtida no fotodensitômetro com a quantificação dos níveis de cinza fornecidas pelo sistema Digora for Windows 2.0[®], a fim de verificar uma possível substituição do método convencional pelo método digital, para avaliar o comportamento de tiras sensitométricas obtidas com filmes radiográficos Kodak/TMS-1[®] sensibilizadas pelo sensitômetro IDIM[®] e processadas na solução Kodak/RP X-Omat[®] em uma processadora automática. Além disso, foi comparada a média da quantificação dos níveis de cinza obtida após medidas individualizadas em cada faixa produzida pelo sensitômetro IDIM[®] na tira sensitométrica (19 faixas) com a média da medida total de todas as faixas tomadas conjuntamente. Após o estudo comparativo entre densidade óptica e quantificação dos níveis de cinza, os resultados mostraram, pela *Correlação de Pearson*, alta significância estatística, comprovando-se a validade e eficácia deste método de análise do comportamento de filmes

radiográficos e atividade de soluções de processamento. A quantificação dos níveis de cinza assim como a densidade óptica detectou na mesma proporção a perda da atividade das soluções de processamento. Houve uma grande concordância dos valores quando a solução era nova e uma pequena oscilação quando a solução se apresentava exaurida e/ou degradada.

Esta metodologia foi também utilizada no trabalho de Dezotti (2000), quando avaliou as propriedades sensitométricas do filme Agfa Dentus M2 “Comfort”[®] (sensibilidade, contraste e latitude) processado nas soluções de processamento Agfa Dentus[®], Kodak[®] e Sillib[®] em diferentes combinações de tempo e temperatura. Foram traçadas curvas características a partir das médias de densidades ópticas obtidas em quatro radiografias expostas e processadas para cada grupo. Os resultados mostraram que o filme alcançou sensibilidade do grupo “F” quando se utilizou a solução Agfa Dentus[®] nas três diferentes combinações. Nas soluções Kodak[®] e Sillib[®] o filme alcançou sensibilidade do grupo “E”, nas diferentes combinações. O filme apresentou, em todas as soluções e combinações utilizadas, contraste dentro de uma faixa de normalidade, variando de 1,72 (Kodak 30°C) a 2,21 (Sillib 25°C). A maior latitude foi observada quando se utilizou a solução Kodak[®] na temperatura de 30°C e a menor, com a solução Sillib[®] a 25°C. O filme apresentou propriedades sensitométricas adequadas quando processado nas três soluções e nas diferentes combinações temperatura/tempo. Neste trabalho foi também confirmada a observação de que a obtenção das densidades ópticas pode ser substituída pelo método digital, utilizando-se o programa de imagem Adobe Photoshop 5.0[®]. Concluiu-se que a densidade óptica e a quantificação dos níveis de cinza podem ser usadas na Clínica Odontológica, no Controle de Qualidade radiográfica para verificação da atividade de soluções de processamento, visto que, sob diferentes condições utilizadas no experimento, houve grande correlação estatística entre os valores das mesmas, com um nível de confiança de 95% para todos os grupos.

Guimarães (2002), estudou a densidade de imagens radiográficas digitalizadas de implantes ósteo-integrados, valendo-se de mensuração de tons de cinza por meio de ferramentas do software Adobe Photoshop 5.0[®].

Em 2004, Varoli comparou por intermédio de um programa computadorizado denominado “AI-Equivalent – ALEQ[®]” cinco tipos de filmes radiográficos que foram expostos com dez tempos de exposição variados,

processados em uma processadora AT-2000/XR[®], e depois de digitalizados em um “*scanner*” de mesa com tempo luminoso foram submetidos à leitura do programa ALEQ[®] que possibilitou a construção de gráficos que definiram como filmes mais sensíveis e portanto com menor risco radiobiológico para os pacientes os filmes Kodak Insight[®] e o filme Agfa Dentus M2 ‘Comfort’[®].

A imagem digitalizada tem ampla aplicabilidade nas diferentes Especialidades Odontológicas, tendo ainda maiores perspectivas à medida que novas técnicas vão sendo desenvolvidas e dificuldades inerentes ao método, resolvidas. A utilização da imagem digital para estudo das propriedades do filme radiográfico e atividade das soluções processadoras vem, mais uma vez, contribuir para o avanço da Radiologia Odontológica (TAVANO; DEZZOTI; IWAKI, 2000; DEZZOTI; TAVANO, 2002).

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo é o de submeter quatro diferentes tipos de filmes radiográficos da marca Kodak[®] (Ultra-Speed; Kodak D; Kodak E, e Insight) a exposições radiográficas com variações energéticas de 60 kV e 70 kV; nos tempos de exposição de **0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 segundos** e processados pelo método automático em três condições distintas nos equipamentos Periomat[®] com velocidade padrão; AT2000[®] com velocidade “normal” e AT2000[®] com velocidade “*endospeed*”, mantendo-se fixos os fatores de miliamperagem/segundo (10mAs); distância focal (60cm) e as soluções químicas (Kodak Readymatic[®]).

De posse das leituras dos valores de intensidade de cinza obtidos pela digitalização no programa computadorizado, e pelos traçados das curvas será possível avaliar:

- As características dos filmes utilizados para cada variável empregada;
- A influência dos fatores energéticos e de processamento sobre os filmes estudados;
- A correlação entre os valores encontrados para os filmes e as condições ideais de utilização para cada um deles, visando obter os melhores resultados do ponto de vista clínico no Controle de Qualidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Filmes radiográficos

Foram utilizados 108 (cento e oito) filmes radiográficos intrabucais periapicais, do tamanho nº.2 segundo a classificação da American Dental Association (A.D.A.): 27 UltraSpeed® (DF-58) e 27 “D-Speed®”, ambos do grupo D de sensibilidade; 27 “E-Speed®” do grupo E de sensibilidade e 27 Insight® (IP-21) do grupo E/F de sensibilidade, fabricados pela Eastman Kodak Company, Rochester, E.U.A. (Figura 4.1)



Figura 4.1 – Filmes radiográficos Kodak® utilizados no experimento

Com o propósito de se controlar a qualidade e evitar interferências, cada tipo de filme foi retirado de uma só caixa, pertencentes ao mesmo lote de produção, possuindo portanto, a mesma data de validade, que era superior a um ano após o término do presente experimento.

Desta forma, abaixo descrevemos os lotes e datas de validade para cada filme utilizado:

Kodak UltraSpeed[®] (DF-58), lote 3101711, válido até setembro de 2005;

Kodak D[®], lote 2105375, válido até maio de 2005;

Kodak E[®], lote 3101713, válido até fevereiro de 2005; e,

Kodak Insight[®] (IP-21), lote 3101700, válido até março de 2005.

4.1.2 Soluções químicas para o processamento

As soluções químicas utilizadas para o processamento das películas também foram da fabricação Kodak, da marca Readymatic[®]. Sendo que a solução reveladora, segundo o rótulo do produto, é um composto hidrossolúvel que contém hidroquinona (1,4-Benzenodiol ou p-dihidroxibenzeno) a 3%, e a solução fixadora, é composta por 80 a 85% de água, 10 a 15% de tiosulfato de amônio [(NH₄)₂S₂O₃] e 5% de ácido acético (CH₃COOH); ambas produzidas pela Kodak do Brasil Comércio e Indústria Limitada, São José dos Campos, Estado de São Paulo e embaladas em bombonas plásticas de 3,8 litros (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Soluções químicas Kodak-Readymatic[®], utilizadas no processamento

4.1.3 Aparelho de Raios-X

Foi utilizado o aparelho de Raios-X do tipo panorâmico, da marca Rotograph Plus[®], fabricado pela Villa Medicali Sistemi Spa, Buccinasco, Itália, com quilovoltagem-pico regulável de 60kVp a 85kVp, miliamperagem de 10 mAs, tempo de exposição também variável de 0,2s a 3,0s e camada semi-redutora de Alumínio de 2,5mm. Para este experimento foi utilizado o colimador retangular com abertura de 1,5cm de largura por 1,9cm de altura, ficando o aparelho posicionado para a realização de telerradiografias, e acionada a função “*ceph*” do painel remoto de controle (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Aparelho Rotograph-Plus[®]

4.1.4 Suporte para os filmes

Utilizou-se de um dispositivo para a exposição padronizada dos filmes radiográficos aos Raios-X, composto por tela de cortiça com 60cm de largura, 45cm de altura e 0,79cm de espessura da marca Cortiarte[®], fabricada na cidade de Diadema, Brasil, fixada perpendicularmente e mantendo-se a distância focal de 60cm. A tela de cortiça possui uma densidade física de $0,2\text{g/cm}^3$, e por possuir esta baixa densidade constitui-se um suporte de radiografias que apresenta

mínima produção de radiação secundária, evitando-se interferências nos resultados das leituras (Figura 4.4).

A fixação dos filmes no suporte de cortiça deu-se pelo uso de cola em bastão da marca CIS-Stick[®], importada por Sertic, e fabricada na China, composta por resina sintética, glicerina, água e conservantes, com validade até dezembro de 2006, sendo colocados 4 (quatro) filmes a cada seqüência de exposição (Figura 4.4).



Figura 4.4 – Suporte confeccionado em cortiça, com os filmes posicionados para a exposição

4.1.5 Processamento dos filmes radiográficos

No processamento químico das películas radiográficas, foram utilizadas as processadoras automáticas AT2000 Plus[®] fabricada pela Air Techniques Incorporated, Hicksville, E.U.A. e Periomat[®] fabricada pela Dürr Dental GmbH & Co.KG, Bietigheim-Bissingen, Alemanha (Figura 4.5).

A processadora automática AT2000 Plus[®] apresenta como características:

- Fluxo contínuo de água;
- Reposição automática das soluções (aproximadamente 125ml);
- Controle de temperatura das soluções;

- Velocidade variável de trabalho, “*normal*” para filmes intrabucais e “*endospeed*” para filmes extrabucais;
- Tempo de seco-a-seco na velocidade *normal* de 5 minutos e meio;
- Tempo de seco-a-seco na velocidade *endospeed* de 2 minutos e meio;
- Utilização em câmara escura.

A processadora automática Periomat[®] apresenta as seguintes características:

- Ausência de fluxo de água;
- Ausência de troca automática para reposição das soluções;
- Temperatura de trabalho depende das condições do ambiente sendo necessário uso de termômetro para determinação;
- Velocidade de trabalho fixa;
- Tempo de seco-a-seco de aproximadamente 7 minutos;
- Sua utilização pode ser feita fora da câmara escura, sem necessidade de ambiente com luz de segurança.



Figura 4.5 – Processadoras automáticas utilizadas no experimento, A – AT2000-Plus[®] e B – Periomat[®].

4.1.6 Mesa digitalizadora

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

4.1.7 Programa computadorizado

As leituras dos níveis de cinza foram realizadas no programa de computador Adobe PhotoShop[®] 6.0, desenvolvido pela Adobe Systems Incorporated, E.U.A.

O programa fornece histograma referente aos valores de: número de pixels da imagem radiográfica digitalizada de acordo com a resolução (*dpi*) em que foi realizada a digitalização; o valor médio dos tons de cinza da área selecionada na digitalização; a mediana deste valor e o desvio padrão desta leitura (Figura 4.6).

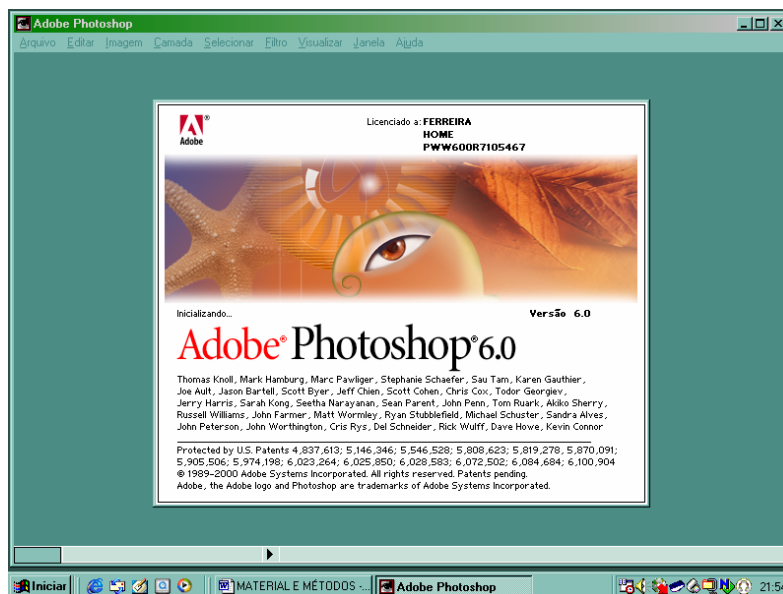


Figura 4.6 – Programa Adobe-Photoshop-6.0[®], utilizado para as leituras dos níveis de cinza dos filmes radiográficos digitalizados.

4.2 Métodos

4.2.1 Exposição dos filmes aos raios-X

Foram expostos 96 (noventa e seis) filmes radiográficos, combinando-se os diferentes tipos de filmes, tempos de exposição, quilovoltagens-pico empregadas e condições de processamento descritos como se segue:

Tipos de filmes: **4** (*Ultra-Speed, D-Speed, E-Speed e Insight*)

Tempos de exposição: **4** (*0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 segundos*)

Quilovoltagens-pico: **2** (*60kVp e 70kVp*)

Processamentos químicos: **3** (*AT2000 Plus com velocidade normal, AT2000 Plus com velocidade 'endospeed' e Periomat com velocidade padrão*).

Foram utilizados mais 12 (doze) filmes, sendo 3 (três) de cada tipo, sem exposição e processados em cada uma das três processadoras para estabelecimento da DBV (Densidade Base e Velamento) inerentes a cada tipo de filme e condição de processamento.

Optou-se pelas exposições com esta regulagem energética do aparelho de Raios-X, de 60kVp e 70kVp por assemelharem-se às exposições realizadas em clínicas odontológicas, nos exames rotineiros periapicais.

Entre as exposições radiográficas para os diferentes tempos utilizados houve um intervalo de quatro minutos; e entre a exposição dos filmes e o processamento foi aplicado um intervalo de no mínimo duas horas e no máximo 24 horas, permitindo deste modo, que as ionizações causadas nos cristais de prata da emulsão se estabilizassem, formando uma imagem latente de acordo com a norma PH 2.9 de 1964 da American Standards Association, lembrando que o período de desvanecimento da imagem inicia-se após 24 horas da exposição (DEZZOTI, 2003).

Os filmes após a exposição foram separados em envelopes marcados com o tipo de filme que continha, o tempo de exposição utilizado, a quilovoltagem-pico aplicada, e, qual a processadora de destino.

A temperatura das soluções foi estabelecida em 28°C (84°F) na processadora AT2000 Plus[®], enquanto que a temperatura encontrada na processadora Periomat[®] foi de 28°C.

Desta maneira, descrevemos a seguir as associações empregadas para a obtenção das imagens radiográficas nos diferentes tipos de filmes utilizados:

Filme Kodak Ultra-speed:

60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
 60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
 70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;
60kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;
60kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;
60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora Periomat com velocidade padrão;

Filme Kodak D:

60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
60kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;
60kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;
60kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;
60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;
70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora Periomat com velocidade padrão;

Filme Kodak E:

60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;
60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;
60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;

60kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;

60kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;

60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora Periomat com velocidade padrão;

Filme Kodak Insight:

60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade normal;

60kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 0,4s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 0,8s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 1,6s; processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora AT2000 Plus com velocidade *endospeed*;

60kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;

60kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;

60kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;

60kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 0,4s; processadora Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 0,8s; processadora Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 1,6s; processadora Periomat com velocidade padrão;

70kVp;10mA; 3,2s (1,6s x 2); processadora Periomat com velocidade padrão;

4.2.2 Processamento automático das películas

As soluções de processamento Kodak-Readymatic® prontas para uso, foram abertas e colocadas nas duas processadoras automáticas.

Ao ser ligada a processadora automática AT2000-Plus®, esta produziu aquecimento gradativo das soluções até atingir a temperatura programada de 84°F (28°C), sendo introduzida uma película de poliéster para limpeza dos roletes, ficando assim, pronta para uso.

A processadora automática Periomat®, não possui controle de temperatura, todavia o dispositivo de secagem quando acionado gera aumento da temperatura das soluções. Assim, 10 filmes periapicais não-ionizados foram colocados no seu interior até que alcançasse temperatura estável, para que se iniciasse o processamento dos filmes do experimento, ficando a temperatura estável em 28°C.

Como o tempo de uso das soluções e o número de filmes processados antes do experimento foram reduzidos, podemos descartar interferências iniciais como exaustão e degradação das soluções (MONTEBELO FILHO; TAVANO, 1993; THUNTHY; WEINBERG, 1995).

O processamento químico das radiografias foi realizado de maneira contínua, em etapa única, no interior da câmara escura, utilizando-se iluminação apropriada tanto para a processadora AT2000-Plus® como para a processadora Periomat®, eliminando-se a possibilidade de interferência causada pela iluminação do ambiente de trabalho (TAVANO, 1981).

De posse dos 108 (cento e oito) filmes processados (96 filmes expostos e 12 filmes não-ionizados destinados à determinação da DBV), passou-se à próxima etapa que foi a digitalização das imagens.

4.2.3 Digitalização das radiografias:

Respeitando-se sempre a ordem do tipo de filme, tempo de exposição e quilovoltagem empregada nestas exposições, os 108 (cento e oito) filmes

radiográficos já previamente processados foram escaneados com a resolução de 150 (cento e cinquenta), 300 (trezentos) e 600 (seiscentos) d.p.i. (pontos por polegada) e salvas em extensão “.jpg” (joint photographer *expert* group).

O processo de digitalização foi realizado por *scanner* com tempo luminoso para transparências da marca Sharp JX-250W², com sensor “CCD” e capacidade de leitura de 30 a 1600 d.p.i. Cada imagem digitalizada foi identificada com o nome do filme radiográfico, quilovoltagem e tempo de exposição.

Os valores obtidos nas digitalizações de 150 d.p.i., 300 d.p.i. e 600 d.p.i. foram bastante próximos uns dos outros (APÊNDICES A ao G) e por esta razão optou-se pela utilização dos valores obtidos na digitalização de 300 d.p.i., que é, por exemplo, uma resolução de imagem normalmente utilizada ou requerida pela maioria dos periódicos nacionais e internacionais, na impressão das radiografias e das ilustrações.

No computador, as imagens foram exportadas, uma de cada vez, para o programa específico denominado Adobe PhotoShop 6.0[®], para a realização das leituras das intensidades de cinza das imagens.

4.2.4 Obtenção das intensidades de cinza:

As imagens digitalizadas e arquivadas em um CD-R (Compact Disc Recordable), foram analisadas por uma ferramenta do programa Adobe PhotoShop 6.0[®] que delimitando uma área sempre igual em todas as radiografias, constrói um histograma e informa também o número de *pixels* da imagem, a média, a mediana e o desvio padrão.

A obtenção em cada radiografia dos valores médios da intensidade de cinza, permitiu a construção de gráficos relacionando os valores desta intensidade de cinza com a energia empregada (60kVp e 70kVp) e com os tempos de exposição (0.4s, 0.8s, 1.6s e 3.2s), de cada tipo de filme, cuja interpretação tornou

possível compararmos o comportamento destes filmes de acordo com a metodologia utilizada.

Quanto à densidade base e velamento, selecionamos a área mais central dos filmes não expostos aos raios-X, e obtivemos os valores que foram comparados apenas numericamente e não participaram da construção dos gráficos.

5. RESULTADOS

Os resultados, a seguir, foram os encontrados das intensidades de cinza observadas por meio da ferramenta de leitura do programa Adobe PhotoShop 6.0[®] nos diferentes tempos de exposição e com os níveis energéticos de 60 e de 70 quilovolts e com a construção dos Gráficos e das Curvas, utilizando-se o programa de computador Microsoft Excel[®]

FILMES	EQUIPAMENTO	AT2000 NORMAL		AT2000 ENDOSPEED		PERIOMAT	
	Exposição em segundos	60kV	70kV	60kV	70kV	60kV	70kV
KODAK D	3,2	23,56	14,78	65,06	32,05	39,9	0
	1,6	72,24	31,49	111,65	64,08	97,09	59,09
	0,8	134,12	84,57	151,49	107,76	149,65	104,19
	0,4	176,78	133,88	191,18	142,43	197,07	142,87
ULTRA-SPEED	3,2	17,74	8,73	48	27,66	41,55	0
	1,6	64,38	27,03	106,56	58,93	102,15	64,29
	0,8	127,65	77,55	144,9	103,97	153,53	104,99
	0,4	169,05	127,44	183,88	136,31	198,63	144,91
KODAK E	3,2	7,52	7,67	17,38	10,13	9,3	0
	1,6	20,25	9,84	48,43	19,39	40,78	17,35
	0,8	72,97	33,41	70,34	55,1	107,02	53,01
	0,4	123,17	88,86	140,4	97,9	157,74	110,02
INSIGHT	3,2	7,75	7,98	20,77	10,04	10,17	0
	1,6	20,81	8,97	47,3	21,33	44,29	19,86
	0,8	73,16	24,27	77,56	53,93	110,3	55,81
	0,4	131,47	68,8	133,78	92,46	154,27	109,22

Quadro 5.1 – Médias das leituras das Intensidades de Cinza, obtidas no programa Adobe PhotoShop 6.0[®], dos filmes Kodak D[®], Kodak Ultraspeed[®], Kodak E[®], e Kodak Insight[®], expostos com 0,4 segundo, 0,8 segundo, 1,6 segundo e 3,2 segundos, com as quilovoltagens-pico de 60 e 70, processados nos equipamentos AT2000-Plus[®] (velocidade normal e *endospeed*) e Periomat[®], escaneados com a resolução de 300 dpi

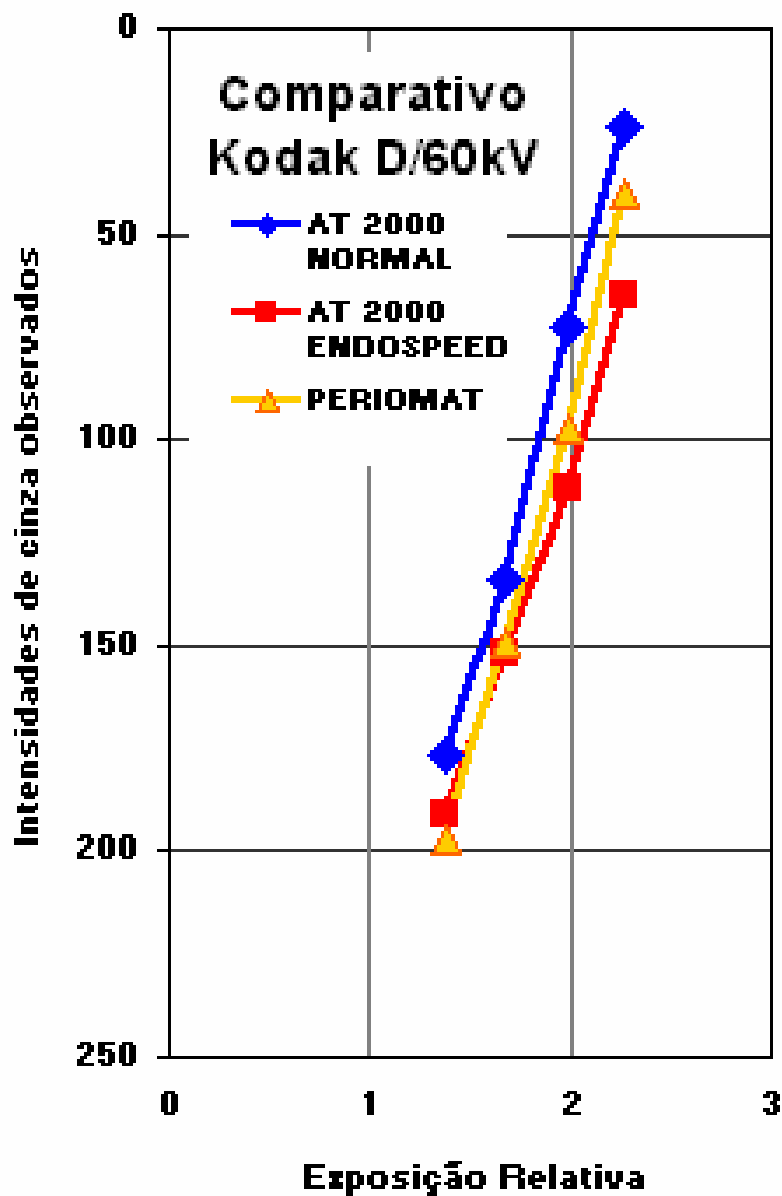


Gráfico 5.1 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak D, expostos a 60kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

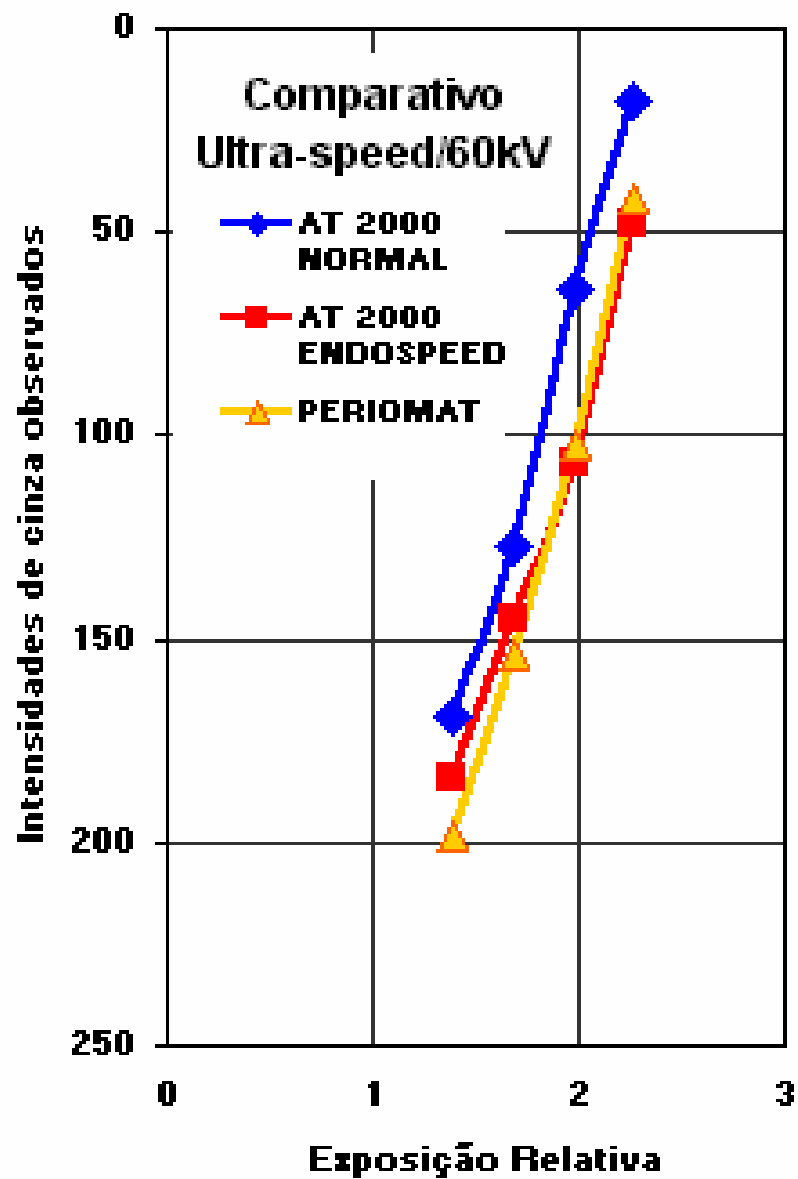


Gráfico 5.2 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Ultra-Speed, expostos a 60kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

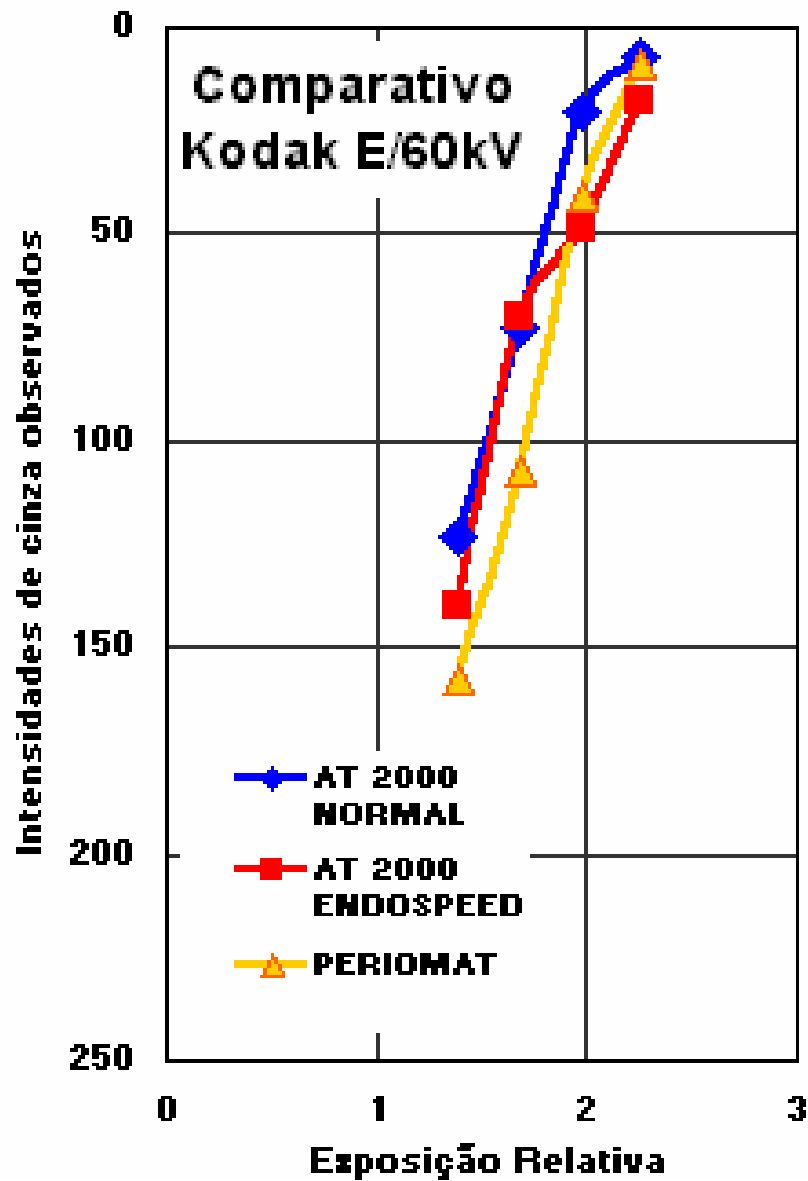


Gráfico 5.3 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak E, expostos a 60kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

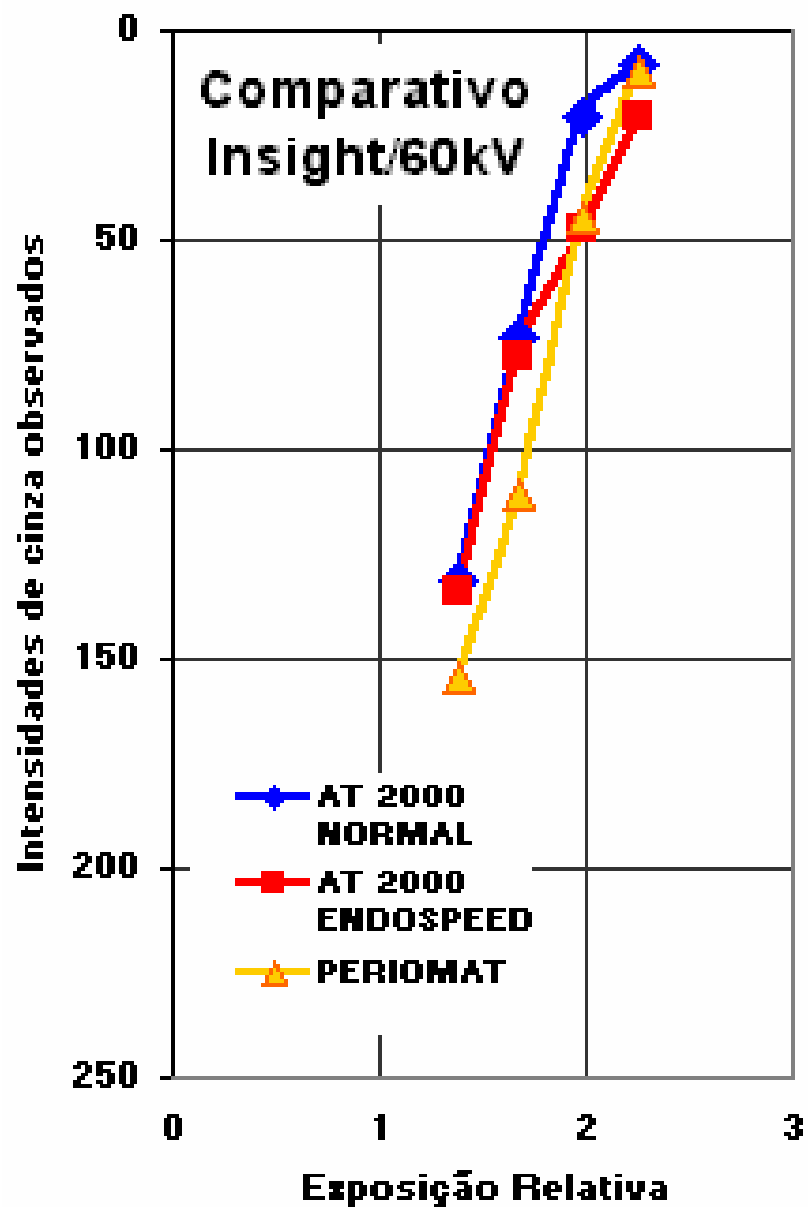


Gráfico 5.4 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Insight, expostos a 60kVp e 10mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

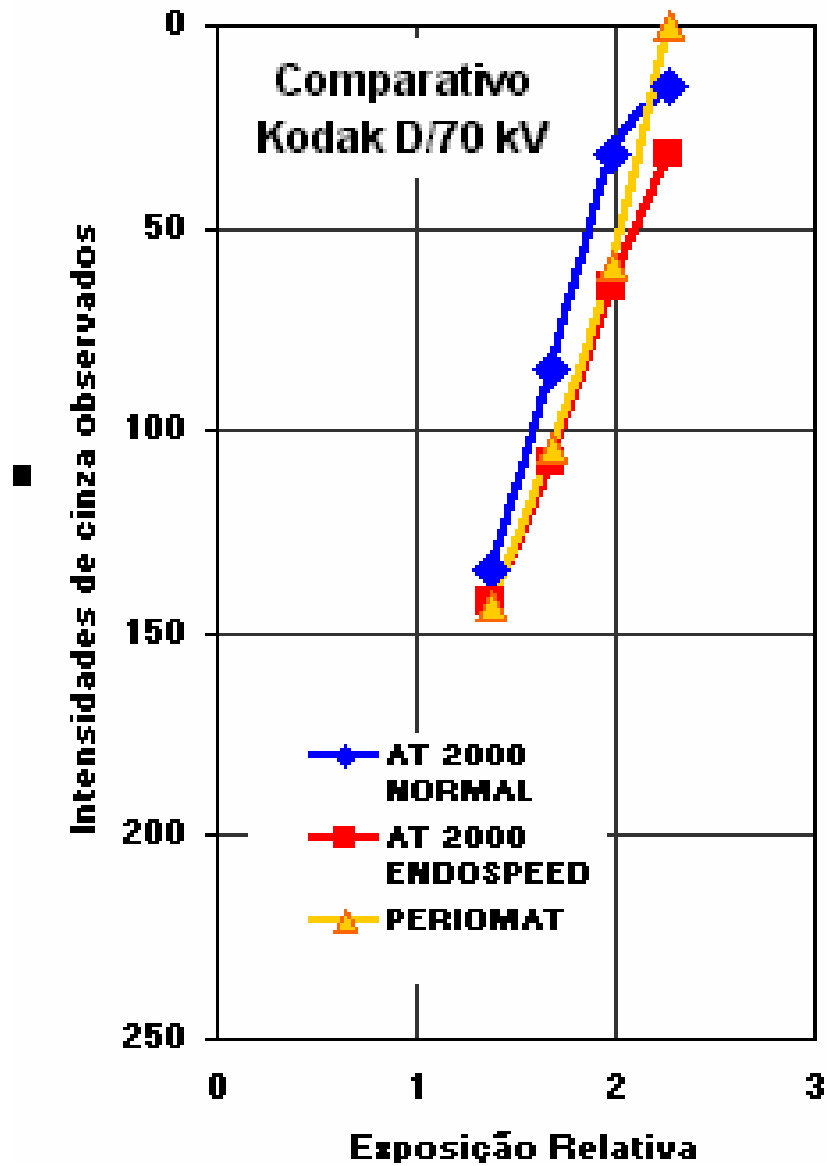


Gráfico 5.5 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak D, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

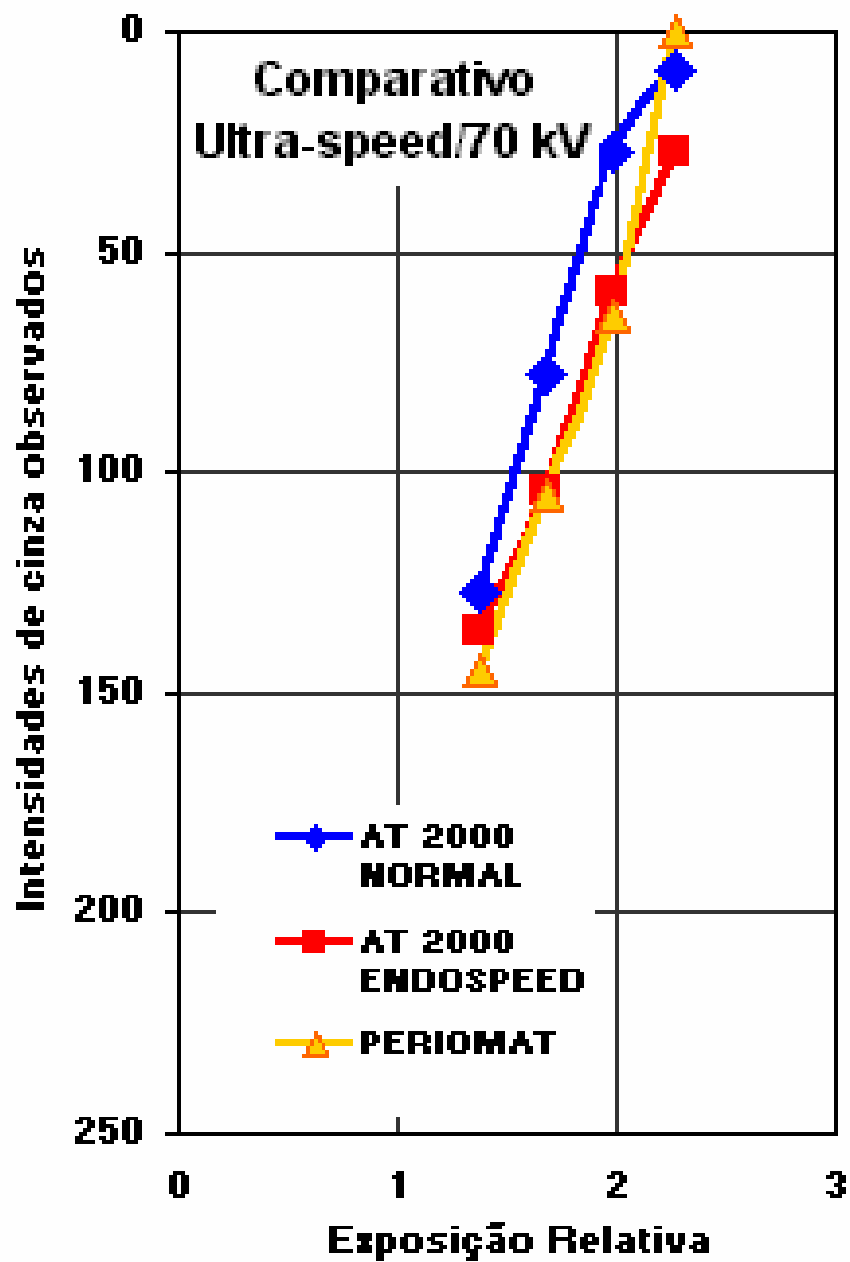


Gráfico 5.6 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Ultra-Speed, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

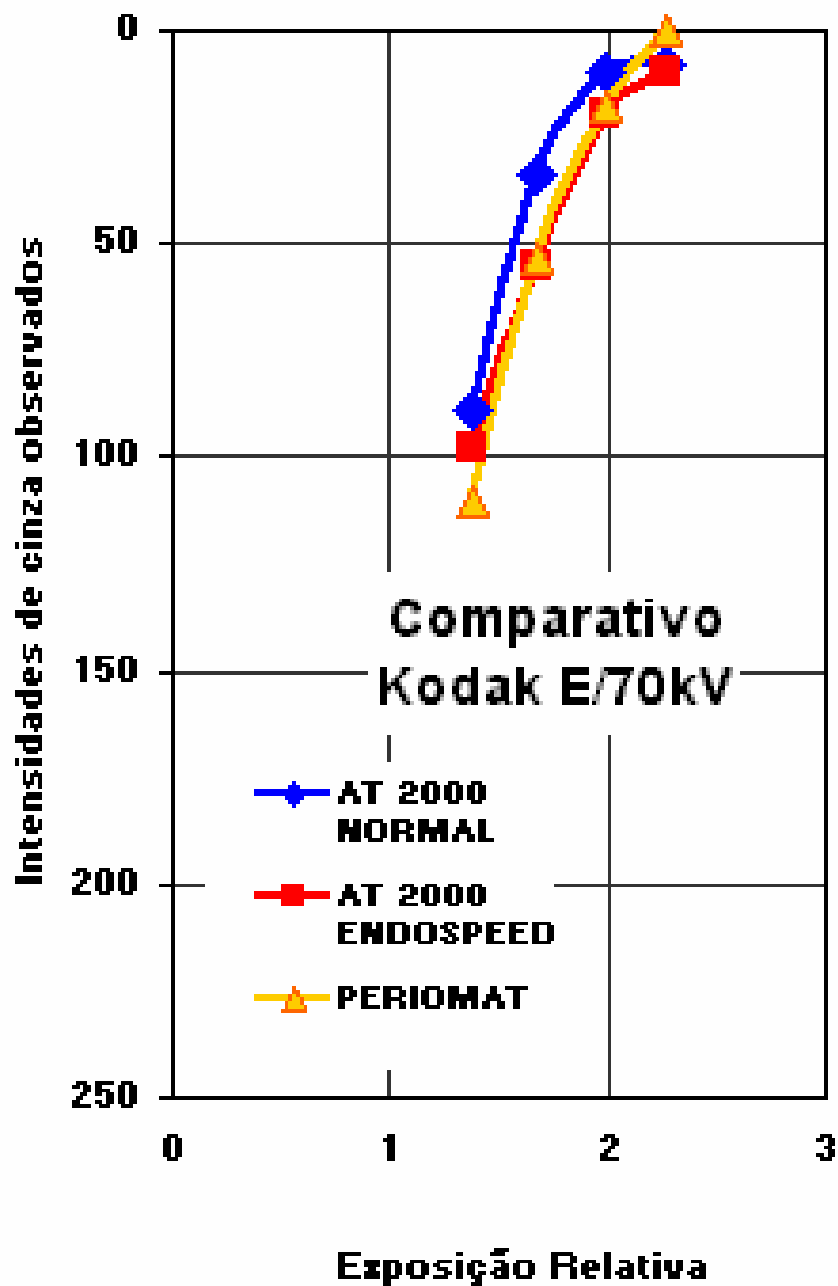


Gráfico 5.7 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak E, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

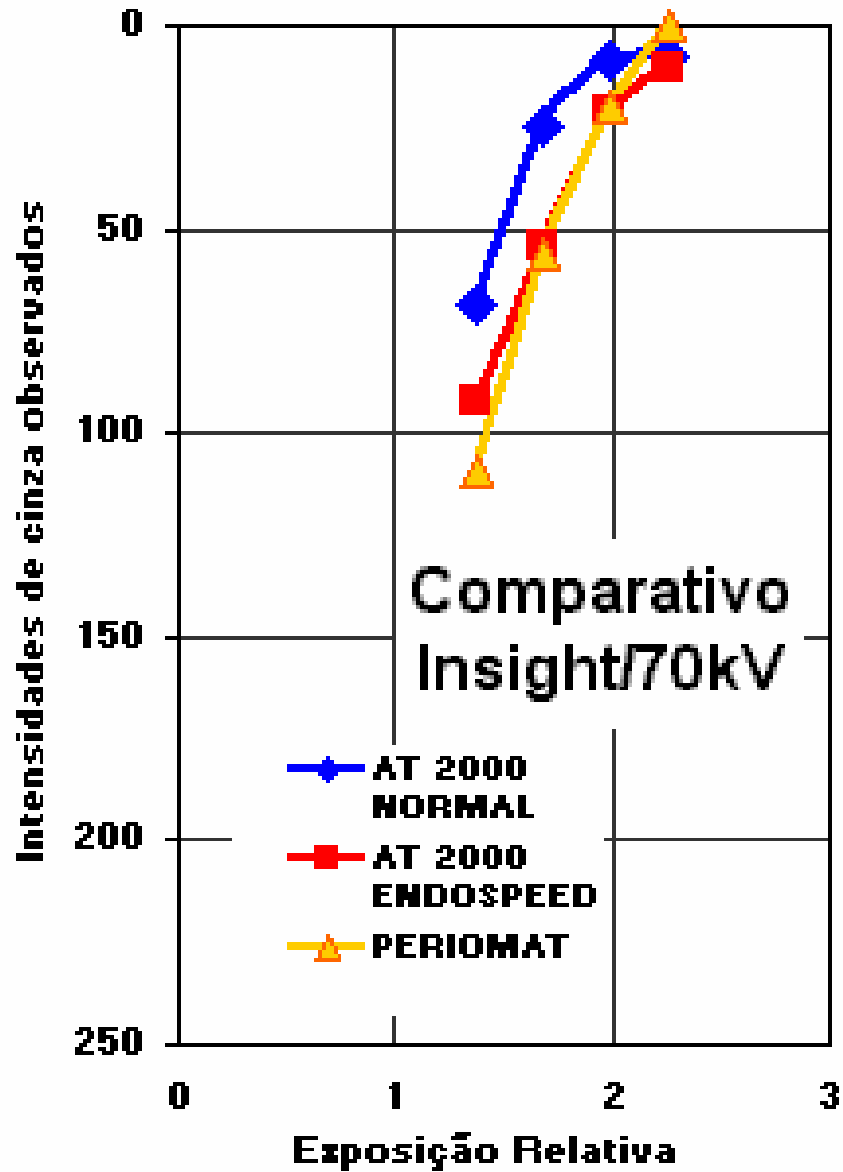


Gráfico 5.8 – Leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, dos filmes Kodak Insight, expostos a 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, processados na AT2000 (velocidade normal e *endospeed*) e na Periomat

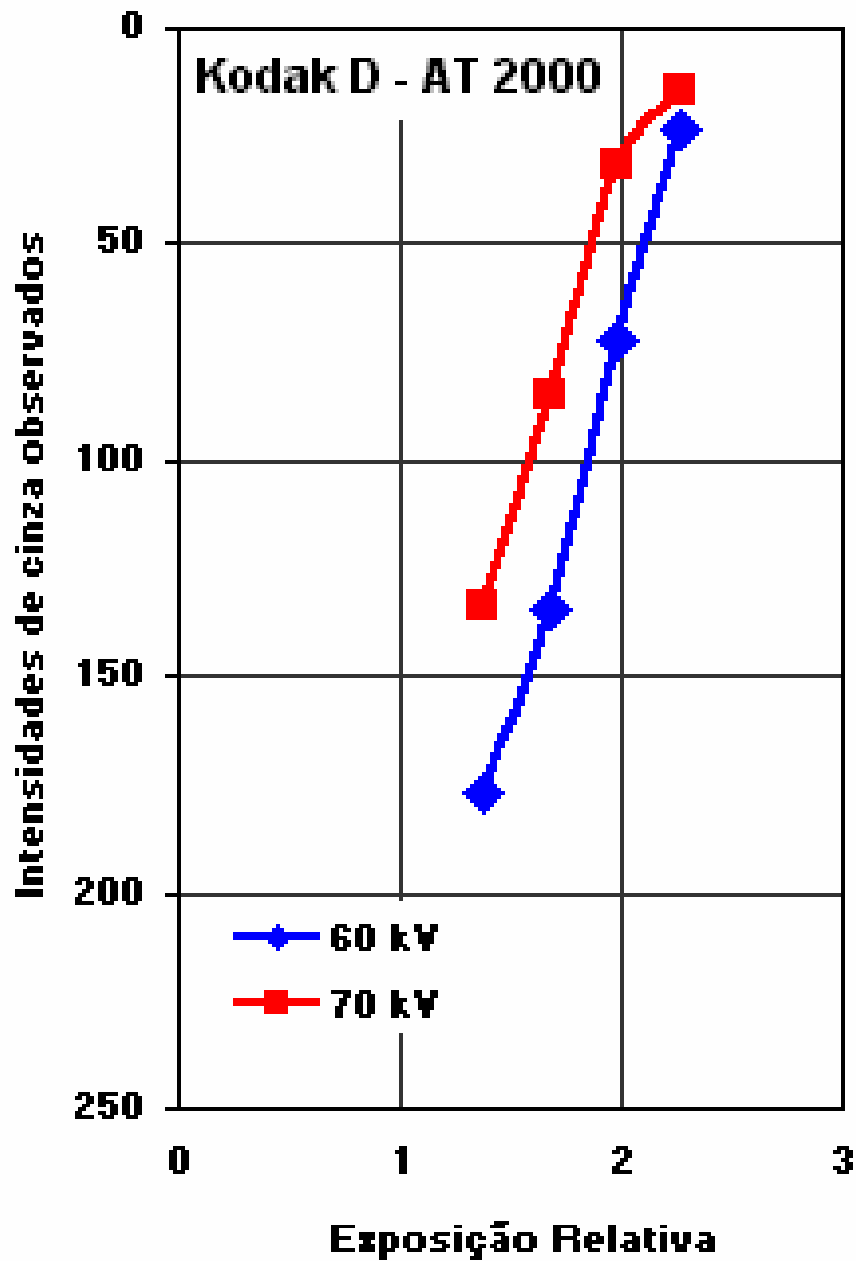


Gráfico 5.9 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak D, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal

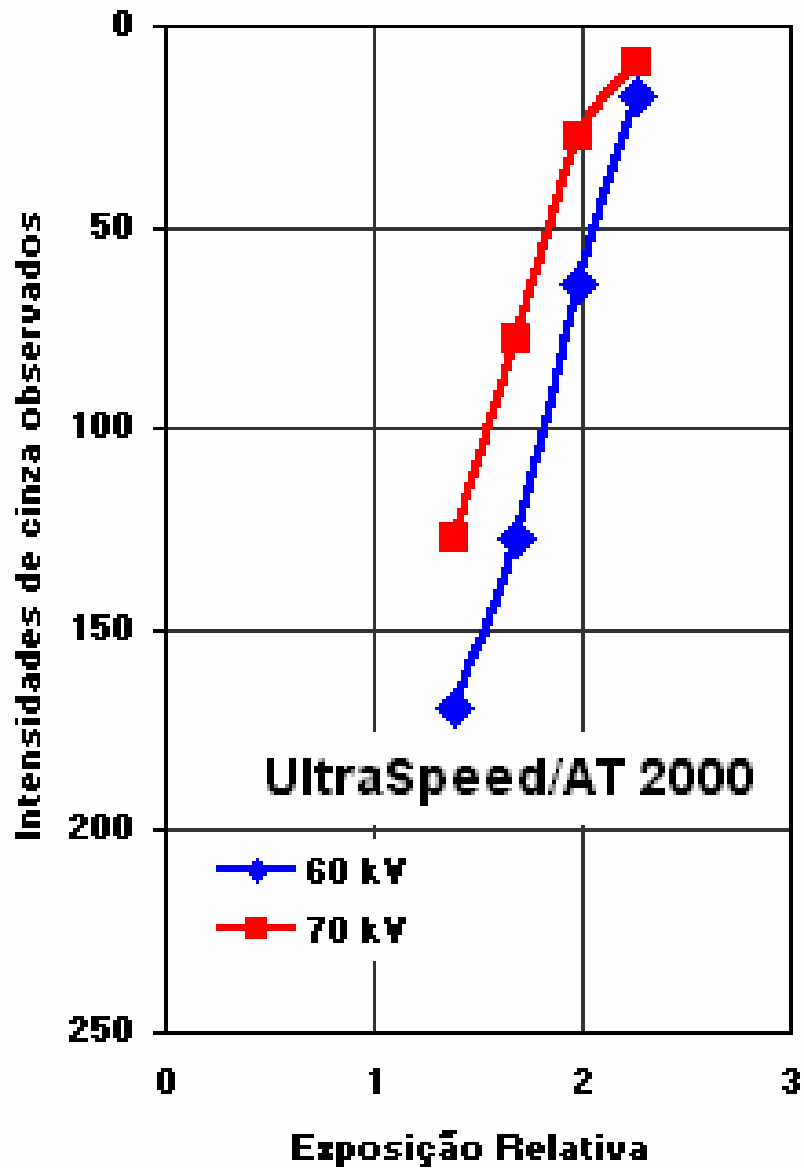


Gráfico 5.10 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Ultra-Speed, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal

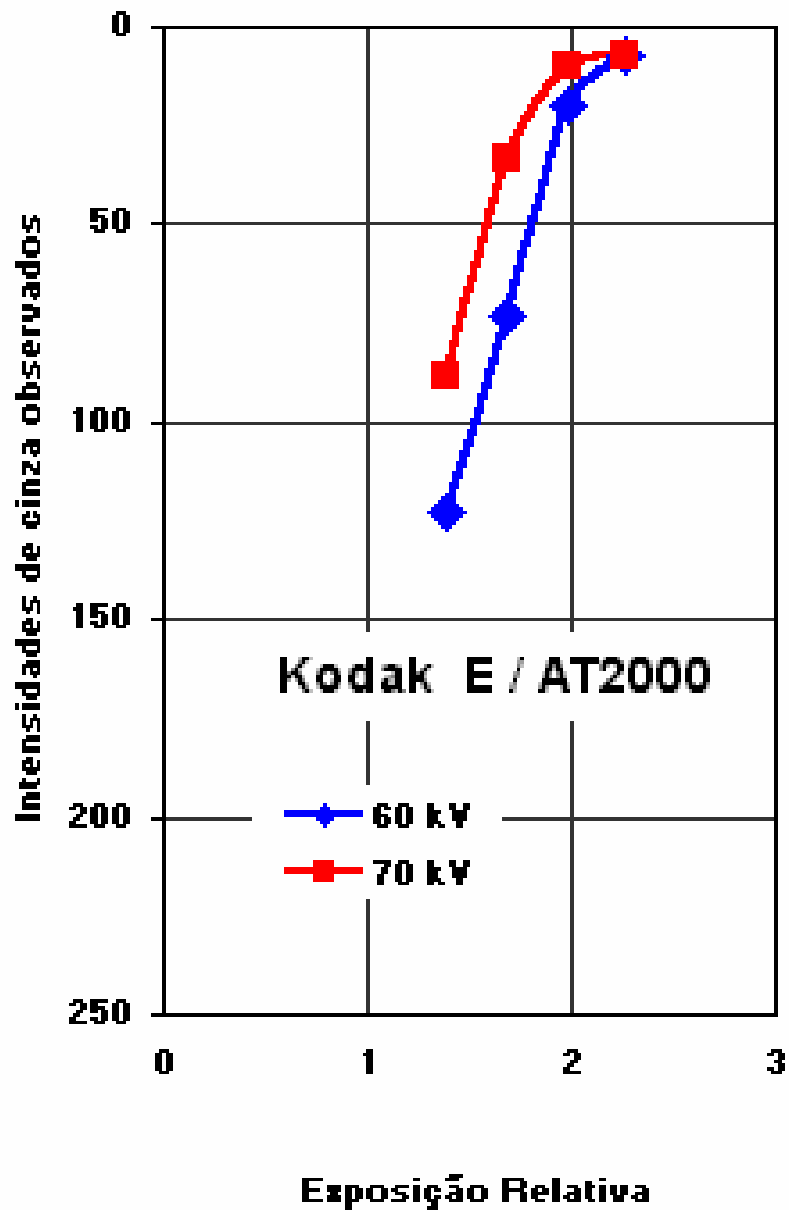


Gráfico 5.11 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak E, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal

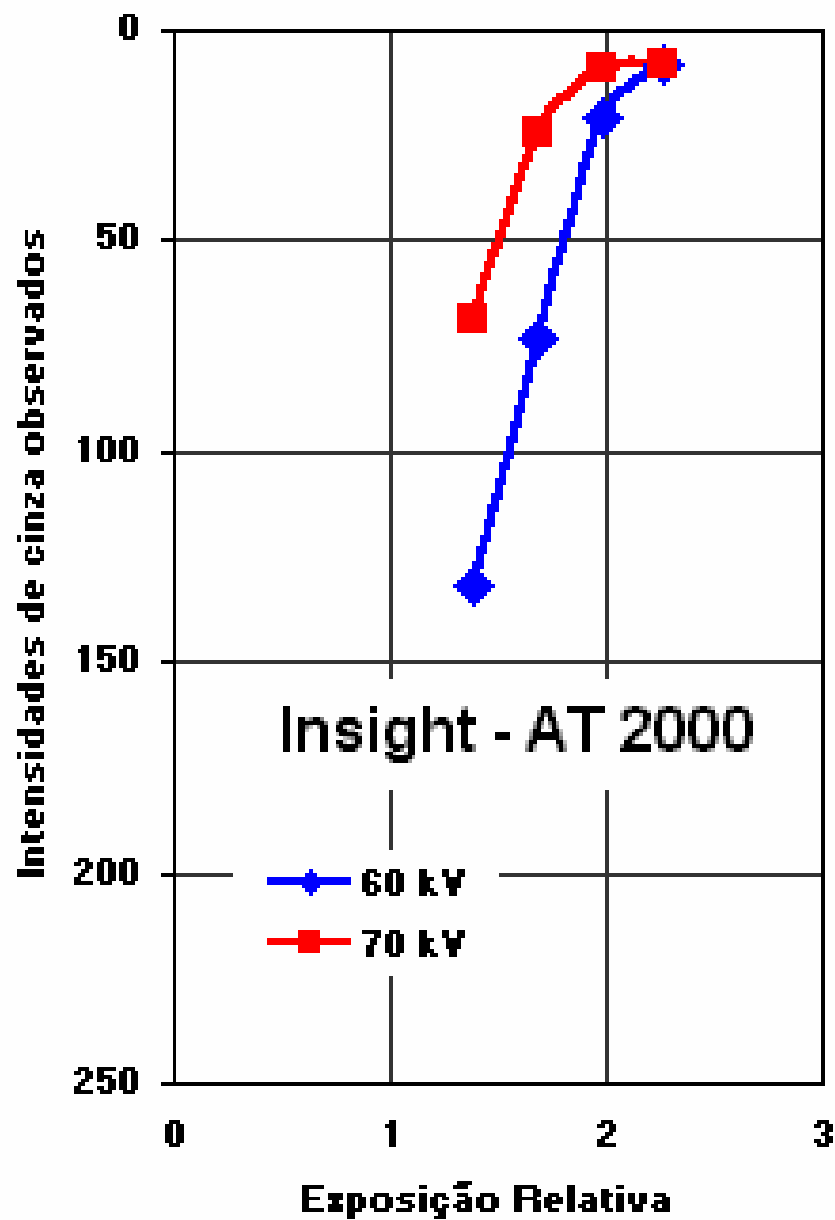


Gráfico 5.12 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Insight, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade normal

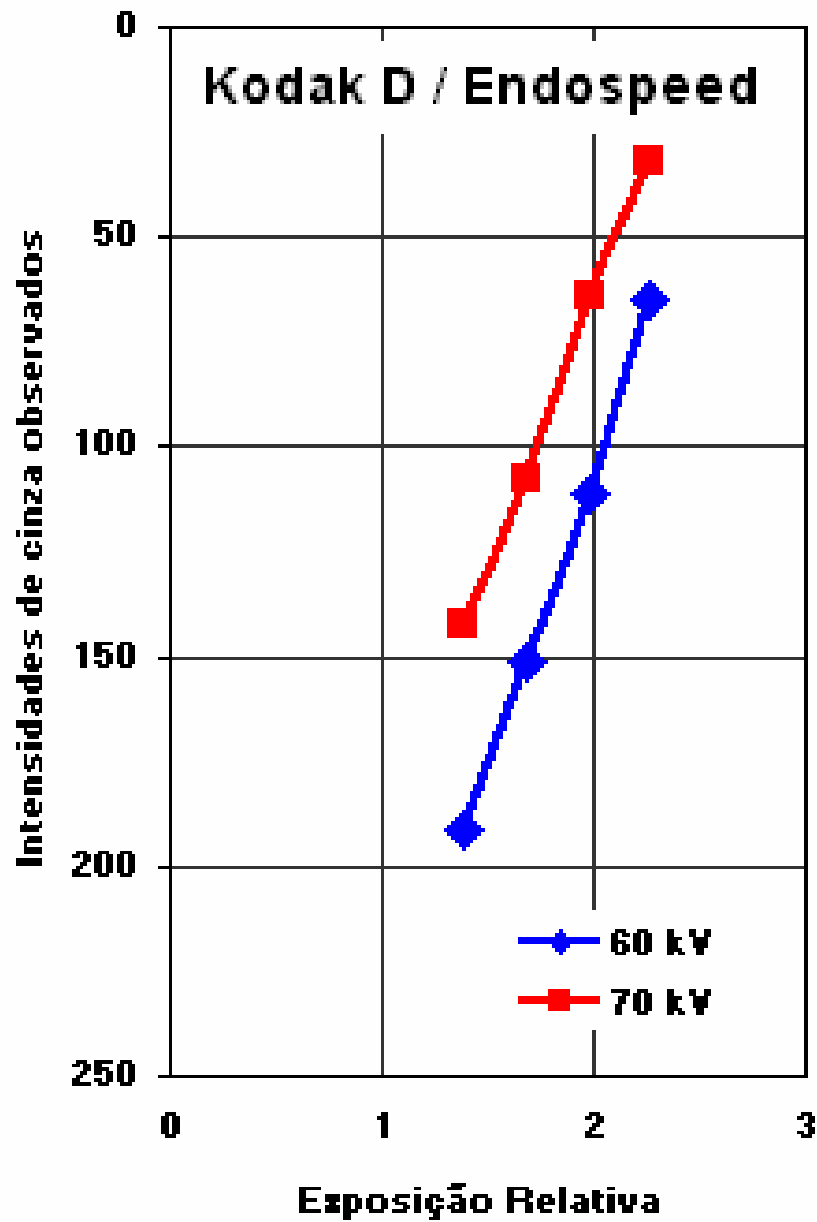


Gráfico 5.13 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak D, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade *endospeed*

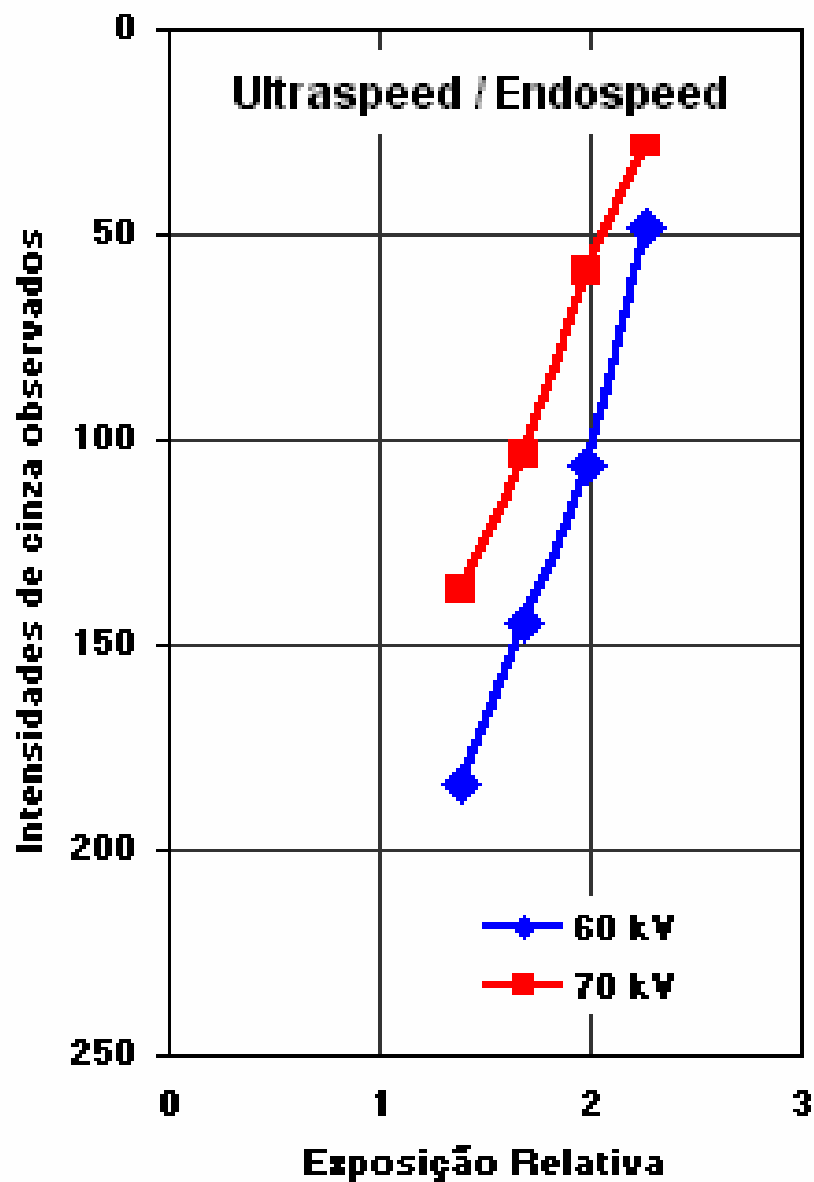


Gráfico 5.14 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak UltraSpeed, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade *endospeed*

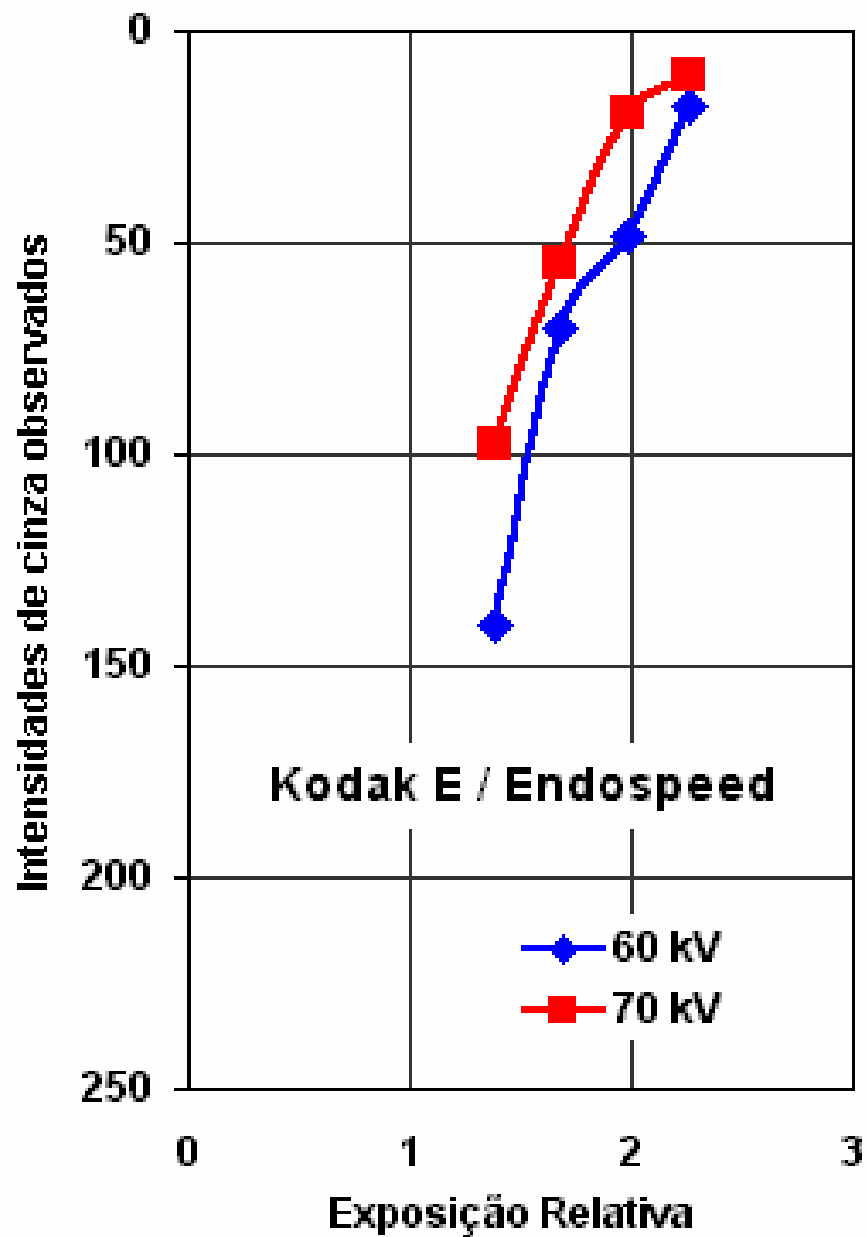


Gráfico 5.15 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak E, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade *endospeed*

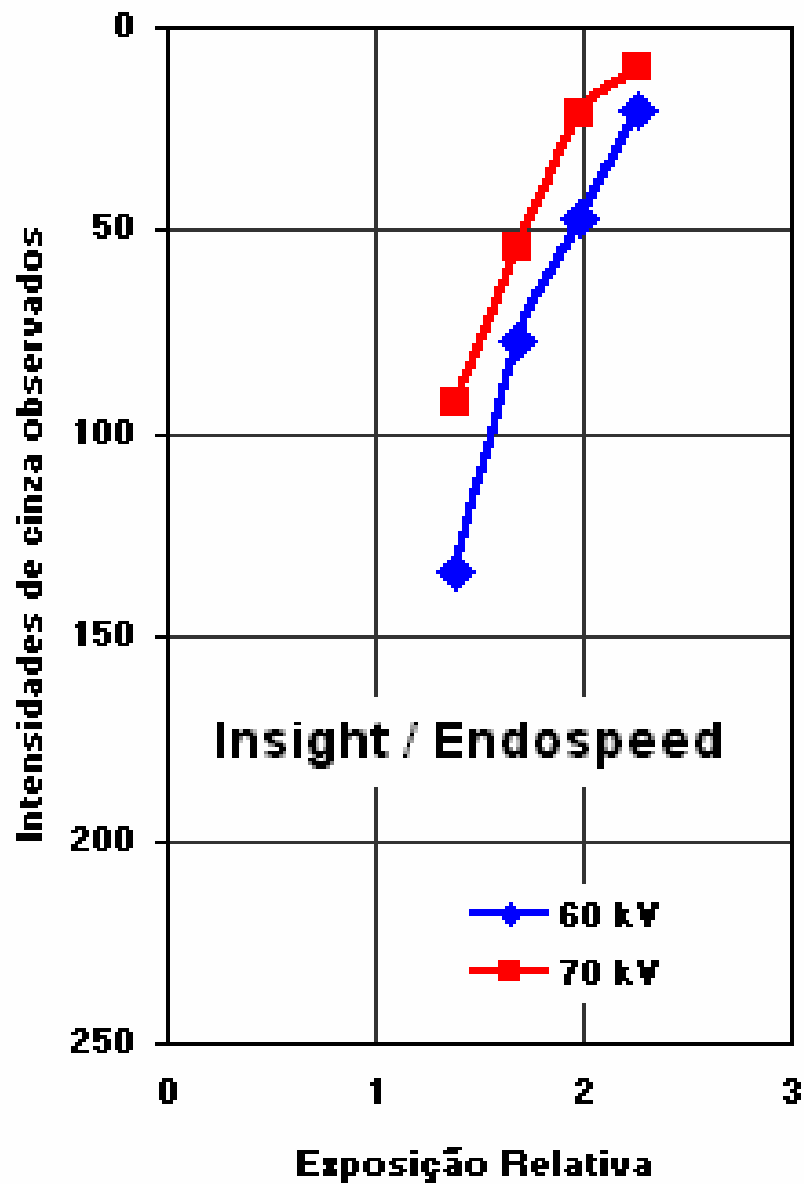


Gráfico 5.16 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Insight, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora AT2000-Plus, com velocidade *endospeed*

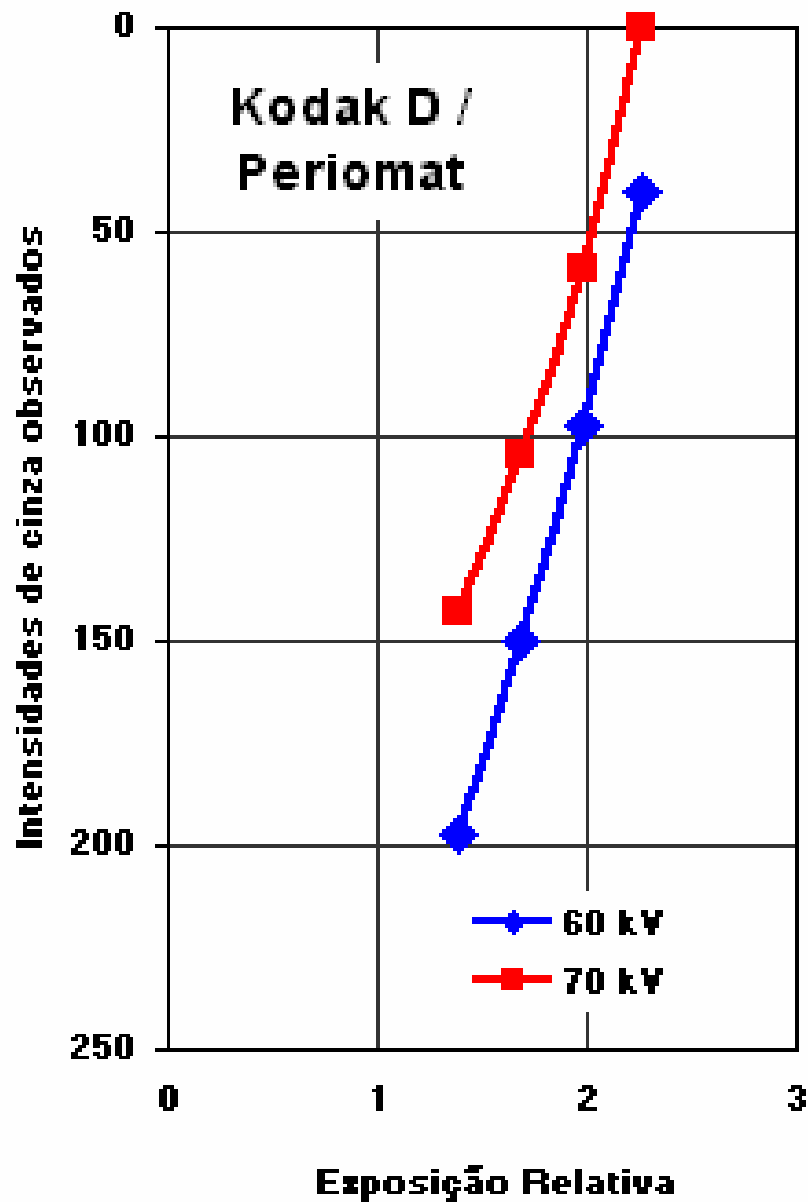


Gráfico 5.17 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak D, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat

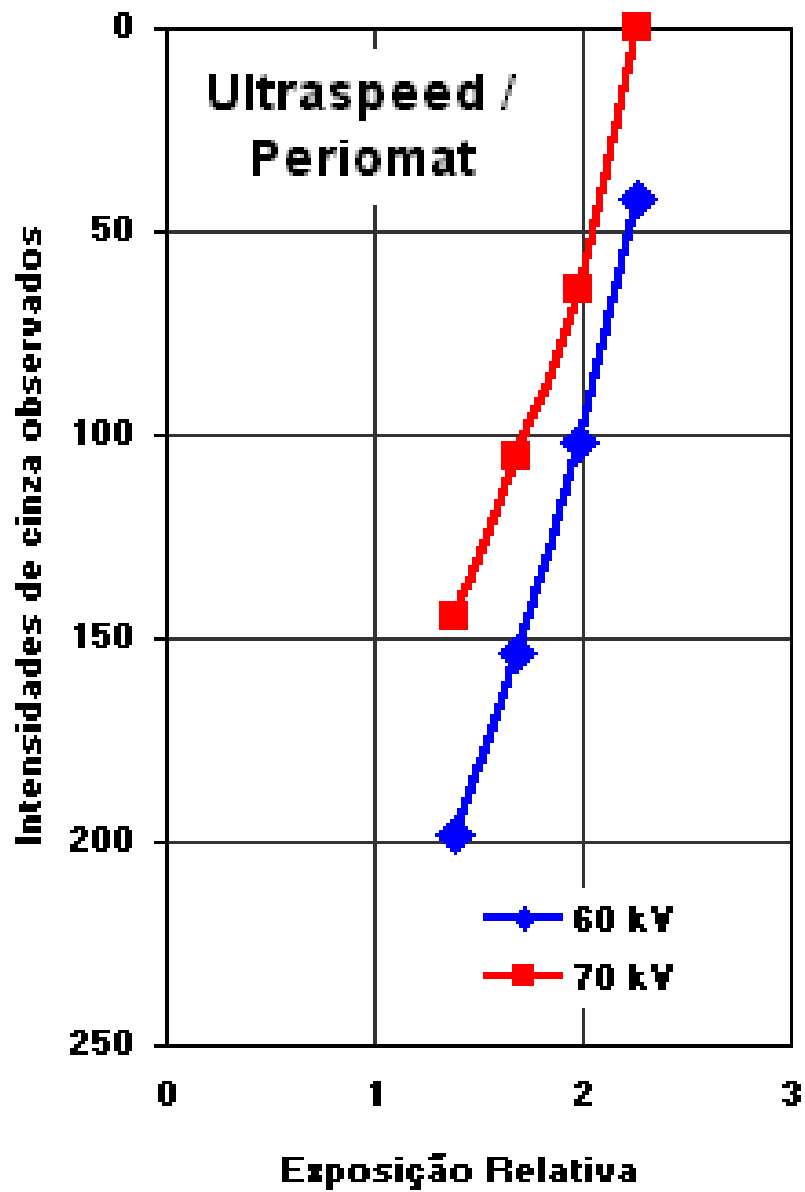


Gráfico 5.18 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak UltraSpeed, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat

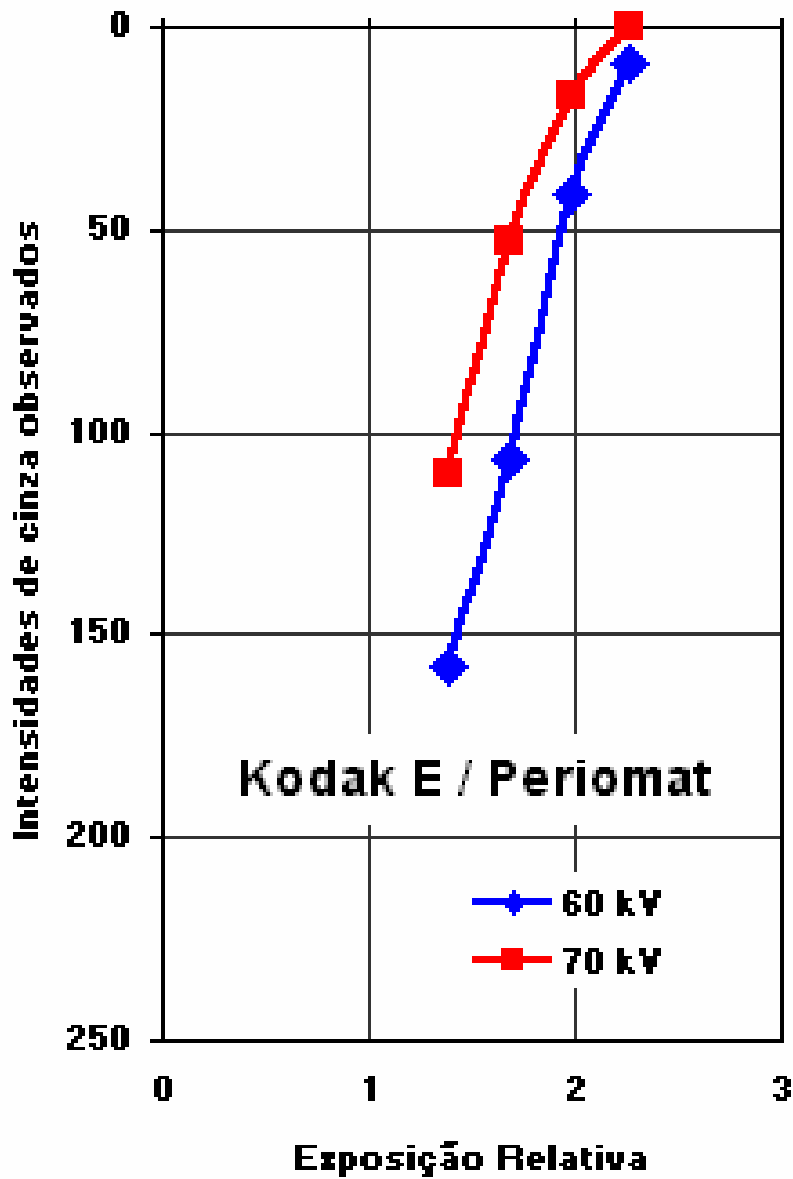


Gráfico 5.19 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak E, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat

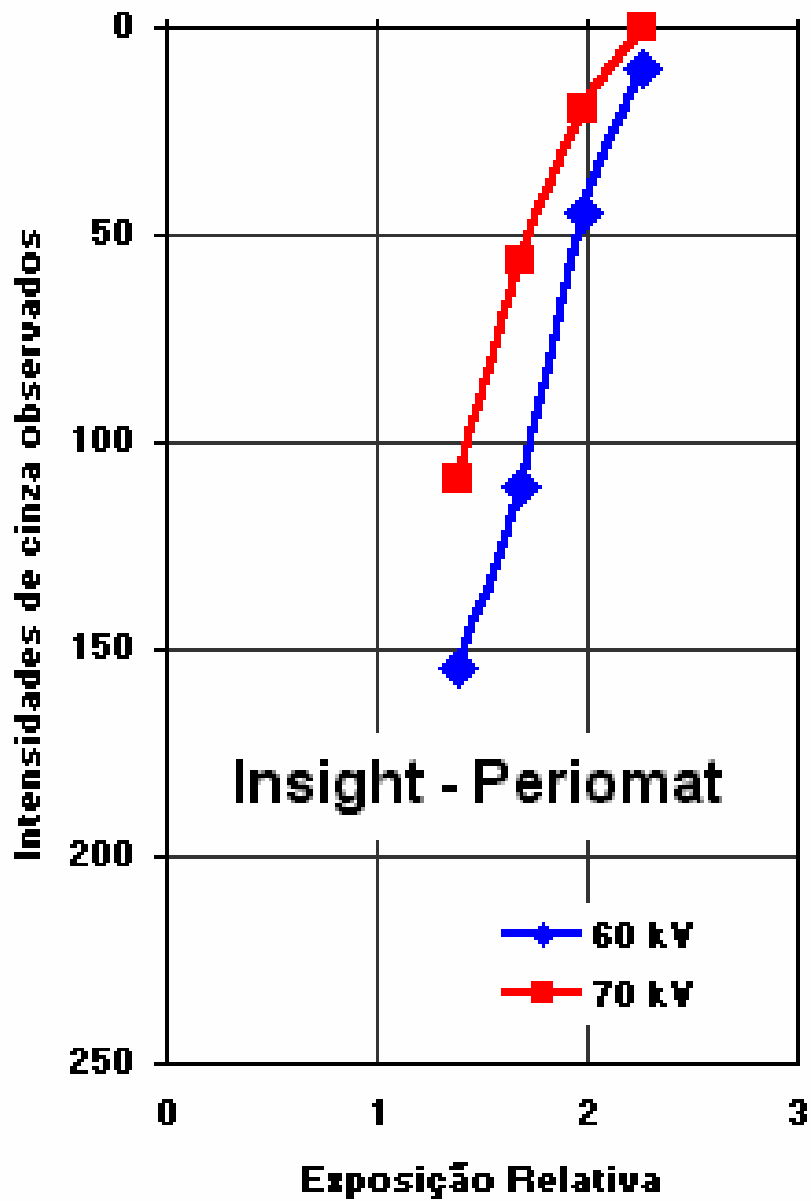


Gráfico 5.20 – Gráfico que compara as leituras de intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0, do filme Kodak Insight, exposto a 60kVp e 70kVp e 10 mAs, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e processados na processadora Periomat

6. DISCUSSÃO

O desenvolvimento de critérios relacionados ao Controle de Qualidade na obtenção de radiografias em Odontologia levou ao estabelecimento de parâmetros de trabalho na obtenção de imagens apropriadas para interpretação.

Os fatores envolvidos na aquisição das imagens radiográficas dependem de uma série de variáveis, sendo o presente trabalho destinado à associação dos fatores energéticos (quilovoltagem-pico e tempo de exposição), com os filmes radiográficos e processamento químico. Assim, os trabalhos realizados previamente por Brücker, Tavano e Costa (1992), Ribeiro, Tavano e Pereira (1994), Yacovenco et al. (1995), Yakovenco et al. (1997), Yakoumakis et al. (2001), Costa (2003), Giannakopoulos et al. (2004) e Varoli (2004) podem ser considerados como parâmetros conceituais para a presente discussão.

Pela aplicação da Curva Característica na obtenção das Propriedades Sensitométricas é possível observar-se gráfica e matematicamente o comportamento das variáveis estudadas, conforme descrito por Syriopoulos et al. (1999b), Price (2001), Geist e Katz (2002), Costa (2003) e Dezotti (2003).

A utilização de filmes radiográficos cada vez mais sensíveis visando a redução no tempo de exposição teria por si só a vantagem de levar à redução no tempo de exposição e portanto, na dose de radiação recebida pelo paciente, porém somente o desenvolvimento dos filmes não bastaria para alcançar tal objetivo, uma vez que os profissionais deveriam buscar a melhor relação entre o tipo de filme e o processamento químico (LUDLOW; PLATIN; HILL, 1995; LUDLOW; ABREU Jr.; MOL, 2001).

Em 2004, Varoli comparou por intermédio de um programa computadorizado denominado "AI-Equivalent – ALEQ[®]" cinco tipos de filmes radiográficos que foram expostos com dez tempos de exposição variados, processados em uma processadora AT-2000/XR[®], e depois digitalizados em um "scanner" de mesa com tampo luminoso foram submetidos à leitura do programa ALEQ[®] que possibilitou a construção de gráficos que definiram como

filmes mais sensíveis e portanto com menor risco radiobiológico para os pacientes os filmes Kodak Insight[®] e o filme Agfa Dentus M2 'Comfort'[®].

Silva (1999) verificou uma possível substituição do método convencional, para avaliação de filmes radiográficos e atividade de soluções de processamento com temperaturas diferentes, e depois pelo método digital, utilizando o programa de imagem Adobe Photoshop 4.0[®]. A análise estatística, obtida pela *Correlação de Pearson*, mostrou alta significância de resultados em todas as temperaturas avaliadas quanto à quantificação dos níveis de cinza das imagens após a digitalização dos filmes radiográficos e a densidade óptica obtida no fotodensitômetro. O autor concluiu ser possível a substituição de um método pelo outro quando se utiliza o programa de imagem Adobe Photoshop 4.0[®], com o objetivo de avaliar densidade óptica e quantificação dos níveis de cinza, sendo o método digital mais objetivo e rápido.

Tais achados possibilitaram o desenvolvimento metodológico do presente estudo que avalia o comportamento dos filmes radiográficos em diferentes processamentos, comparando as suas características quanto à intensidade de cinza observada em imagens digitalizadas.

Destarte passando-se à análise dos resultados encontrados por meio dos gráficos e quadros, passaremos à discutir de forma comparativa os achados nas diferentes associações realizadas.

O Quadro 5.1 apresenta todas as 96 (noventa e seis) médias de leituras das intensidades de cinza observadas no programa Adobe PhotoShop 6.0[®], dos filmes Kodak D[®], UltraSpeed[®], E[®] e Insight[®], expostos aos Raios-X sob uma energia de 60kVp e 70kVp, com 0,4s, 0,8s, 1,6s e 3,2s, e após processados nos equipamentos automáticos AT2000-Plus[®] (com velocidade normal e com velocidade *endospeed*) e Periomat[®], e finalmente digitalizadas com a resolução de 300 (trezentos) d.p.i., como foi descrito na metodologia.

Os gráficos de 5.1 a 5.8 apresentam o comportamento dos filmes radiográficos em função do processamento automático empregado, avaliando-se as curvas nos seus pontos máximo (3,2s) e mínimo (0,4s) de exposição.

No gráfico 5.1 observamos que os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak D[®], submetidos a 60kVp, foram alcançados no processamento realizado com a AT2000[®] em velocidade normal, seguindo-se a Periomat[®] e a AT2000[®] na velocidade *endospeed*, ou seja, em sub-processamento. Os valores mínimos apresentaram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal, com equivalência para a Periomat[®] e AT2000[®] em velocidade *endospeed*.

No gráfico 5.2 encontramos os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak UltraSpeed[®], submetidos aos mesmos 60kVp, sendo alcançados os maiores valores no processamento realizado com a AT2000[®] em velocidade normal, enquanto a Periomat[®] e a AT2000[®] na velocidade *endospeed* apresentaram valores máximos semelhantes. Os valores mínimos apresentaram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal seguidos da AT2000[®] em velocidade *endospeed* e Periomat[®].

O gráfico 5.3 demonstra que os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak E[®], submetidos a 60kVp, foram atingidos de forma equivalente nos processamentos realizados com a AT2000[®] em velocidade normal, a Periomat[®] e a AT2000[®] na velocidade *endospeed*. Os valores mínimos demonstraram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal, seguidos da AT2000[®] em velocidade *endospeed* e Periomat[®].

Ao analisarmos o gráfico 5.4 podemos observar que os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak Insight[®], também submetidos a 60kVp, foram atingidos de forma equivalente nos processamentos realizados com a AT2000[®] em velocidade normal, a Periomat[®] e a AT2000[®] na velocidade *endospeed*. Os valores mínimos demonstraram intensidade de cinza equivalentes para a AT2000[®] em velocidade normal e AT2000[®] em velocidade *endospeed*, sendo estes maiores do que os encontrados na Periomat[®].

Passando-se ao gráfico 5.5 observamos que os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak D[®], submetidos a 70kVp, foram alcançados no processamento realizado com a Periomat[®], seguido da

AT2000[®] em velocidade normal e da AT2000[®] na velocidade *endospeed*. Os valores mínimos apresentaram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal, com equivalência para a Periomat[®] e AT2000[®] em velocidade *endospeed*.

No gráfico 5.6 encontramos os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak UltraSpeed[®], submetidos aos mesmos 70kVp, sendo alcançados os maiores valores no processamento realizado com a Periomat[®] seguido da AT2000[®] em velocidade normal e da AT2000[®] na velocidade *endospeed*. Os valores mínimos apresentaram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal seguidos da AT2000[®] em velocidade *endospeed* e Periomat[®].

O gráfico 5.7 demonstra que os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak E[®], submetidos a 70kVp, foram atingidos de forma equivalente nos processamentos realizados com a AT2000[®] em velocidade normal, a Periomat[®] e a AT2000[®] na velocidade *endospeed*. Os valores mínimos demonstraram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal, seguidos da AT2000[®] em velocidade *endospeed* e Periomat[®].

Ao avaliarmos o gráfico 5.8 podemos observar que os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes Kodak Insight[®], também submetidos a 70kVp, foram maiores para a Periomat[®], seguidos pelas demais de forma equivalente nos processamentos realizados com a AT2000[®] em velocidade normal e a AT2000[®] na velocidade *endospeed*. Os valores mínimos demonstraram intensidade de cinza maiores para a AT2000[®] em velocidade normal, seguidos da AT2000[®] em velocidade *endospeed* e Periomat[®].

Nos gráficos de 5.9 a 5.20 podemos observar a relação entre os tipos de filmes radiográficos estudados e os níveis de energia empregados na sua ionização por meio de curvas construídas a partir dos valores de intensidade de cinza mensurados.

Em todos os gráficos os valores máximos de intensidade de cinza (3,2s), como já esperado, foram maiores para os filmes ionizados com 70kVp

demonstrando a influência deste fator energético no velamento das películas e os valores mínimos de intensidade de cinza (0,4s) sempre foram maiores para as exposições realizadas com 70kVp.

Foram calculadas as diferenças entre os valores máximos de intensidade de cinza para os filmes expostos a 60kVp e 70kVp com 3,2s. Consideramos para nossas afirmações quanto a discrepância somente aquelas situações em que estas diferenças fossem maiores ou iguais a 12,8, representando portanto diferenças maiores ou iguais a 5% entre os valores da escala de 256 tons de cinza.

Os gráficos 5.9, 5.13 e 5.17 ilustram os graus de ionização dos filmes Kodak D[®] expostos a 60kVp e 70kVp nos três processamentos automáticos empregados (AT2000[®] em velocidade normal, AT2000[®] em velocidade *endospeed* e Periomat[®]).

Assim, tomando-se como processamento ideal aquele observado na AT2000[®] em velocidade normal (COSTA, 2003; GIANNAKOPOULOS et al., 2004), realizaremos as comparações quanto aos valores máximos de intensidade de cinza alcançados com 60 e 70kVp.

Diante destas comparações, podemos observar que tanto no processamento com a AT2000[®] em velocidade *endospeed* quanto na Periomat[®], os valores máximos com 60kVp foram inferiores aos encontrados com 70kVp, diferentemente do que ocorreu com o filme Kodak D[®] na AT2000[®] em velocidade normal aonde os valores máximos nos dois níveis de energia se aproximaram.

As comparações realizadas por meio dos gráficos 5.10, 5.14 e 5.18, para os filmes Kodak UltraSpeed[®] permitem-nos observar que também quando do processamento com a AT2000[®] em velocidade *endospeed* e do processamento na Periomat[®], os valores máximos com 60kVp foram inferiores aos encontrados com 70kVp, diferentemente do que ocorreu com este tipo de filme na AT2000[®] em velocidade normal onde os valores máximos nos dois níveis de energia ficaram bastante próximos.

Os gráficos 5.11, 5.15 e 5.19 apresentam os valores máximos atingidos pelos filmes Kodak E[®], sendo que por meio destas comparações, podemos

observar que nos processamentos com a AT2000[®] em velocidade normal, AT2000[®] em velocidade *endospeed* e na Periomat[®], os valores máximos com 60kVp foram próximos aos encontrados com 70kVp.

Nos gráficos 5.12, 5.16 e 5.20 temos as curvas obtidas para o filme do tipo Kodak Insight[®] havendo similaridade entre os valores máximos observados para as processamentos automáticos na AT2000[®] com velocidade normal, AT2000[®] com velocidade *endospeed* e na Periomat[®].

Estes dados permitem inferir que os filmes mais sensíveis (Kodak E[®] e Kodak Insight[®]) atingiram a sua máxima intensidade de cinza em ambos os níveis de energia (60 e 70kVp) nos três processamentos automáticos empregados.

Contudo, os filmes menos sensíveis (Kodak D[®] e Kodak UltraSpeed[®]) sofreram redução na sua capacidade de ionização em níveis de energia menores (60kVp) quando do uso da AT2000[®] em velocidade *endospeed* e da Periomat[®], não alcançando os valores máximos possíveis pelo sub-processamento (AT2000[®] em velocidade *endospeed*) ou pelo meio de contato mecânico menos intenso (sistema *nonroller* ou *roller-less* da Periomat[®]).

Devemos lembrar que os estudos de Hashimoto, Thunthy e Weinberg (1991), Farman e Farman (2000), Geist, Brand e Pink (2003) afirmam que os valores de escurecimento das imagens sofrem maiores alterações em razão da temperatura das soluções do que propriamente do tempo de processamento.

Como a temperatura nas processadoras automáticas foram padronizadas eliminamos a maior fonte de alteração do velamento e assim podemos observar efetivamente a influência do tempo de processamento sobre esta característica, sendo que os achados atuais vão ao encontro das afirmações de estabilidade descritas por Price (1995), Thunthy e Weinberg (1995), Geist e Brand (2001).

De maneira sistematizada podemos verificar que todos os filmes utilizados (Kodak D[®], Kodak UltraSpeed[®], Kodak E[®] e Kodak Insight[®]) apresentaram aumento das intensidades de cinza quando do aumento da quilovoltagem-pico nas três condições de processamento (AT2000[®] com

velocidade normal, AT2000[®] com velocidade *endospeed* e Periomat[®] com velocidade padrão). Considerando-se a intensidade de cinza como homóloga à sensibilidade dos filmes nas análises convencionais, tais achados confirmam os relatos de Conover, Hildebolt e Anthony (1995a), Ludlow, Platin e Hill (1995), Price (1995), Syriopoulos et al. (1999), Geist e Brand (2001), Balthazar (2001), Casanova (2002), Costa (2003), Dezotti (2003), Geist, Brand e Pink (2003).

Geist e Brand (2001) consideram o velamento obtido no seu experimento para os filmes Kodak Ektaspeed Plus[®] e Kodak Insight[®], semelhantes; e recentemente, em outra pesquisa relatam que as condições de processamento podem causar aumento no contraste (GEIST; BRAND e PINK, 2003).

A proximidade encontrada no presente estudo comparativo confirma a tendência de aumento dos valores de intensidade de cinza, que em função do tipo de filme e condição processamento podem não ser constantes ou homogêneas, porém previsíveis e crescentes.

A processadora AT2000[®] (tipo *roller*) utiliza sistema de calandras, isto é, roletes pelos quais os filmes são carregados de uma solução para outra, até a secagem final. Com isso, existe a remoção de revelador por pressão do rolete sobre a emulsão, sendo um processo mais agressivo ao filme, causando maior contato de superfície da solução com os cristais de halogenados de prata expostos aos raios X, pela quebra da tensão superficial.

Na processadora Periomat[®] (tipo *nonroller* ou *roller-less*), os filmes são carregados de uma solução para outra de forma menos agressiva, não havendo ação mecânica sobre a emulsão por se movimentarem na solução em canaletas, sendo o contato do equipamento com o filme exercido somente nas suas bordas, sem a quebra da tensão superficial. Este fato pode gerar ação diferente sobre os cristais de prata, modificando o comportamento dos valores de leitura para as intensidades de cinza e conseqüentemente diferenças nos valores máximos e mínimos obtidos.

Isto comprova que a falta de ação mais enérgica encontrada no processamento por meio de canaletas (*nonroller* ou *roller-less*) e o sub-

processamento em processadoras com roletes (*roller*), causam maiores alterações nas leituras de filmes mais sensíveis como no caso do filme Kodak Insight e Kodak E[®], que acabam por não alcançar a sua intensidade de cinza máxima.

Assim, diante dos resultados obtidos e da discussão formulada, torna-se evidente que outras análises devem ser realizadas no intuito de se aprofundar os estudos das variáveis relacionadas com as características dos filmes radiográficos em Odontologia. Os estudos das análises morfométricas dos cristais de prata por microscopia, digitalização de radiografias e avaliação dos níveis de cinza têm permitido detalhar comportamentos dos filmes e diante dos questionamentos observados nesta discussão parece-nos lícito inferir que tais estudos podem e devem contribuir com o entendimento das características descritas Dezotti, Tavano (2000), Rosa (2001), Costa (2003), Dezotti (2003), Costa et al. (2004), Giannakopoulos et al. (2004) e Varoli (2004).

7. CONCLUSÃO

Os dados obtidos por este trabalho deixam claro que o comportamento dos filmes Kodak-Insight[®] e Kodak-E[®] são bastante próximos entre si, alcançando os maiores valores máximos de intensidade de cinza quando expostos a 60kVp e processados na AT2000[®] com velocidade normal.

Quando do uso de 70kVp, os filmes Kodak-Insight[®] e Kodak-E[®] atingiram os maiores valores máximos de intensidade de cinza na processadora Periomat[®].

O processamento automático com o uso da AT2000[®] em velocidade *endospeed* causou perda na evidenciação do grau de ionização dos cristais de prata dos quatro tipos de filmes radiográficos e quilovoltagens experimentadas.

Os filmes Kodak Ultra-Speed[®] e Kodak-D[®] nos processamentos estudados apresentaram características semelhantes, podendo-se considerar o filme Kodak-D[®] como alternativa ao uso do filme Kodak Ultra-Speed[®] pelos resultados de intensidades de cinza observados.

A utilização em Clínicas de Radiologia de processadoras, sem fluxo contínuo de regeneração das soluções químicas, ou do controle de aquecimento das soluções, como é o caso da processadora Periomat, parece mostrar uma certa equivalência de resultados entre os filmes Kodak-E[®] e Kodak Insight[®], bem como entre os filmes Kodak-D[®] e Kodak Ultra-Speed[®] para os valores de leitura obtidos.

Sugerimos que nos processamentos automáticos em equipamentos do tipo *roller*, com controle de temperatura, devemos utilizar preferencialmente o filme Kodak Insight[®], e nos casos de processamento automático em equipamentos sem roletes (*nonroller* ou *roller-less*), possamos utilizar indistintamente os filmes Kodak-E[®] e Kodak Insight[®], por apresentarem curvas aparentemente semelhantes.

Os filmes Kodak-D[®] e Kodak Ultra-Speed[®], com características similares, embora adequados para uso em Odontologia, deverão ser preteridos, por serem menos sensíveis, demandando maiores tempos de exposição e, portanto aumentando a dose de radiação recebida pelo paciente. Este fato pode ser observado a partir dos valores mínimos de intensidade de cinza encontrados no espectro clínico de exposição (0,4s a 0,8s).

Diante dos resultados obtidos sugerimos o uso de meios de controle rotineiro da qualidade dos filmes, das soluções de processamento e dos equipamentos utilizados em Radiologia Odontológica, para a produção de imagens radiográficas adequadas para análise e interpretação.

REFERÊNCIAS¹

- Achutti NLA, Tavano O, Alvares LC. Estudo comparativo das propriedades sensitométricas de dois reveladores para filmes radiográficos periapicais: rápido (Gecker) e convencional. *Estomatol Cult* 1977;11(1):47-59.
- Akdeniz BG, Lomçali G. Densitometric evaluation of four radiographic processing solutions. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27(2):102-6.
- Alvares ALG, Alvares LC, Tavano O. Estudo comparativo entre os filmes radiográficos dentais Agfa-Gevaert, Kodak Ultraspeed e Kodak Ektaspeed processados na solução Kodak. *Estomatol Cult* 1986;16(1):8-13.
- American Academy of Dental Radiology Quality Assurance Committee. Recommendations for quality assurance in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1983;55(4):421-6.
- Balthazar L. Análise da qualidade de filmes periapicais – determinação do contraste radiográfico [Dissertação de Mestrado]. Campinas: Universidade Camilo Castelo Branco; 2001.
- Borg E, Gröndahl HG. On the dynamic range of different X ray photon detectors in intra-oral radiography. A comparison of image quality in film, charge-couple device and storage phosphor systems. *Dentomaxillofac Radiol*, 1996;25(2):82-8.
- Bridgman JB, Campbell DJ. An update on dental radiology: quality and safety. *N Z Dent J* 1995;91(403):16-21.
- Brooks SL, Miles DA. Advances in diagnostic imaging in dentistry. *Dent Clin N Amer* 1993;37(1):91-111.
- Brücker MR, Tavano O, Costa NP. Análise do comportamento das soluções RPX-Omat da Kodak através do método sensitométrico. *Rev Odonto Ciênc* 1992;7(13):37-52.
- Casanova MLS. 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 de Mestrado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP; 2002.
- Chen SK, Chiang TC. Digitizing of radiographs with a roller-type CCD scanner. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod* 1997;83(6):719-24.
- Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. A comparison of six intra-oral X-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1995a;24(3):169-72.
- Conover GL, Hildebolt CF, Anthony D. Objective and subjective evaluations of Kodak Ektaspeed Plus dental x-ray film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995b;70(2):246-50.
- Costa C. Propriedades sensitométricas de filmes radiográficos periapicais submetidos a diferentes condições de processamento [Tese de Livre-Docência] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

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

Costa C, Barbosa J, Tortamano N, Barbosa SC, Varoli FP. Microscopia óptica aplicada no estudo da morfometria da prata de filmes radiográficos. Rev Inst Ciênc Saúde 2004;22(2):143-7.

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

Dezotti MSG. Avaliação de filmes radiográficos periapicais em diferentes condições de processamento pelos métodos sensitométrico, digital e morfométrico [Tese de Doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

Dezotti MSG, Tavano O. Comparações das densidades óticas e digital radiográfica do filme periapical Agfa Dentus M2 "Comfort" processado na solução Agfa Dentus em três temperaturas. Rev ABRO 2002;3(1):19-28.

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

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

Fujita M et al. Digital image processing of dentomaxillofacial radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987;64(4):485-93.

Fujita M et al. Digital image processing of periapical radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988;65(4):490-4.

Geist JR, Brand JW. Sensitometric comparison of speed group E and F dental radiographic films. Dentomaxillofac Radiol 2001;30(3):147-52.

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

Geist JR, Brand JW, Pink FE. The effect of automated nonroller processing on the sensitometric characteristics of 3 intraoral film types. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96(1):102-11.

Giannakopoulos R. Contribuição para o estudo das densidades base e velamento de diferentes filmes radiográficos submetidos aos processamentos automáticos *roller* e *non-roller*. [Dissertação de Mestrado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

Gratt BM, Beideman RW. Quality assurance. In: GOAZ, P.W.; WHITE, S.C. Oral radiology: principles and interpretation. 2nded. St. Louis: Mosby; 1987.

Guimarães RLC. Estudo da densidade através dos tons de cinza de 45 implantes clinicamente ósteointegrados, utilizando o programa "Adobe Photo-Shop 5.0" [Monografia de Especialização]. São Paulo: Departamento de Odontologia do Instituto de Ciências da Saúde da UNIP; 2002.

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

Lucif PP, Tavano O. Avaliação da solução Agfa Dentus D e F quando utilizada no processamento manual do filme radiográfico periapical Agfa M2 "Comfort". *Rev Fac Odontol Bauru* 1995;3(1-4):81-6.

Iwaki LCV. Estudo comparativo das densidades óptica e radiográficas de tiras sensitométricas obtidas no sensitômetro IDIM [Dissertação de Mestrado]. Bauru - Faculdade de Odontologia da USP; 2000.

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

Kaffe I, Littner MM, Tamse A. Densitometric evaluation of three x-ray films with five different developing solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1984;57(2):207-11.

Kerbaui WD, Moraes LC. Processamento digital de imagens de radiografias periapicais subexpostas aos raios X. *Rev Odontol UNESP*, 1996;25(n.esp):157-70.

Kitts Junior EL. Physics and chemistry of film and processing. *Radiographics* 1996;16(11):1467-79.

Kogon S, Stephens R, Reid J, MacDonald J. The effects of processing variables on the contrast of type D and type E dental film. *Dentomaxillofac Radiol* 1985;14(1):65-8.

Langland OE, Langlais RP. Garantia de qualidade e aspectos legais. In:_____. *Princípios do diagnóstico por imagem em odontologia*. Trad. de Priscila Brüher. São Paulo: Editora Santos; 2002.

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

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

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

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

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

Miles DA, Razzano MR The future of digital imaging in dentistry. *Dent Clin N Amer* 2000; 44(2):427-38.

Montebelo Filho A, Tavano O. Degradação da solução Kodak dental em recipientes de plástico com tampas (protegidos) e em recipientes de vidro transparentes (desprotegidos). *Rev Odontol USP* 1993;7(1):55-62.

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

Pavan AJ. Avaliação da solução Kodak quando utilizada para o processamento de filmes intrabucais DF-58, no que se refere às densidades ótica e radiográficas analisadas pelo fotodensitômetro MRA e pelo sistema digital Digora [Tese de Doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1999.

Pinho MB, Tavano O, Lopes ES. Análise das variações dos tempos de exposição e de revelação dos filmes periapicais Kodak (Ektaspeed) e Agfa Gevaert (Dentus M2). *Rev. Odontol USP* 1987;1(1):21-30.

Platin E. The use of x-ray film by dental professionals in the United States. *Texas Dental J* 2002;119(5):396-402.

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

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

Ribeiro A, Tavano O, Pereira PPI. Avaliação do comportamento da solução Hexa, e de sua degradação, através do método sensitométrico. *Rev Odontol USP* 1994; 2(2):68-73.

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

Sá MSH, Alvares LC, Tavano O. Análise comparativa de variações de tempos de exposição e revelação no filme radiográfico periapical DF-58. *Estomatol Cult* 1986;16(1):1-7.

Silha RE. The new Kodak Ektaspeed dental X ray film. *Dent Radiogr Photogr* 1981;54(2):32-5.

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

Sposto MR, Tavano O, Lopes ES. Avaliação do comportamento de dois reveladores (Kodak e Sillib) utilizados para filmes radiográficos periapicais, através de estudo sensitométrico. *Estomatol Cult* 1983;13(1):61-7.

Swart TJP, Seeliger JE. Densitometric evaluation of intraoral radiographic film-processing solution combinations. *J Dent Assoc S Afr* 1989;44(7):281-3.

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

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

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

Tamburús JR. Efeitos das variações da temperatura do revelador sobre o contraste e a densidade radiográfica. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1987;41(4):218-21.

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

Tavano O. Estudo do comportamento de filmes radiográficos periapicais (Rinn, Flow e Kodak) quando processados nos líquidos Continental Hexa, Sillib e Kodak. Determinação das mudanças de pH e cor e da exaustão destas soluções de processamento [Tese de Livre-Docência]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1981.

Tavano O, Alvares LC. Comparação das propriedades sensitométricas de dois reveladores rápidos (Gecker e Tiplimatic), com um convencional, para filmes radiográficos dentais. *Ars Curandi Odontol* 1978;4(11):39-47.

Tavano O, Capelozza AL, Fontão FNGK. Análise sensitométrica de filmes periapicais, processados à temperatura de 35° C com diferentes tempos de revelação. *Rev Fac Odontol Bauru* 1996;4(3-4):63-8.

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

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

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

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

Van Der Stelt PF. Principles of digital imaging. *Dent Clin N Am* 2000;44(2):237-48.

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

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

Whaites E. Aparelhos de raios X, filmes e processamento. In:_____. Princípios de radiologia odontológica. 3ª. ed. Trad. de Francisco Haiter Neto. Porto Alegre: Artmed; 2003.

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

White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shrout MK. Parameters of radiologic care: an official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91(5):498-511.

Yacovenco A et al. Programa de garantia de qualidade em radiologia diagnóstica. *Rev Bras Eng* 1995;10(2):7-18.

Yacovenco A et al. Radiología diagnóstica y programa de garantía de calidad: evaluación crítica. *Rev Bras Eng* 1997;13(3):69-80.

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

APÊNDICES

APÊNDICE "A"

150dpi	EQUIPAMENTO >>		AT 2000 = VELOC. NORMAL				AT 2000 = VELOC. ENDOSPEED				PERIOMAT			
	kV	Filmes	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT
		Exposição												
60	3,2s		23,6	18,01	7,81	8,18	65,41	48,82	17,95	21,13	40,06	41,48	9,91	10,73
	1,6s		72,01	64,31	20,18	21,12	111,45	104,72	48,78	47,29	97,41	101,1	41,12	44,83
	0,8s		133,88	126,02	73,77	73,1	151,37	144,61	69,75	78,41	150,13	153,45	107,27	110
	0,4s		175,99	169,22	123,8	131,05	191	184,35	140,3	133,65	197,15	198,99	157,87	153,02
70	3,2s		14,8	9,08	7,86	8,32	32,4	27,68	10,63	10,64	0	0	0	0
	1,6s		32,19	27,49	10,53	9,53	64,35	59,88	19,72	22,05	58,85	65,46	17,61	20,16
	0,8s		84,26	78,11	33,42	24,35	107,75	103,87	55,11	53,11	104,79	104,93	52,91	54,93
	0,4s		134,13	127,47	88,11	68,7	142,9	135,93	98,02	92,6	143,13	145,14	109,1	107,75

300dpi	EQUIPAMENTO >>		AT 2000 = VELOC. NORMAL				AT 2000 = VELOC. ENDOSPEED				PERIOMAT			
	kV	Filmes	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT
		Exposição												
60	3,2s		23,56	17,74	7,52	7,75	65,06	48	17,38	20,77	39,9	41,55	9,3	10,17
	1,6s		72,24	64,38	20,25	20,81	111,65	106,56	48,43	47,3	97,09	102,15	40,78	44,29
	0,8s		134,12	127,65	72,97	73,16	151,49	144,9	70,34	77,56	149,65	153,53	107,02	110,3
	0,4s		176,78	169,05	123,17	131,47	191,18	183,88	140,4	133,78	197,07	198,63	157,74	154,27
70	3,2s		14,78	8,73	7,67	7,98	32,05	27,66	10,13	10,04	0	0	0	0
	1,6s		31,49	27,03	9,84	8,97	64,08	58,93	19,39	21,33	59,09	64,29	17,35	19,86
	0,8s		84,57	77,55	33,41	24,27	107,76	103,97	55,1	53,93	104,19	104,99	53,01	55,81
	0,4s		133,88	127,44	88,86	68,8	142,43	136,31	97,9	92,46	142,87	144,91	110,02	109,22

600dpi	EQUIPAMENTO >>		AT 2000 = VELOC. NORMAL				AT 2000 = VELOC. ENDOSPEED				PERIOMAT			
	kV	Filmes	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT	KODAK D	ULTRA-SPEED	KODAK E	KODAK INSIGHT
		Exposição												
60	3,2s		23,45	17,63	7,54	7,81	64,85	48,29	17,35	20,83	39,67	41,34	9,45	10,26
	1,6s		71,97	64,55	20,27	20,84	111,88	106,88	48,23	47,26	96,56	101,07	40,88	45,07
	0,8s		133,83	126,49	73,5	73,12	151,4	144,42	69,79	77,28	149,59	153,85	107,25	110,47
	0,4s		176,84	169,14	122,45	130,92	190,94	184,24	140,3	135,23	197,43	198,98	157,76	154,83
70	3,2s		13,98	8,71	7,61	7,94	31,87	27,45	10,21	10,04	0	0	0	0
	1,6s		31,48	27,05	9,9	9,08	64,19	59,37	19,38	21,36	59,07	64,99	17,29	19,57
	0,8s		84,58	77,39	33,39	24,28	108,05	103,15	55,12	53,42	105,13	104,83	52,84	54,59
	0,4s		134,19	127,79	88,52	68,31	142,48	135,91	97,89	92,48	143,34	145,36	109,1	108,24

"B" A P Ê N D I C E	CASOS - 60kV - 150dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	191	1,56	191	3422
0,4s - ENDOSPEED dv	184,35	1,86	184	3422	
0,4s - ENDOSPEED e	140,3	1,4	140	3422	
0,4s - ENDOSPEED i	133,65	1,42	134	3422	
0,4s - NORMAL d	175,99	2,48	176	3422	
0,4s - NORMAL dv	169,22	2,17	170	3422	
0,4s - NORMAL e	123,8	1,56	124	3422	
0,4s - NORMAL i	131,05	1,86	131	3422	
0,4s - PERIOMAT d	197,15	1,47	197	3422	
0,4s - PERIOMAT dv	198,99	1,53	199	3422	
0,4s - PERIOMAT e	157,87	1,63	158	3422	
0,4s - PERIOMAT i	153,02	1,55	153	3422	
0,8s - ENDOSPEED d	151,37	1,44	151	3422	
0,8s - ENDOSPEED dv	144,61	2,3	144	3422	
0,8s - ENDOSPEED e	69,75	2,05	70	3422	
0,8s - ENDOSPEED i	78,41	2,18	78	3422	
0,8s - NORMAL d	133,88	1,55	134	3422	
0,8s - NORMAL dv	126,02	1,62	126	3422	
0,8s - NORMAL e	73,77	1,94	74	3422	
0,8s - NORMAL i	73,1	1,93	73	3422	
0,8s - PERIOMAT d	150,13	1,1	150	3422	
0,8s - PERIOMAT dv	153,45	1,18	154	3422	
0,8s - PERIOMAT e	107,27	1,23	107	3422	
0,8s - PERIOMAT i	110	1,45	110	3422	
1,6s - ENDOSPEED d	111,45	1,63	112	3422	
1,6s - ENDOSPEED dv	104,72	1,39	105	3422	
1,6s - ENDOSPEED e	48,78	1,36	49	3422	
1,6s - ENDOSPEED i	47,29	1,44	47	3422	
1,6s - NORMAL d	72,01	1,84	72	3422	
1,6s - NORMAL dv	64,31	1,88	64	3422	
1,6s - NORMAL e	20,18	1,19	20	3422	
1,6s - NORMAL i	21,12	1,3	21	3422	
1,6s - PERIOMAT d	97,41	1,43	97	3422	
1,6s - PERIOMAT dv	101,1	1,13	101	3422	
1,6s - PERIOMAT e	41,12	1,34	41	3422	
1,6s - PERIOMAT i	44,83	1,27	45	3422	
3,2s - ENDOSPEED d	65,41	1,12	66	3422	
3,2s - ENDOSPEED dv	48,82	2,74	49	3422	
3,2s - ENDOSPEED e	17,95	0,89	18	3422	
3,2s - ENDOSPEED i	21,13	0,99	21	3422	
3,2s - NORMAL d	23,6	0,92	24	3422	
3,2s - NORMAL dv	18,01	0,95	18	3422	
3,2s - NORMAL e	7,81	0,85	8	3422	
3,2s - NORMAL i	8,18	0,75	8	3422	
3,2s - PERIOMAT d	40,06	1,23	40	3422	
3,2s - PERIOMAT dv	41,48	1,12	41	3422	
3,2s - PERIOMAT e	9,91	0,91	10	3422	
3,2s - PERIOMAT i	10,73	0,88	11	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	215,48	1,87	216	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,54	2,47	208	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	220,44	1,77	221	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	202,88	1,65	203	3422	
C.E.- APG - NORMAL d	211,55	1,73	212	3422	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,62	1,66	204	3422	
C.E.- APG - NORMAL e	214,15	1,31	214	3422	
C.E.- APG - NORMAL i	197,16	1,64	197	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,64	1,25	224	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	217,2	1,28	217	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT e	225,16	1,5	225	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,58	1,75	208	3422	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
 "Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.

"C" A P Ê N D I C E	CASOS - 60kV - 300dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	191,18	1,9	191	13924
0,4s - ENDOSPEED dv	183,88	2,09	184	13924	
0,4s - ENDOSPEED e	140,4	1,69	141	13924	
0,4s - ENDOSPEED i	133,78	1,63	134	13924	
0,4s - NORMAL d	176,78	2,36	177	13924	
0,4s - NORMAL dv	169,05	2,44	169	13924	
0,4s - NORMAL e	123,17	1,92	123	13924	
0,4s - NORMAL i	131,47	2,12	132	13924	
0,4s - PERIOMAT d	197,07	1,77	197	13924	
0,4s - PERIOMAT dv	198,63	1,89	199	13924	
0,4s - PERIOMAT e	157,74	1,99	158	13924	
0,4s - PERIOMAT i	154,27	1,64	154	13924	
0,8s - ENDOSPEED d	151,49	1,6	152	13924	
0,8s - ENDOSPEED dv	144,9	2,47	145	13924	
0,8s - ENDOSPEED e	70,34	2,48	70	13924	
0,8s - ENDOSPEED i	77,56	2,33	77	13924	
0,8s - NORMAL d	134,12	1,7	134	13924	
0,8s - NORMAL dv	127,65	1,76	128	13924	
0,8s - NORMAL e	72,97	2,49	73	13924	
0,8s - NORMAL i	73,16	2,15	73	13924	
0,8s - PERIOMAT d	149,65	1,3	150	13924	
0,8s - PERIOMAT dv	153,53	1,34	154	13924	
0,8s - PERIOMAT e	107,02	1,45	107	13924	
0,8s - PERIOMAT i	110,3	1,63	110	13924	
1,6s - ENDOSPEED d	111,65	1,86	112	13924	
1,6s - ENDOSPEED dv	106,56	1,5	106	13924	
1,6s - ENDOSPEED e	48,43	1,7	49	13924	
1,6s - ENDOSPEED i	47,3	1,8	47	13924	
1,6s - NORMAL d	72,24	2,08	72	13924	
1,6s - NORMAL dv	64,38	1,93	65	13924	
1,6s - NORMAL e	20,25	1,67	20	13924	
1,6s - NORMAL i	20,81	1,98	22	13924	
1,6s - PERIOMAT d	97,09	1,69	97	13924	
1,6s - PERIOMAT dv	102,15	1,52	102	13924	
1,6s - PERIOMAT e	40,78	1,65	41	13924	
1,6s - PERIOMAT i	44,29	1,54	44	13924	
3,2s - ENDOSPEED d	65,06	1,43	65	13924	
3,2s - ENDOSPEED dv	48	2,86	48	13924	
3,2s - ENDOSPEED e	17,38	1,17	17	13924	
3,2s - ENDOSPEED i	20,77	1,54	21	13924	
3,2s - NORMAL d	23,56	1,42	23	13924	
3,2s - NORMAL dv	17,74	1,11	18	13924	
3,2s - NORMAL e	7,52	1,26	8	13924	
3,2s - NORMAL i	7,75	1,1	8	13924	
3,2s - PERIOMAT d	39,9	1,48	40	13924	
3,2s - PERIOMAT dv	41,55	1,54	42	13924	
3,2s - PERIOMAT e	9,3	1,34	9	13924	
3,2s - PERIOMAT i	10,17	1,51	10	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	214,28	2,37	215	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,52	2,75	208	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	220,15	1,88	220	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	202,34	2,33	203	13924	
C.E.- APG - NORMAL d	211,42	1,97	211	13924	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,24	1,85	203	13924	
C.E.- APG - NORMAL e	213,78	1,55	214	13924	
C.E.- APG - NORMAL i	196,69	1,9	197	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,08	1,51	223	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	216,85	1,59	217	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT e	224,41	1,6	225	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,51	1,96	208	13924	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
 "Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.

"D" A P Ê N D I C E	CASOS - 60kV - 600dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	190,94	2,04	191	55696
0,4s - ENDOSPEED dv	184,24	2,11	184	55696	
0,4s - ENDOSPEED e	140,3	1,78	140	55696	
0,4s - ENDOSPEED i	135,23	1,85	135	55696	
0,4s - NORMAL d	176,84	2,42	177	55696	
0,4s - NORMAL dv	169,14	2,46	170	55696	
0,4s - NORMAL e	122,45	2,02	122	55696	
0,4s - NORMAL i	130,92	2,18	131	55696	
0,4s - PERIOMAT d	197,43	1,83	197	55696	
0,4s - PERIOMAT dv	198,98	1,98	199	55696	
0,4s - PERIOMAT e	157,76	2,06	158	55696	
0,4s - PERIOMAT i	154,83	1,64	155	55696	
0,8s - ENDOSPEED d	151,4	1,66	151	55696	
0,8s - ENDOSPEED dv	144,42	2,46	144	55696	
0,8s - ENDOSPEED e	69,79	2,54	70	55696	
0,8s - ENDOSPEED i	77,28	2,44	77	55696	
0,8s - NORMAL d	133,83	1,75	134	55696	
0,8s - NORMAL dv	126,49	1,83	127	55696	
0,8s - NORMAL e	73,5	2,56	74	55696	
0,8s - NORMAL i	73,12	2,22	73	55696	
0,8s - PERIOMAT d	149,59	1,34	149	55696	
0,8s - PERIOMAT dv	153,85	1,38	154	55696	
0,8s - PERIOMAT e	107,25	1,55	107	55696	
0,8s - PERIOMAT i	110,47	1,67	111	55696	
1,6s - ENDOSPEED d	111,88	1,72	112	55696	
1,6s - ENDOSPEED dv	106,88	1,61	107	55696	
1,6s - ENDOSPEED e	48,23	1,98	49	55696	
1,6s - ENDOSPEED i	47,26	1,98	47	55696	
1,6s - NORMAL d	71,97	2,31	72	55696	
1,6s - NORMAL dv	64,55	2,16	65	55696	
1,6s - NORMAL e	20,27	1,99	21	55696	
1,6s - NORMAL i	20,84	1,97	22	55696	
1,6s - PERIOMAT d	96,56	1,66	96	55696	
1,6s - PERIOMAT dv	101,07	1,6	101	55696	
1,6s - PERIOMAT e	40,88	1,86	41	55696	
1,6s - PERIOMAT i	45,07	1,75	45	55696	
3,2s - ENDOSPEED d	64,85	1,63	65	55696	
3,2s - ENDOSPEED dv	48,29	3,08	49	55696	
3,2s - ENDOSPEED e	17,35	1,41	17	55696	
3,2s - ENDOSPEED i	20,83	1,8	22	55696	
3,2s - NORMAL d	23,45	1,63	24	55696	
3,2s - NORMAL dv	17,63	1,5	17	55696	
3,2s - NORMAL e	7,54	1,63	8	55696	
3,2s - NORMAL i	7,81	1,46	8	55696	
3,2s - PERIOMAT d	39,67	1,71	39	55696	
3,2s - PERIOMAT dv	41,34	1,69	41	55696	
3,2s - PERIOMAT e	9,45	1,68	9	55696	
3,2s - PERIOMAT i	10,26	1,83	10	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	214,33	2,46	215	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,52	2,74	208	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	219,83	1,87	220	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	201,92	2,49	202	55696	
C.E.- APG - NORMAL d	211,93	1,84	212	55696	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,25	1,97	203	55696	
C.E.- APG - NORMAL e	213,52	1,67	214	55696	
C.E.- APG - NORMAL i	196,84	2,01	197	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,12	1,6	223	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	216,79	1,86	217	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT e	224,72	1,7	225	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,58	1,98	208	55696	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
 "Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.

"D" A P E N D I C E	CASOS - 60kV - 600dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	190,94	2,04	191	55696
0,4s - ENDOSPEED dv	184,24	2,11	184	55696	
0,4s - ENDOSPEED e	140,3	1,78	140	55696	
0,4s - ENDOSPEED i	135,23	1,85	135	55696	
0,4s - NORMAL d	176,84	2,42	177	55696	
0,4s - NORMAL dv	169,14	2,46	170	55696	
0,4s - NORMAL e	122,45	2,02	122	55696	
0,4s - NORMAL i	130,92	2,18	131	55696	
0,4s - PERIOMAT d	197,43	1,83	197	55696	
0,4s - PERIOMAT dv	198,98	1,98	199	55696	
0,4s - PERIOMAT e	157,76	2,06	158	55696	
0,4s - PERIOMAT i	154,83	1,64	155	55696	
0,8s - ENDOSPEED d	151,4	1,66	151	55696	
0,8s - ENDOSPEED dv	144,42	2,46	144	55696	
0,8s - ENDOSPEED e	69,79	2,54	70	55696	
0,8s - ENDOSPEED i	77,28	2,44	77	55696	
0,8s - NORMAL d	133,83	1,75	134	55696	
0,8s - NORMAL dv	126,49	1,83	127	55696	
0,8s - NORMAL e	73,5	2,56	74	55696	
0,8s - NORMAL i	73,12	2,22	73	55696	
0,8s - PERIOMAT d	149,59	1,34	149	55696	
0,8s - PERIOMAT dv	153,85	1,38	154	55696	
0,8s - PERIOMAT e	107,25	1,55	107	55696	
0,8s - PERIOMAT i	110,47	1,67	111	55696	
1,6s - ENDOSPEED d	111,88	1,72	112	55696	
1,6s - ENDOSPEED dv	106,88	1,61	107	55696	
1,6s - ENDOSPEED e	48,23	1,98	49	55696	
1,6s - ENDOSPEED i	47,26	1,98	47	55696	
1,6s - NORMAL d	71,97	2,31	72	55696	
1,6s - NORMAL dv	64,55	2,16	65	55696	
1,6s - NORMAL e	20,27	1,99	21	55696	
1,6s - NORMAL i	20,84	1,97	22	55696	
1,6s - PERIOMAT d	96,56	1,66	96	55696	
1,6s - PERIOMAT dv	101,07	1,6	101	55696	
1,6s - PERIOMAT e	40,88	1,86	41	55696	
1,6s - PERIOMAT i	45,07	1,75	45	55696	
3,2s - ENDOSPEED d	64,85	1,63	65	55696	
3,2s - ENDOSPEED dv	48,29	3,08	49	55696	
3,2s - ENDOSPEED e	17,35	1,41	17	55696	
3,2s - ENDOSPEED i	20,83	1,8	22	55696	
3,2s - NORMAL d	23,45	1,63	24	55696	
3,2s - NORMAL dv	17,63	1,5	17	55696	
3,2s - NORMAL e	7,54	1,63	8	55696	
3,2s - NORMAL i	7,81	1,46	8	55696	
3,2s - PERIOMAT d	39,67	1,71	39	55696	
3,2s - PERIOMAT dv	41,34	1,69	41	55696	
3,2s - PERIOMAT e	9,45	1,68	9	55696	
3,2s - PERIOMAT i	10,26	1,83	10	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	214,33	2,46	215	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,52	2,74	208	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	219,83	1,87	220	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	201,92	2,49	202	55696	
C.E.- APG - NORMAL d	211,93	1,84	212	55696	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,25	1,97	203	55696	
C.E.- APG - NORMAL e	213,52	1,67	214	55696	
C.E.- APG - NORMAL i	196,84	2,01	197	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,12	1,6	223	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	216,79	1,86	217	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT e	224,72	1,7	225	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,58	1,98	208	55696	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
 "Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.

APÊNDICE "E"	CASOS - 70kV - 150dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	142,9	1,24	143	3422
0,4s - ENDOSPEED dv	135,93	1,1	136	3422	
0,4s - ENDOSPEED e	98,02	1,48	98	3422	
0,4s - ENDOSPEED i	92,6	1,26	93	3422	
0,4s - NORMAL d	134,13	1,33	134	3422	
0,4s - NORMAL dv	127,47	1,58	128	3422	
0,4s - NORMAL e	88,11	1,87	88	3422	
0,4s - NORMAL i	68,7	1,94	69	3422	
0,4s - PERIOMAT d	143,13	0,99	143	3422	
0,4s - PERIOMAT dv	145,14	1,21	145	3422	
0,4s - PERIOMAT e	109,1	1,26	109	3422	
0,4s - PERIOMAT i	107,75	1,42	108	3422	
0,8s - ENDOSPEED d	107,75	1,29	108	3422	
0,8s - ENDOSPEED dv	103,87	1,07	104	3422	
0,8s - ENDOSPEED e	55,11	0,92	55	3422	
0,8s - ENDOSPEED i	53,25	1,11	53	3422	
0,8s - NORMAL d	84,26	1,82	84	3422	
0,8s - NORMAL dv	78,11	1,63	78	3422	
0,8s - NORMAL e	33,42	1,47	33	3422	
0,8s - NORMAL i	24,35	1,31	24	3422	
0,8s - PERIOMAT d	104,79	1,17	105	3422	
0,8s - PERIOMAT dv	104,93	1,04	105	3422	
0,8s - PERIOMAT e	52,91	1,22	53	3422	
0,8s - PERIOMAT i	54,93	1,23	55	3422	
1,6s - ENDOSPEED d	64,35	1,37	64	3422	
1,6s - ENDOSPEED dv	59,88	1,67	60	3422	
1,6s - ENDOSPEED e	19,72	1,09	20	3422	
1,6s - ENDOSPEED i	22,05	1,12	22	3422	
1,6s - NORMAL d	32,19	1,64	32	3422	
1,6s - NORMAL dv	27,49	1,09	28	3422	
1,6s - NORMAL e	10,53	0,89	10	3422	
1,6s - NORMAL i	9,53	0,85	10	3422	
1,6s - PERIOMAT d	58,85	1,3	59	3422	
1,6s - PERIOMAT dv	65,46	1,16	66	3422	
1,6s - PERIOMAT e	17,61	0,89	18	3422	
1,6s - PERIOMAT i	20,16	1,13	20	3422	
3,2s - ENDOSPEED d	32,4	1,13	32	3422	
3,2s - ENDOSPEED dv	27,68	1,3	28	3422	
3,2s - ENDOSPEED e	10,63	0,9	11	3422	
3,2s - ENDOSPEED i	10,64	0,89	11	3422	
3,2s - NORMAL d	14,8	1,07	15	3422	
3,2s - NORMAL dv	9,08	0,87	9	3422	
3,2s - NORMAL e	7,86	0,84	8	3422	
3,2s - NORMAL i	8,32	0,81	8	3422	
3,2s - PERIOMAT d	0	0	0	3422	
3,2s - PERIOMAT dv	0	0	0	3422	
3,2s - PERIOMAT e	0	0	0	3422	
3,2s - PERIOMAT i	0	0	0	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	215,48	1,87	216	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,54	2,47	208	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	220,44	1,77	221	3422	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	202,88	1,65	203	3422	
C.E.- APG - NORMAL d	211,55	1,73	212	3422	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,62	1,66	204	3422	
C.E.- APG - NORMAL e	214,15	1,31	214	3422	
C.E.- APG - NORMAL i	197,16	1,64	197	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,64	1,25	224	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	217,2	1,28	217	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT e	225,16	1,5	225	3422	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,58	1,75	208	3422	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
 "Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.

APÊNDICE "F"	CASOS - 70kV - 300dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	142,43	1,46	142	13924
0,4s - ENDOSPEED dv	136,31	1,4	136	13924	
0,4s - ENDOSPEED e	97,9	1,84	98	13924	
0,4s - ENDOSPEED i	92,46	1,55	93	13924	
0,4s - NORMAL d	133,88	1,56	134	13924	
0,4s - NORMAL dv	127,44	1,64	128	13924	
0,4s - NORMAL e	88,86	2,12	89	13924	
0,4s - NORMAL i	68,8	2,36	69	13924	
0,4s - PERIOMAT d	142,87	1,17	143	13924	
0,4s - PERIOMAT dv	144,91	1,41	145	13924	
0,4s - PERIOMAT e	110,02	1,51	110	13924	
0,4s - PERIOMAT i	109,22	1,75	109	13924	
0,8s - ENDOSPEED d	107,76	1,42	108	13924	
0,8s - ENDOSPEED dv	103,97	1,23	104	13924	
0,8s - ENDOSPEED e	55,1	1,16	55	13924	
0,8s - ENDOSPEED i	53,93	1,19	54	13924	
0,8s - NORMAL d	84,57	1,97	84	13924	
0,8s - NORMAL dv	77,55	1,74	77	13924	
0,8s - NORMAL e	33,41	1,78	33	13924	
0,8s - NORMAL i	24,27	1,66	24	13924	
0,8s - PERIOMAT d	104,19	1,35	104	13924	
0,8s - PERIOMAT dv	104,99	1,23	105	13924	
0,8s - PERIOMAT e	53,01	1,46	53	13924	
0,8s - PERIOMAT i	55,81	1,52	56	13924	
1,6s - ENDOSPEED d	64,08	1,55	64	13924	
1,6s - ENDOSPEED dv	58,93	1,7	59	13924	
1,6s - ENDOSPEED e	19,39	1,57	19	13924	
1,6s - ENDOSPEED i	21,33	1,56	22	13924	
1,6s - NORMAL d	31,49	1,84	31	13924	
1,6s - NORMAL dv	27,03	1,49	27	13924	
1,6s - NORMAL e	9,84	1,3	9	13924	
1,6s - NORMAL i	8,97	1,15	9	13924	
1,6s - PERIOMAT d	59,09	1,42	59	13924	
1,6s - PERIOMAT dv	64,29	1,48	64	13924	
1,6s - PERIOMAT e	17,35	1,36	17	13924	
1,6s - PERIOMAT i	19,86	1,71	20	13924	
3,2s - ENDOSPEED d	32,05	1,46	32	13924	
3,2s - ENDOSPEED dv	27,66	1,5	28	13924	
3,2s - ENDOSPEED e	10,13	1,51	10	13924	
3,2s - ENDOSPEED i	10,04	1,4	10	13924	
3,2s - NORMAL d	14,78	1,63	15	13924	
3,2s - NORMAL dv	8,73	1,36	8	13924	
3,2s - NORMAL e	7,67	1,37	8	13924	
3,2s - NORMAL i	7,98	1,08	8	13924	
3,2s - PERIOMAT d	0	0	0	13924	
3,2s - PERIOMAT dv	0	0	0	13924	
3,2s - PERIOMAT e	0	0	0	13924	
3,2s - PERIOMAT i	0	0	0	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	214,28	2,37	215	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,52	2,75	208	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	220,15	1,88	220	13924	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	202,34	2,33	203	13924	
C.E.- APG - NORMAL d	211,42	1,97	211	13924	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,24	1,85	203	13924	
C.E.- APG - NORMAL e	213,78	1,55	214	13924	
C.E.- APG - NORMAL i	196,69	1,9	197	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,08	1,51	223	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	216,85	1,59	217	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT e	224,41	1,6	225	13924	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,51	1,96	208	13924	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
 "Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.

"G" APÊNDICE	CASOS - 70kV - 600dpi	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	PIXELS
	0,4s - ENDOSPEED d	142,48	1,53	142	55696
0,4s - ENDOSPEED dv	135,91	1,35	136	55696	
0,4s - ENDOSPEED e	97,89	1,99	98	55696	
0,4s - ENDOSPEED i	92,48	1,63	93	55696	
0,4s - NORMAL d	134,19	1,52	134	55696	
0,4s - NORMAL dv	127,79	1,66	128	55696	
0,4s - NORMAL e	88,52	2,28	89	55696	
0,4s - NORMAL i	68,31	2,61	68	55696	
0,4s - PERIOMAT d	143,34	1,31	143	55696	
0,4s - PERIOMAT dv	145,36	1,52	145	55696	
0,4s - PERIOMAT e	109,1	1,64	109	55696	
0,4s - PERIOMAT i	108,24	1,78	108	55696	
0,8s - ENDOSPEED d	108,05	1,52	108	55696	
0,8s - ENDOSPEED dv	103,15	1,45	103	55696	
0,8s - ENDOSPEED e	55,12	1,32	55	55696	
0,8s - ENDOSPEED i	53,42	1,38	54	55696	
0,8s - NORMAL d	84,58	1,98	84	55696	
0,8s - NORMAL dv	77,39	1,81	77	55696	
0,8s - NORMAL e	33,39	1,99	33	55696	
0,8s - NORMAL i	24,28	1,9	24	55696	
0,8s - PERIOMAT d	105,13	1,38	105	55696	
0,8s - PERIOMAT dv	104,83	1,27	105	55696	
0,8s - PERIOMAT e	52,84	1,66	53	55696	
0,8s - PERIOMAT i	54,59	1,51	54	55696	
1,6s - ENDOSPEED d	64,19	1,71	64	55696	
1,6s - ENDOSPEED dv	59,37	2	59	55696	
1,6s - ENDOSPEED e	19,38	1,96	19	55696	
1,6s - ENDOSPEED i	21,36	1,86	22	55696	
1,6s - NORMAL d	31,48	2,07	31	55696	
1,6s - NORMAL dv	27,05	1,73	27	55696	
1,6s - NORMAL e	9,9	1,85	10	55696	
1,6s - NORMAL i	9,08	1,64	8	55696	
1,6s - PERIOMAT d	59,07	1,61	59	55696	
1,6s - PERIOMAT dv	64,99	1,54	65	55696	
1,6s - PERIOMAT e	17,29	1,45	17	55696	
1,6s - PERIOMAT i	19,57	1,93	19	55696	
3,2s - ENDOSPEED d	31,87	1,68	32	55696	
3,2s - ENDOSPEED dv	27,45	1,77	28	55696	
3,2s - ENDOSPEED e	10,21	1,82	10	55696	
3,2s - ENDOSPEED i	10,04	1,85	10	55696	
3,2s - NORMAL d	13,98	1,83	14	55696	
3,2s - NORMAL dv	8,71	1,67	8	55696	
3,2s - NORMAL e	7,61	1,66	8	55696	
3,2s - NORMAL i	7,94	1,55	8	55696	
3,2s - PERIOMAT d	0	0	0	55696	
3,2s - PERIOMAT dv	0	0	0	55696	
3,2s - PERIOMAT e	0	0	0	55696	
3,2s - PERIOMAT i	0	0	0	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED d	214,33	2,46	215	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED dv	207,52	2,74	208	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED e	219,83	1,87	220	55696	
C.E.- APG - ENDOSPEED i	201,92	2,49	202	55696	
C.E.- APG - NORMAL d	211,93	1,84	212	55696	
C.E.- APG - NORMAL dv	203,25	1,97	203	55696	
C.E.- APG - NORMAL e	213,52	1,67	214	55696	
C.E.- APG - NORMAL i	196,84	2,01	197	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT d	223,12	1,6	223	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT dv	216,79	1,86	217	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT e	224,72	1,7	225	55696	
C.E.- APG - PERIOMAT i	207,58	1,98	208	55696	

LEGENDA : "Endospeed"=velocidade da processadora AT2000 para filmes extra-bucais;
"Normal"=velocidade da AT2000 para filmes intrabucais; C.E.-APG= Câmara Escura Apagada.