



MELISSA FERES DAMIAN



AVALIAÇÃO DO TEMPO DE SECAGEM E DA QUALIDADE  
DA IMAGEM DE RADIOGRAFIAS SUBMETIDAS A BANHO  
EM ÁLCOOL ETÍLICO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Doutor em Radiologia Odontológica. Área de Radiologia Odontológica.

PIRACICABA  
2005

MELISSA FERES DAMIAN

AVALIAÇÃO DO TEMPO DE SECAGEM E DA QUALIDADE  
DA IMAGEM DE RADIOGRAFIAS SUBMETIDAS A BANHO  
EM ÁLCOOL ETÍLICO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Doutor em Radiologia Odontológica. Área de Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cláudio Costa

Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo

Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Profa. Dra. Marlene Fenyo de Matos Pereira

PIRACICABA  
2005

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**  
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª / 6159

D183a	<p>Damian, Melissa Feres. Avaliação do tempo de secagem e da qualidade da imagem de radiografias submetidas a banho em álcool etílico em diferentes concentrações. / Melissa Feres Damian. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.</p> <p style="text-align: center;">Orientador : Francisco Haiter Neto. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p style="text-align: center;">1. Filme para raios X. 2. Processamento. 3. Densitometria. I. Haiter Neto, Francisco. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">(mg/fop)</p>
-------	---

Título em inglês: Evaluation of the drying period and quality of image of radiographs submitted to immersion in ethyl alcohol at different concentrations

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): X-Ray film; Processing; Densitometry

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Doutor em Radiologia Odontológica

Banca examinadora: Francisco Haiter Neto; Cláudio Costa; Frab Norberto Bóscolo; Gláucia Maria Bovi Ambrosano; Marlene Fenyo de Matos Pereira

Data da defesa: 28/02/2005



## **DEDICATÓRIA**

*Dedico esta tese...*

*... à toda minha família, especialmente meus pais **João Romeu Damian** e **Carmem Beatriz Feres**, minha irmã **Simone Feres Damian** e meus tios **Karen Feres** e **Tadeu Feres** pela força nos momentos difíceis, pela compreensão da minha constante ausência e, principalmente, dedicação e amor que a mim sempre dedicaram.*

*... à **Deus**, por ter me guiado, me amparado, me confortado e me dado discernimento nos momentos que achei que não fosse possível chegar ao fim.*

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

*Ao Professor Dr. **Francisco Haiter Neto**, que soube orientar, não só este trabalho, de uma forma segura e competente, mas também minha profissão. Agradeço imensa e eternamente por você ter me tornado uma profissional feliz, pois contigo aprendi a gostar do que faço, uma vez que você soube conduzir sua orientação baseada não só no trabalho, mas também em uma amizade sincera e paternal. Obrigada, “Chico”!*

*Ao meu “companheiro” **Fernando Cechinato**. Chamo-te de companheiro porque durante os últimos dois anos você foi meu maior companheiro, não só neste trabalho, mas em todos os momentos da minha vida. Talvez mais do que ninguém, você incentivou meu trabalho, soube compreender minha ausência, ajudou nos momentos difíceis, chorou junto com as minhas derrotas e vibrou com minhas vitórias e acertos. Obrigada por tudo!*

*A quatro “anjos” que cruzaram meu caminho: **Déia, Jana, Karina e Marilou**. Assim as denomino, anjos, por terem me acolhido durante estes quatro anos, não só em sua casa, mas também em seus corações. Obrigada pela cama, pelo chuveiro, pelas caronas e especialmente, pela acolhida, pelas conversas, pelas risadas, pela força, pela amizade! A “quinto elemento”, mesmo que distante e um tanto quanto relapsa, jamais esquecerá tudo que vocês fizeram por mim.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos Professores Drs. **Frab Norberto Bóscolo**, **Solange Maria de Almeida** e **Mário Roberto Vizioli** pela oportunidade da realização deste curso, pelos ensinamentos compartilhados, pelas palavras de carinho, pelas dúvidas sanadas, pela convivência amigável, pela acolhida sincera.

À Professora Dra. **Márcia Silveira** pelo auxílio na confecção das curvas características e obtenção das propriedades sensimétricas das mesmas.

À Professora Dra. **Gláucia Maria Bovi Ambrosano** pela orientação na escolha e realização dos testes estatísticos desta pesquisa.

À Professora Ms. na área de química **Clóvia Marozzin Mistura** pela orientação bibliográfica e auxílio na compreensão dos processos químicos ocorridos no experimento.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo** nas pessoas do Reitor, Professor **Rui Getúlio Soares**, do Vice-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação, Professor Dr. **Carlos Alberto Forcelini**, do Diretor, Professor **Antônio Augusto Pretto** e da Coordenadora de Curso Professora Ms. **Maria Salete Linden**, pelo incentivo para a realização deste curso.

À **Faculdade Odontologia de Piracicaba - UNICAMP**, nas pessoas do Diretor, Professor Dr. **Thales de Mattos Rocha Filho** e Diretor Associado, Professor Dr. **Mário Fernando de Góes** pela oportunidade da realização deste curso.

Aos funcionários e ex-funcionários do departamento de Radiologia da FOP/UNICAMP, **Waldeck Ribeiro Moreira**, **Raquel Quintana**, **Roberta Moraes**, **Gislaine Lopes**, **José Fernando Souza Andrade** e **Giselda Heliete Gonçalves**, pela ajuda, ensinamentos e amizade que acabamos conquistando.

*Ao amigo e colega Professor Dr. **Mateus Ericson Flores**, pelo incentivo ao meu crescimento e minha formação, mas, principalmente, pela “força” neste último semestre. Tenha certeza que nunca esquecerei o que você fez por mim.*

*Aos meus “irmãos” **Luciane Araújo, Addah Freire e Mauro “José” Martins**, por terem tornado mais seguro e tranquilo o coração desta gaúcha.*

*Aos meus queridos amigos **Anna Sílvia Rocha, Bruno “Surpresinha”, Cristina Villar, Daniela Palioto, Danyel Perez, Elcio Carneiro Jr., Fabiano Marcio, Fabrício Tuji, Flavia Ramos, José Laureano Filho, Juliana Bittar, Marcelo Gonçalves, Márcia Casanova, Mariliani Chicarelli, Noeli, Paulo Faria e Raphael Aquilino** pela amizade sincera e carinhosa que tornou meus dias mais alegres em Piracicaba. Sentirei saudades de vocês.*

*Aos colegas de Pós-graduação: **Ana Isabel Ortega, Andréa Domingos, Adriana Dibbo, Claudia Haiter, Deborah Queiroz, Ettieni Romanelli, Fábio Guedes, Flavio Manzi, Flavio Vieiro, Gustavo Pistóia, Gisela Paganini, João Batista do Nascimento Neto, José Osmar Vasconcelos, Lucio Kurita, Marcelo Faria, Márcia Brunelli, Nilson Pena, Patrícia Vizioli, Ricardo Matheus, Rosana Aramaki, Solange Monteiro e Tasso Araújo**, pela convivência maravilhosa que me proporcionaram durante todos estes anos.*

*Aos meus queridos alunos de iniciação científica **Ângela Bini, Daniele Benvegnú, Fabrício Branda, Fernando Sampaio, Giovanni Pedro, Graziela Cericato, Graziela Moro, João Paulo De Carli, Jônatas Rigo, Juliana Colpani, Leonardo Luthi, Michele Massochin e Patrícia Cé** pela confiança em mim depositada.*

*“Quando não houver saída  
Quando não houver mais solução  
Ainda há de haver saída  
Nenhuma idéia vale uma vida  
Quando não houver esperança  
Quando não restar nem ilusão  
Ainda há de haver esperança  
Em cada um de nós algo de uma criança  
Enquanto houver sol, ainda haverá.”*

*(Titãs)*

## SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
3 PROPOSIÇÃO	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
5 RESULTADOS	38
6 DISCUSSÃO	59
7 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	68
ANEXO 1	73
ANEXO 2	74

## RESUMO

Com este estudo, teve-se a proposta de avaliar a ação do álcool etílico, nas concentrações de 46°GL, 70°GL e 92°GL, como agente acelerador da secagem de radiografias dentárias, a fim de abreviar o tempo de processamento. Adicionalmente, foi verificado se esse produto poderia causar alterações na densidade, nas propriedades sensiométricas e na qualidade destas radiografias após um curto período de arquivamento. Para tanto, foram utilizados os filmes radiográficos intra-orais de sensibilidade D (D-speed), E (E-speed) e E/F (Insight) da Kodak, divididos em grupos de acordo com o uso e a concentração da substância alcoólica. Todos os filmes foram processados manualmente pelo método temperatura/tempo em câmara escura portátil para simular condições clínicas. As radiografias foram submetidas às análises densitométrica e clínica subjetiva, além da construção de curvas características para a obtenção do contraste e da sensibilidade, nos períodos correspondentes a um e seis meses após a realização do experimento, simulando condições de arquivo. Pôde-se observar que o uso do álcool etílico acelerou a secagem das radiografias independentemente do tipo de filme, sendo que o menor tempo foi obtido com a utilização da substância alcoólica de maior concentração. Contudo, os valores de densidade, contraste e sensibilidade foram alterados quando foi utilizado o álcool 70°GL e o álcool 92°GL, sendo que este último também foi capaz de alterar a qualidade visual das imagens. Tais alterações puderam ser visualizadas nos dois períodos de avaliação de estudo. Assim, concluiu-se que mesmo que o álcool etílico acelere a secagem das radiografias, sua utilização causou alterações capazes de prejudicar a qualidade da imagem, inclusive após um curto período de arquivamento.

## **ABSTRACT**

This study evaluated the action of ethyl alcohol at concentrations of 46°GL, 70°GL and 92°GL as an accelerator of drying of dental radiographs, with a view to reduce the time required for processing. Also, it was observed whether this product might cause alterations in the density, sensitometric properties and quality of these radiographs after a 6-month storage period. For that purpose, intraoral radiographic films D-speed, E-speed and E/F (Insight) of Kodak were employed, which were divided into groups according to the utilization and concentration of the alcoholic substance. All films were developed manually by the time-temperature method in a portable dark room, to simulate the clinical conditions. The radiographs were submitted to densitometric and clinical analyses, besides construction of characteristic curves for achievement of contrast and sensitivity, at periods corresponding to one and six months after accomplishment of the study, simulating conditions of storage. It was observed that the utilization of ethyl alcohol accelerated the drying of radiographs, regardless of the type of film; the shortest time was achieved with utilization of the alcoholic substance of highest concentration. However, the density, contrast and speed of radiographs were altered when concentrations of 70°GL and 92°GL were used; being that the latter also altered the visual quality of images. Such alterations could be observed at the two evaluations and study periods. Thus, it was concluded that, even though the ethyl alcohol may accelerate the drying of radiographs, its utilization caused alterations able to impair the quality of image, even after a short period of storage.

# 1 INTRODUÇÃO

Desde que a primeira radiografia dentária foi realizada pelo Dr. Otto Walkoff, logo após a descoberta dos raios X por Röntgen em 1895, o exame radiográfico tem se mostrado um eficiente recurso semiotécnico para o diagnóstico de lesões na cavidade bucal, além de um importante documento para o Cirurgião Dentista. Todavia, a aplicabilidade, o grau de importância e as condições de arquivo de um exame radiográfico dependem da qualidade da imagem obtida.

Entende-se como uma imagem radiográfica com qualidade, aquela que apresenta máximo detalhe, mínima distorção e graus médios de densidade e contraste, sendo que, de acordo com Thorogood *et al.* (1988), a obtenção de radiografias neste padrão depende de quatro fatores principais: a unidade geradora de raios X, o filme ou a combinação filme/ecram, a habilidade radiográfica do operador e as condições de processamento.

Com relação aos filmes radiográficos, sabe-se que, mesmo diante de todos os avanços da radiografia digital, ainda apresentam-se como os receptores de imagem mais utilizados na Radiologia Odontológica. Adicionalmente, são os maiores responsáveis pela redução na dose de radiação ao paciente e, conseqüentemente, aos profissionais. Desta forma, constituem-se como um dos principais alvos de pesquisa na área da Radiologia, visto que, constantemente os fabricantes desses produtos lançam novas versões que se comportam de forma diferenciada em relação às condições de exposição e processamento. Esta afirmação pode ser exemplificada com o lançamento do filme Insight da Kodak, de sensibilidade E/F, em 2000, e do relançamento dos filmes de sensibilidades D e E, em 2003, pela mesma empresa (Eastman Kodak Company, 2003).

Por sua vez, o processamento radiográfico é um processo meticuloso, mas também muito simples, e por isso negligenciado por uma grande parte dos profissionais. Autores chegaram a afirmar que cerca de 90% dos erros cometidos na aquisição de radiografias foram atribuídas ao processamento (Souza, 1988; Ribeiro & Tavano, 1993,

Pistóia, 2000), sendo que, em alguns casos, estas falhas ocorrem porque não há real conhecimento da ação das soluções processadoras sobre os diferentes filmes radiográficos. Na tentativa de reverter esta situação, foram realizados estudos relacionados à composição, concentração e tempo de utilização das soluções, assim como ao método e ao local de processamento.

No entanto, a principal causa de falha e conseqüente perda de qualidade ligada ao processamento, seria a falta do tempo necessário para realizar corretamente o procedimento. Para abreviar o tempo de processamento, as etapas de lavagem final e secagem são as mais negligenciadas, e causam prejuízo na imagem da mesma forma que as falhas na revelação ou na fixação (Baratieri *et al.*, 1985; Souza, 1988; Tavano, 1996). Para ganhar tempo na etapa de secagem, alguns profissionais, principalmente clínicos gerais e endodontistas, banham suas radiografias em álcool etílico após a lavagem final em água. Damian (2001) testou a utilização desta substância, na concentração de 92,8°GL, e comprovou a eficiência do álcool como agente acelerador da secagem de radiografias, mas, mostrou que uso da substância alcoólica causou alteração na densidade radiográfica, diminuindo o tempo de arquivo deste importante documento.

Assim, pretendeu-se testar se o álcool etílico utilizado em concentrações menores, como 70°GL (usado em consultórios odontológicos para desinfecção de superfícies) e 46°GL (a atual concentração do álcool líquido comercial) poderia também acelerar a secagem, sem que houvesse detrimento à qualidade da radiografia, avaliada por meio das análise densitométrica e clínica subjetiva, além da obtenção das propriedades sensitométricas de contraste e de sensibilidade, por meio da construção de curvas características. Ainda, se filmes de diferentes sensibilidades, e por conseqüência diferentes emulsões, comportar-se-iam de forma distinta frente ao uso do álcool etílico durante o processamento radiográfico.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 FILMES RADIOGRÁFICOS**

Os filmes radiográficos ainda apresentam-se como os receptores de imagem mais utilizados na realização radiografias dentárias (Whaites, 2003).

Um filme é constituído por uma fina base de poliéster coberta, em ambos os lados, pela emulsão, sendo esta uma substância gelatinosa impregnada por cristais ou grãos halogenados de prata. A forma, o tamanho e a concentração dos grãos de prata da emulsão radiográfica são responsáveis pelas chamadas propriedades sensitométricas dos filmes: contraste, sensibilidade e latitude, além da resolução e do detalhe dos mesmos. O contraste é representado por um valor numérico denominado gradiente médio, podendo ser definido como as diferenças de densidade em duas regiões de uma radiografia. A sensibilidade, também chamada de velocidade, corresponde à capacidade do filme em produzir imagens com maior ou menor quantidade de radiação X. Já a latitude seria a extensão de exposição de um filme (Eastman Kodak Company, 1980a; 1980b).

As propriedades sensitométricas são estudadas, particularmente para cada filme, através da chamada curva característica ou curva sensitométrica, ou ainda curva H&D, em homenagem à seus idealizadores Hunter & Driffield (1890). Esta curva característica é obtida a partir de um gráfico que relaciona as diferentes densidades (grau de escurecimento) de um filme radiográfico e o logaritmo das exposições necessárias para produzir tais densidades (Whaites, 2003). Inúmeros autores têm se dedicado ao estudo das propriedades sensitométricas dos filmes radiográficos, uma vez que o constante aperfeiçoamento na industrialização destes filmes exige atualização periódica quanto ao comportamento dos mesmos. Este aperfeiçoamento industrial está, na maioria das vezes, ligado à busca pela diminuição na dose de radiação, recebida pelo paciente durante a execução de uma radiografia, sem que haja, no entanto, perda na qualidade da mesma, que prejudicaria a realização do diagnóstico e comprometeria o arquivamento.

O primeiro filme radiográfico odontológico foi produzido pela Kodak em 1913 e, em 1919, a mesma empresa lançou o primeiro filme com emulsão específica para exposição direta aos raios X, o Kodak Regular. Ambos os filmes necessitavam de doses elevadas de radiação para serem expostos, pois, entre outros fatores, continham emulsão em apenas uma das faces da base. O primeiro grande avanço em relação à redução na dose de radiação ocorreu em 1925, quando foi lançado o filme RadiaTized, pelo mesmo fabricante, que era emulsionado em ambas as faces e diminuía em 50% a dose de radiação em relação ao filme Regular. Esta redução foi ainda mais acentuada com o lançamento, também pela Kodak, do filme de sensibilidade do grupo D, o Ultra-speed, em 1941, utilizado até hoje, e do relançamento do RadiaTized, em 1955. O Ultra-speed proporcionou uma redução de 50 e o “novo” RadiaTized, de 75% na dose de radiação em relação ao “primeiro” Radiatized, de 1925 (Farman & Farman, 2000; Pistóia, 2000; Damian, 2001; Woitchunas *et al.*, 2001; Casanova, 2002; Costa 2003).

Em 1981, a Kodak lançou um novo filme, com sensibilidade do grupo E: o Ektaspeed. Segundo o fabricante, este filme mantinha a qualidade da imagem necessitando somente 40 a 50% da radiação requerida pelo Ultra-speed. No entanto, estudos como de Thunthy & Weinberger (1982), Domon & Yoshino (1990) e Wakoh *et al.* (1995), mostram que o Ektaspeed apresentava maior densidade, menor contraste, menor latitude, aumento de véu e diminuição do detalhe quando comparado ao Ultra-speed. Acreditando que o problema encontrava-se na emulsão do filme, a Kodak substituiu o Ektaspeed, em 1994, pelo Ektaspeed Plus. Ao contrário de seu antecessor, que possuía grãos globulares, o novo filme era constituído por uma emulsão de grãos tabulares, que aumentavam a qualidade da imagem, fazendo-o equivaler-se ao Ultra-speed, mas com a vantagem de diminuir a dose de radiação em relação a este (Conover *et al.*, 1995; Thunthy & Weinberger, 1995; Sewerin, 1997; Tamburus & Lavrador, 1997; Syriopoulos *et al.*, 1999a; Syriopoulos *et al.*, 1999b; Syriopoulos *et al.*, 1999c; Pistóia, 2000).

Também na década de 80, a Agfa Gevaert, que já produzia o filme Dentus M2, anunciou o lançamento do filme Dentus M4, que segundo o fabricante, poderia alcançar sensibilidade do grupo F (Kaffe, 1990). Em trabalho de 1993, Svenson *et al.*, testaram este

novo filme e confirmaram sua maior sensibilidade quando comparado aos filmes Ultra-speed e Ektaspeed, mas o Dentus M4 apresentou valor limitado no diagnóstico de cáries. Já em 1997, a mesma empresa lançou o filme Dentus M2 Comfort, de sensibilidade do grupo E, em substituição ao Dentus M2, que era classificado como um filme intermediário, pois dependendo das condições de processamento podia ser considerado um filme do grupo D ou do grupo E (Dezotti, 2000; Pistóia, 2000).

Em 2000, a Kodak anunciou o lançamento do Insight, classificado como um filme de sensibilidade F, quando processado automaticamente em processadora de rolos, diminuindo em 20% a dose de radiação em relação ao Ektaspeed Plus e em até 60%, em relação ao Ultra-speed, mas de sensibilidade grupo E quando processado sob outras condições (Eastman Kodak Company, 2003). Antes, porém, a Flow já havia lançado, em 1999, um filme de sensibilidade F, e Farman & Farman, em 2000, compararam este novo filme da Flow, com os filmes Ultra-speed e Ektaspeed Plus, da Kodak, e Dentus M2 Comfort, da Agfa Gevaert, quando processados em seis diferentes soluções. Foram avaliados DBV, densidade óptica, sensibilidade, contraste, latitude e resolução destes quatro filmes, sendo o processamento realizado pelo método automático em processadora de rolos. Os resultados mostraram que o novo filme F foi o mais sensível, reduzindo pela metade a exposição do paciente à radiação quando comparado com os filmes de sensibilidade do grupo E. Os autores ainda chamaram a atenção para o fato de que a solução onde o filme foi processado influenciou diretamente as suas propriedades, pois o filme Ultra-speed pôde alcançar sensibilidade do grupo E e o Dentus M2 Comfort, do grupo F, quando processados na solução Automat XR para processadoras automáticas. O filme que mostrou maior estabilidade frente às diferentes soluções de processamento foi o Ektaspeed Plus.

A partir de 2001, vários foram os estudos que avaliaram o filme Insight, a fim de testá-lo quanto à redução na dose de radiação, qualidade de imagem e eficácia de diagnóstico. Entre estes, cita-se o de Geist & Brand (2001) que procuraram determinar a sensibilidade e o contraste do filme Insight da Kodak quando processado em líquidos novos e em degradação, comparando-o ao filme Ektaspeed Plus, também da Kodak, processado

nas mesmas condições. Os filmes foram submetidos a exposições padronizadas, sendo uma parte destes processados em soluções novas e a outra parte, em soluções em degradação progressiva durante um período de cinco dias. A sensibilidade foi determinada na densidade padronizada pela International Standard Organization (ISO), 1.0 acima da DBV e também para os valores de densidade 1.5, 2.0 e 2.5 acima da DBV. Da mesma forma, o contraste foi determinado na extensão de densidade padronizada pela ISO, 0.25 a 2.0 acima da DBV, e nas extensões 0.7 a 1.3 acima da DBV (baixa densidade) e 1.0 a 2.5 acima da DBV (alta densidade). Os resultados mostraram que o filme Insight apresentou maior sensibilidade que o Ektaspeed Plus quando esta propriedade foi mensurada em outros valores de densidade que não o padrão ISO. O contraste, como definido pela ISO e sob outras extensões de densidade, foi similar para os dois filmes. Ainda, que o filme Insight alcançou valor de sensibilidade do grupo F, diminuindo em 25% a exposição em comparação ao filme Ektaspeed Plus, além de mostrar-se mais resistente em relação à queda de sensibilidade quando o processamento ocorreu em soluções degradadas.

Para avaliar a eficácia na realização de diagnóstico com a utilização do filme Insight, Ludlow *et al.* (2001a) compararam a eficiência dos filmes Insight, Ektaspeed Plus e Ultra-speed na detecção de cáries proximais. Imagens obtidas com estes filmes, de elementos dentários pré-molares e molares sem cavitações ou restaurações, foram avaliadas por seis observadores, que analisavam as imagens quanto à presença ou ausência de lesões cariosas. Análise ROC foi utilizada para avaliar o desempenho dos observadores em detectar cáries usando cada filme. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na detecção de cáries utilizando os três filmes testados no estudo. Desta forma, o filme Insight apresentou-se como um meio promissor para reduzir a dose de radiação ao paciente mantendo a qualidade da imagem para diagnóstico.

Também Ludlow *et al.* (2001b) avaliaram a sensibilidade, o contraste e a latitude de exposição dos filmes Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Insight quando processados em soluções em degradação progressiva. Adicionalmente, analisaram o limite de resolução e a qualidade subjetiva dos filmes Insight e Ektaspeed Plus. Foram construídas curvas características para os três filmes, após exposições padronizadas e o processamento

automático dos mesmos. O Insight mostrou-se como um filme do grupo F quando processado em processadora automática de rolos, requerendo somente 77% da exposição exigida pelo filme Ektaspeed Plus e 44% da exigida pelo filme Ultra-speed. Também, o Insight apresentou maior contraste e 93% da extensão de latitude do Ektaspeed Plus. Ainda, na avaliação subjetiva o Insight foi mais bem avaliado, e capaz de definir 20 pares de linha por milímetro. No entanto, o filme Ektaspeed Plus foi afetado em menor grau pela degradação das soluções processadoras.

Ainda em 2001, Price comparou os valores de DBV, sensibilidade, contraste e resolução dos filmes Insight, Ektaspeed Plus e Ultra-speed da Kodak. Os filmes foram expostos sob condições padronizadas e processados automaticamente. A partir da construção de curvas características, para a obtenção das propriedades sensitométricas, e de um teste de pares de linha, para determinação da resolução, observou que o filme Insight alcançou sensibilidade do grupo F sem deterioração nos valores de contraste e na resolução. O autor relatou que este aumento na sensibilidade colaboraria para diminuição na dose de radiação ao paciente.

No mesmo ano de 2001, Syriopoulos *et al.* avaliaram a sensibilidade, o contraste, a eficácia de diagnóstico e a qualidade da imagem dos filmes Insight e Ektaspeed Plus. Ambos os filmes foram submetidos aos métodos manual e automático de processamento. Pôde-se observar que o Insight alcançou sensibilidade do grupo F quando foi processado pelo método automático, sendo possível uma redução na dose em torno de 20% em comparação ao processamento manual e ao Ektaspeed Plus processado nas duas condições. Não houve diferença na eficácia de diagnóstico entre os filmes, entretanto, dois observadores mostraram uma preferência significativa pela utilização do Ektaspeed Plus.

Também Woitchunas *et al.*, no ano de 2001, testaram a correlação entre os tempos de exposição recomendados para os filmes Ultra-speed, Ektaspeed Plus e Insight, e a qualidade da imagem apresentada pelos mesmos. O filme Ultra-speed exposto com um tempo de 0,4s, em um regime de 70kVp e 8mA, foi considerado como controle padrão. Todos os filmes foram processados pelo método automático, a uma temperatura de 28°C. Os autores puderam observar, após análise de 10 examinadores, que o filme Insight exposto

com um tempo de 0,24s recebeu a melhor avaliação quanto á qualidade da imagem. Assim, obteve-se uma redução de 20% na dose de exposição com a utilização do filme Insight em comparação ao filme Ultra-speed, sem perda na qualidade da imagem.

Já em 2002, Casanova avaliou a densidade, as propriedades sensitométricas e a qualidade da imagem do filme Insight, em comparação ao filme Ektaspeed Plus, nas técnicas de processamento manual e automática, em soluções em progressiva degradação. Ainda, testou reduções de cinco a 50% na dose de radiação com a utilização do filme Insight. De acordo com os resultados obtidos, a autora afirmou que o filme Insight mostrou-se mais sensível, havendo uma redução de 20% da dose de radiação, quando comparado ao filme Ektaspeed Plus tanto no processamento automático como no manual. Além da maior sensibilidade, o filme Insight apresentou maior contraste, maior latitude e menor susceptibilidade à degradação dos líquidos de processamento. Não houve diferença na qualidade das imagens entre os dois filmes testados, sendo que quando as radiografias apresentaram redução de 50% em relação às densidades iniciais, os avaliadores as julgaram impróprias para diagnóstico, revelando correlação positiva entre as análises objetiva e subjetiva.

Sheaffer *et al.*, também em 2002, compararam a eficácia subjetiva dos filmes de sensibilidade D, E e F da Kodak na realização de mensurações endodônticas. Uma mandíbula humana contendo um elemento molar com quatro canais radiculares, onde foram posicionadas limas K nº 10, foi radiografada gerando 30 radiografias periapicais da região (10 com cada tipo de filme), que foram avaliadas por cinco especialistas em endodontia. Como todos os três tipos de filmes obtiveram resultado similar quanto à capacidade de realizar as mensurações propostas, os autores indicaram que o filme de maior sensibilidade seja preferencialmente utilizado para minimizar a dose de radiação recebida pelo paciente.

Bernstein *et al.* (2003) realizaram um estudo para comparar a qualidade da imagem observada em filmes Insight e Ultra-speed processados em químicos de processamento rápido. As radiografias obtidas com estes filmes foram examinadas por cinco especialistas em endodontia, que classificavam os exames como insatisfatórios, satisfatórios ou superiores, de acordo com a qualidade geral observada na imagem e da

capacidade de visualização da obturação de um canal radicular, do espaço do ligamento periodontal, da junção amelodentinária e da altura da crista óssea interproximal. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa, quanto à qualidade da imagem, entre radiografias realizadas com filmes de sensibilidade D e F. Com isso, os autores concluíram que o filme Insight pode ser usado com químicos de processamento rápido sem haver perda na qualidade da imagem obtida, além de ter diminuído a exposição do paciente em comparação ao filme Ultra-speed.

No ano de 2003, a Kodak relançou no mercado seus filmes de sensibilidade D e E com os nomes comerciais de D-speed ou Kodak D e E-speed ou Kodak E, respectivamente (Eastman Kodak Company, 2003). Neste mesmo ano, Costa avaliou a densidade, a sensibilidade e o contraste dos filmes radiográficos periapicais Ultra-speed, Kodak D, Kodak E e Insight, quando submetidos à variações de quilovoltagem, tempo de exposição e condições de processamento automático. O autor observou que os maiores valores de sensibilidade, contraste, densidade média e DBV foram obtidos pelo filme Insight, mas que o comportamento deste e do filme Ektaspeed Plus foi semelhante na condição de processamento considerada ideal para o experimento. Também, que o filme Kodak D apresentou-se como uma alternativa à utilização do filme Ultra-speed, uma vez que os valores das propriedades testadas, obtidas por estes, foram semelhantes, e que o processamento inadequado, em todos os filmes, causou perdas nas propriedades de sensibilidade e contraste, assim como na densidade óptica e na DBV. Ainda, para fins de controle de qualidade, sugeriu a utilização do filme Insight quando o processamento for realizado em processadora automática do tipo *roller*, e a utilização dos filmes Insight e Kodak E, quando o processamento for realizado em processadora *nonroller*, sendo os filmes Ultra-speed e Kodak D preteridos em função da grande dose de radiação exigida.

Também em 2003, Sheaffer *et al.*, realizaram um estudo para comparar a habilidade de cinco especialistas em endodontia em determinar o comprimento de trabalho endodôntico utilizando filmes Insight, Ektaspeed Plus e Ultra-speed da Kodak e de sensibilidade E e D da Flow. Os resultados demonstraram que houve diferença na avaliação das mensurações endodônticas entre os filmes, sendo o erro de medida para o Ektaspeed

Plus, o Ultra-speed e o Flow D menor em comparação ao Insight e ao Flow E. Nas condições testadas, as radiografias realizadas com o filme Insight foram aceitáveis.

Casanova & Haiter-Neto, em 2004, avaliaram a influência dos métodos de processamento manual e automático, assim como o efeito da degradação das soluções processadoras, na densidade média e na qualidade da imagem do filme Insight, em comparação ao filme Ektaspeed Plus. Os resultados mostraram que, independente do filme testado, os valores de densidade foram maiores quando utilizado o processamento automático, sendo que neste método, a degradação dos líquidos ocorreu mais rapidamente. Ainda que, de acordo com os valores de densidade obtidos no decorrer do experimento, o filme Insight apresentou-se mais resistente que o Ektaspeed Plus à degradação progressiva dos líquidos. Na avaliação da qualidade da imagem, o teste de análise de variância não revelou diferença estatística significativa entre os filmes e, ainda, que a diminuição nos escores atribuídos pelos examinadores ocorreu paralelamente à redução nos valores de densidade. Com isso, os autores sugeriram o uso do filme Insight para reduzir a exposição do paciente.

Dezotti & Tavano, no mesmo ano de 2004, analisaram, por meio da obtenção de curvas características, a sensibilidade e o contraste do filme Insight processado manualmente com temperaturas e tempos variáveis, comparando-o ao filme Ultra-speed. Os dois filmes foram expostos sob condições padronizadas e processados nas combinações temperatura/tempo 20°C por cinco minutos e 30°C por 1,25 minutos. Quando os filmes foram processados à temperatura de 30°C, a densidade máxima, a sensibilidade, o contraste e a DBV alcançaram valores mais elevados do que quando foi utilizada a temperatura de 20°C. Em ambas as combinações temperatura/tempo, o filme Insight alcançou valores maiores de densidade máxima, sensibilidade e DBV e o filme Ultra-speed, apresentou maior contraste. Ainda, que o filme Insight, que passou por processamento manual, alcançou sensibilidade do grupo F nas temperaturas e tempos de processamentos testados. Por fim, os autores ressaltaram que, e mesmo que o filme Ultra-speed apresente ótimo padrão de qualidade de imagem, alcançando resultado superior de contraste em comparação ao Insight, requer até 60% mais exposição que este, devendo ser contra-indicado.

## 2.2 PROCESSAMENTO RADIOGRÁFICO

O emprego do filme e da técnica radiográfica apropriados constitui apenas parte da produção de uma radiografia satisfatória. O processamento completa o que teve início com a exposição, pois é a etapa que transforma a imagem latente, contida nos grão de prata da emulsão sensibilizados pelos raios X, em imagem visível e, ainda, torna esta imagem permanente (Rosa, 1975).

Este meticuloso procedimento é composto de várias etapas, que devem ser rigorosamente seguidas para a obtenção de imagens com qualidade de diagnóstico e arquivo (Souza, 1988). No entanto, mesmo sendo meticuloso, é relativamente simples, e por isso, negligenciado por uma grande parte dos profissionais, que chegam a considerá-lo um tempo improdutivo em termos de aproveitamento no tratamento dentário (Dezotti, 2000; Costa, 2003).

A negligência na realização do processamento, associada à falta de conhecimento da ação das soluções processadoras sobre os diferentes filmes radiográficos, a utilização de técnicas e instalações inadequadas para o procedimento e, especialmente, a tentativa de abreviá-lo, uma vez que consome muito mais tempo que a exposição, contribuíram para que o processo fosse considerado como a principal causa de falhas na aquisição de imagens radiográficas. Tais procedimentos são inteiramente irresponsáveis e prejudiciais, pois somente uma radiografia bem executada em todas as suas etapas, o que inclui o processamento, poderá servir como método diagnóstico e ser arquivada como documento (Rosa, 1975; Baretieri *et al.*, 1985; Souza, 1988; Thorogood *et al.*, 1988; Ribeiro & Tavano, 1993; Tavano, 1996).

No entanto, a busca por abreviar o tempo de processamento se faz necessária em algumas áreas da Odontologia que exigem rapidez na execução de seus procedimentos, como a Endodontia (Ingle *et al.*, 1965). Assim, vêm se estudando alternativas para diminuir o tempo de processamento, sem prejuízo da qualidade de diagnóstico e arquivo das radiografias, ou seja, mantendo um controle de qualidade, que passa pelo estudo das soluções, das técnicas e do local para realização do procedimento.

Segundo Ingle *et al.*, em 1965, a temperatura recomendada para utilização das soluções de processamento, a fim de alcançar uma radiografia de qualidade, é 20°C. À esta temperatura, o tempo de revelação situa-se em torno dos seis minutos, tornando-se extenso para o trabalho do endodontista, que exige rapidez de procedimentos. Desta forma, os autores testaram o efeito do aumento da temperatura nas soluções sobre o tempo de processamento e a qualidade das radiografias. Após testarem incrementos sobre a temperatura de 20°C, gradativamente, até 37,7°C, variando também o tempo de revelação, concluíram, baseados na qualidade das radiografias obtidas, que uma temperatura de 33,3°C associada à 30 segundos de revelação, seria o tempo ideal de trabalho para endodontistas.

Ainda na tentativa de abreviar o processamento, em 1971, Alcox & Waggener testaram vários procedimentos, como o uso de soluções reveladoras em altas temperaturas, agitação contínua do filme na solução, soluções de processamento concentradas ou, ainda, uma combinação de métodos, e constataram que a agitação contínua do filme na solução foi capaz de reduzir o tempo de revelação em 20%. No entanto, os autores relatam que estas práticas contribuíram para diminuir o tempo de arquivo das radiografias por causarem algumas alterações em suas propriedades sensitométricas.

Rosa, em 1975, publicou um trabalho onde descreveu detalhadamente todos os passos do processamento radiográfico assim como suas reações químicas. O autor justificou tal publicação através da dificuldade encontrada por aqueles que se dedicam à Radiologia em compreender os diferentes mecanismos responsáveis pela obtenção da imagem radiográfica. Em relação à lavagem, tanto final quanto intermediária, o autor afirmou que deveriam merecer um destaque idêntico às fases de revelação e fixação, uma vez que seriam parte integrante do processamento, juntamente com a secagem. Ainda, que a lavagem final teria como objetivo principal a eliminação do hipossulfito de sódio ou de amônia do fixador, que, permanecendo sobre a película, reagiria com o oxigênio do ar e sofreria um processo de oxidação. Esta reação levaria ao aparecimento de manchas escuras na radiografia.

Da mesma forma, o manual de orientação da Eastman Kodak Company (1980c) afirmou que para uma radiografia permanecer inerte à luz ou à atividade química, após o

processamento, deveria conter apenas prata metálica revelada suspensa em sua gelatina. Isto significa que ela deveria ser devidamente lavada para que pudessem ser removidas as substâncias químicas do processamento, especialmente o agente “hipo” do fixador. Ainda neste manual, aconselhou-se a utilização de um agente umedecedor por 30 segundos após a lavagem final para evitar mancha nas radiografias e acelerar a secagem, uma vez que o agente umedecedor reduziria a tensão superficial da água no filme, evitando a formação de gotículas de água que deixariam marcas quando a radiografia seca.

Ressaltando que a eficiência na realização da lavagem final do processamento radiográfico, para retirada do hipossulfito de sódio residual do fixador, tem efeito direto sobre as características de conservação das radiografias, mas, no entanto, a importância deste passo é freqüentemente subestimada, Baratieri *et al.* (1985) realizaram um trabalho para divulgar um método quantitativo de determinação do hipossulfito residual baseado em medidas espectrofotométricas. No experimento foram usados dois filmes periapicais processados nas soluções Kodak e Ray, e submetidos a diferentes tipos de lavagem final: (1) água corrente, (2) água parada, (3) solução de carbonato de sódio e posteriormente água corrente e (4) solução de ácido acético. Os resultados das mensurações espectrofotométricas mostraram que a lavagem final em água corrente e água parada foram eficientes para eliminar o hipossulfito residual da emulsão dos dois filmes processados nas duas soluções, assim como a solução de carbonato de sódio quando foi utilizada a solução de processamento Ray. Já as radiografias que passaram por lavagem final em uma solução de ácido acético apresentaram alta concentração residual de hipossulfito de sódio. Os autores explicaram que soluções ácidas, como o ácido acético, têm como função contrair a gelatina, deixando o hipossulfito que está localizado mais internamente na emulsão aprisionado, e desta forma, aumentando a concentração desta substância nas películas radiográficas.

Reforçando a recomendação da Eastman Kodak Company, em 1986, Gibilisco preconizou a utilização de um agente umedecedor após a lavagem final, para assegurar a secagem uniforme do filme e a ausência de manchas causadas pela água.

Souza, em 1988, verificou a efetividade da lavagem final sobre a qualidade das radiografias arquivadas, por meio da quantificação do resíduo de hipossulfito de sódio. Os resultados mostraram que a lavagem que permitiu resíduos iguais ou menores que 0,4 mg de hipossulfito de sódio por película periapical, foi considerada satisfatória. Assim sendo, concluiu que os melhores resultados foram obtidos aos 20 minutos de lavagem, mas que cinco minutos em água corrente ou em água corrente sob agitação, e 10 minutos em água parada ou em água parada sob agitação, já foi um tempo suficiente para execução da lavagem final. A autora fez tal afirmação, baseada no fato de que todos os filmes testados tiveram índices menores ou iguais a 0,4mg de hipossulfito de sódio por película aos cinco minutos, e que este tempo representou ainda uma margem de segurança, visto que sob a condição de água circulante associada ou não à agitação da película, todos os filmes apresentaram índices menores ou iguais a este valor aos 2,5 minutos de lavagem final.

Souza *et al.*, em 1990, analisaram a eficiência da lavagem final de radiografias periapicais em um pequeno volume de água, por meio de um método espectrofotométrico de quantificação residual de hipossulfito de sódio. Para isso, realizaram testes usando o volume de 150ml de água em dois recipientes, um para lavagem intermediária e outro para lavagem final, e em recipiente único, usado para os dois banhos. Após análise dos resultados, alertaram aos clínicos que utilizam caixas de processamento portáteis que o uso de um único recipiente para os dois banhos nem sempre produz resultados satisfatórios, pois a quantidade de hipossulfito de sódio residual nas películas, por algumas vezes, foi maior que os 0,4mg recomendado para que uma radiografia permaneça sem alterações.

Em 1993, Montebello Filho & Tavano estimaram a degradação da solução de processamento Kodak pronta para uso, quando foi utilizada em recipientes de plástico e de vidro, em uma câmara escura portátil. Neste estudo foi simulada condição clínica de um consultório odontológico, onde, diariamente, eram processadas cinco radiografias periapicais. Durante o intervalo de realização das radiografias, os recipientes plásticos eram fechados com uma tampa, para impedir o contato dos líquidos com o oxigênio. Já os recipientes de vidro permaneciam destampados durante o intervalo de uso. Os autores puderam observar que houve diferença no período de utilização da solução de acordo com o

recipiente onde a mesma foi acondicionada. Quando foi utilizado o recipiente de plástico, a solução foi usada durante cinco semanas (33 dias) proporcionando o processamento de 121 radiografias, e com a utilização do recipiente de vidro, foi possível processar 150 radiografias em um período de seis semanas (40 dias). Os autores contra-indicaram a utilização de recipientes plásticos em câmaras escuras portáteis.

Relatando que a escassez de pesquisas com câmaras escuras portáteis constitui-se como um dos fatores que favorece a falta de conscientização dos profissionais de seguir normas para este procedimento, no mesmo ano de 1993, Ribeiro & Tavano realizaram um estudo para analisar a exaustão da solução Ray neste equipamento. Avaliaram a sensibilidade e o contraste de um filme, assim como as alterações de pH e de cor, e a perda de volume (depleção) da solução. A exaustão da solução foi induzida pelo processamento ininterrupto de 43 radiografias, em um volume de 50ml. Foi possível observar, pela construção de curvas características, que o filme testado apresentou diminuição de contraste e aumento da sensibilidade com a exaustão da solução Ray. Ainda, que o pH e a cor da solução sofrerem apenas pequenas alterações, e assim, não poderiam servir como parâmetros para detecção de exaustão. A depleção do início para o final do processamento foi de 15%, praticamente o líquido retido pela emulsão dos filmes processados.

No ano de 2000, Pistóia avaliou o efeito das condições de processamento, em especial a degradação das soluções, sobre o contraste e a densidade de radiografias, correlacionando estas alterações com uma avaliação clínica qualitativa. Foram utilizados três filmes radiográficos periapicais, de sensibilidades e/ou marcas comerciais diferentes, processados em duas soluções de marcas comerciais diferentes e, ainda, em duas câmaras escuras portáteis comercialmente distintas. O autor pôde observar que diferentes valores de densidade e contraste puderam ser obtidos de acordo com as condições de processamento empregadas. Também, que os filmes reagiram de forma distinta em relação à queda de atividade das soluções processadoras, onde o filme de menor sensibilidade apresentou maior constância de resultados, com as duas soluções e as duas câmaras portáteis testadas. Ainda, que uma grande amplitude de radiografias com alterações de densidade e contraste foi aceita na avaliação clínica, inclusive recebendo conceitos elevados após a queda

significativa das propriedades. Desta forma, a avaliação densitométrica mostrou-se consideravelmente mais sensível que a subjetiva.

Na tentativa de abreviar o processamento, Damian (2001) avaliou o efeito da utilização do álcool etílico na concentração de 92,8°GL sobre o tempo de secagem de radiografias periapicais e as possíveis alterações causadas por esta substância na densidade, na qualidade visual da imagem e na emulsão das mesmas. No estudo foram formados grupos experimentais que se diferenciaram quanto ao tempo de lavagem final em água e, também, à etapa do processamento em que foi utilizado o banho na substância alcoólica, sendo que em um dos grupos a lavagem final em água foi substituída pela lavagem em álcool. As análises da densidade, da qualidade visual da imagem e da emulsão, esta última por meio de microscopia óptica, foram realizadas nos períodos de um, seis e 12 meses após a confecção das radiografias, para simular tempo de arquivamento. Os resultados mostraram que o álcool etílico na concentração de 92,8° acelerou o tempo de secagem das radiografias, especialmente quando passaram por uma lavagem final realizada durante 2,5 minutos. Entretanto, as radiografias mostraram alterações de densidade que poderiam vir a prejudicar sua qualidade, especialmente após um período maior de arquivamento. Todavia, a qualidade visual da imagem, assim como a emulsão das mesmas, permaneceu inalterada, em relação ao grupo controle do estudo, frente à utilização do álcool etílico, salvo para as radiografias onde a água foi substituída pelo álcool na lavagem final.

### **2.3 ÁLCOOL ETÍLICO**

Os álcoois podem ser considerados compostos orgânicos derivados da água (H<sub>2</sub>O), onde um dos átomos de hidrogênio foi substituído por uma cadeia carbônica (porção álcali), ou, um composto orgânico, derivado de um hidrocarboneto, cujo grupo funcional é o hidroxil ou hidroxila (-OH). Desta forma, no caso do álcool etílico, a fórmula do composto é CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH ou, de forma abreviada, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.

Na sua maioria, os álcoois são compostos polares, porque o oxigênio do grupo hidroxil polariza a ligação C-O e também a ligação O-H. Esta polarização propicia a realização de ligações através de pontes de hidrogênio com outras moléculas de álcool ou com moléculas de água. Por formar estas pontes de hidrogênio, se diz que o grupo hidroxil é hidrofílico, ou seja, tem afinidade com a água. Quanto menor for a cadeia carbônica do álcool, seu grupo álcool também realiza ligações por meio de pontes de hidrogênio e apresenta característica hidrofílica. Assim, álcoois de cadeia carbônica curta são chamados bipolares, pois tanto o grupo hidroxil, como o grupo álcool, é polar. Álcoois de cadeias carbônicas longas, ao contrário, têm pouca solubilidade em água, uma vez que a parte álcool deixa de ser polar e passa a ser molecular.

De acordo com English Jr. *et al.*, (1971) e Solomons (1996), a polarização da ligação O-H do grupo hidroxil de um álcool torna o hidrogênio parcialmente positivo e explica a razão de os álcoois serem ácidos fracos.

Assim como a solubilidade, o ponto de fusão, o ponto de ebulição e a densidade dos álcoois são influenciados pela extensão da cadeia carbônica. Os álcoois de cadeia carbônica longa possuem pontos de fusão e ebulição menores que aqueles de cadeia carbônica curta. Ainda, a densidade dos álcoois aumenta com a extensão da cadeia carbônica, tanto que álcoois de cadeia longa, como o álcool dodecálico, são sólidos. Desta forma, o etanol é uma substância líquida, incolor, altamente volátil e totalmente solúvel em água, com pontos de fusão e ebulição altos.

Vários são os métodos usados para sintetizar substâncias alcoólicas, e o grupo hidroxil de um álcool é facilmente convertido em outros grupos funcionais. Por serem facilmente sintetizados e facilmente transformados em outros compostos, os álcoois servem como intermediários importantes em sínteses orgânicas, sendo que entre as reações mais comuns dos álcoois pode-se citar a oxidação e a desidratação.

Segundo Moura Campos (1980), a oxidação de álcoois pode, de um modo geral, ser efetuada por meio de de-hidrogenação catalítica por agentes químicos (oxidantes). A de-hidrogenação catalítica ocorre porque certos metais como cobre, prata, paládio e ferro absorvem hidrogênio das substâncias alcoólicas. Esta informação é

reforçada por Cabreira (2004), quando cita que a prata, além de ser utilizada na fabricação de filmes fotográficos e radiográficos, serve como catalisador na oxidação do etanol e de outros álcoois.

Ressalta-se que a oxidação de compostos orgânicos geralmente aumenta o número de ligações entre carbono e oxigênio (ou outro elemento eletronegativo como um halogênio) e pode diminuir o número de pontes de hidrogênio.

O álcool ao contrário da água, não é capaz de solubilizar proteínas. Em presença de álcool, as proteínas desnaturam, ou seja, alteram sua estrutura, passando de uma cadeia enovelada, para uma cadeia dobrada ao acaso, perdendo assim a função. Em uma solução alcoólica de 3:1 (três partes de álcool para uma de água), as proteínas além de desnaturarem, tornam-se completamente insolúveis, formando “grumos” sobre a estrutura onde está depositada (Lehninger, 1976).

O álcool etílico ou etanol tem sido produzido desde tempos pré-históricos, através da fermentação do suco de frutas para gerar vinho. Entretanto, a fermentação é um método de obtenção relativamente caro, sendo que, atualmente, o etanol industrial é sintetizado pela adição catalítica de água sob altas temperaturas ao etano ( $C_2H_4$ ).

Além do uso em bebidas alcoólicas, o álcool etílico também pode ser utilizado como combustível automotor, sozinho ou misturado em um percentual de 10 a 24% à gasolina. Ainda, pode ser usado como germicida para desinfecção de superfícies, especialmente em consultórios odontológicos. Quando usado para esta última finalidade, geralmente não se encontra na forma pura, de álcool absoluto ou 100°, e sim dissolvido em água, na concentração de 70°GL (McDonnell & Russell, 1999).

Até o ano 2000, o álcool etílico vendido em estabelecimentos comerciais para uso doméstico, apresentava formulação líquida em concentrações de 96°GL e 92,8°GL. Em função do grande número de acidentes domésticos com queimaduras causados por esta substância, os álcoois líquidos 96° e 98,2° foram substituídos pela forma gel ou pela forma líquida na concentração de 46°GL (O Estado de São Paulo, 2002).

### **3 PROPOSIÇÃO**

Diante da literatura consultada, foi proposto neste estudo:

- a) Avaliar se o uso do álcool etílico ou etanol, nas concentrações 46°GL, 70°GL e 92°GL, na forma líquida, influenciaria o tempo de secagem de radiografias obtidas com filmes de sensibilidades distintas;
- b) Analisar objetivamente, por meio da obtenção da densidade, da sensibilidade e do contraste, a qualidade destas radiografias após um curto período de arquivamento;
- c) Analisar subjetivamente, por meio de avaliação clínica, a qualidade da imagem para diagnóstico dessas radiografias, após um curto período de arquivamento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa teve início após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas (FOP/UNICAMP). O certificado de aprovação do CEP pode ser visto no Anexo 1.

### 4.1 ÁLCOOL ETÍLICO

Na realização deste estudo foi utilizado o álcool etílico ou etanol ( $C_2H_5OH$ ) nas concentrações de 46°GL, 70°GL e 92°GL. Para a padronização das soluções e a confirmação das concentrações utilizadas, todas as substâncias alcoólicas foram obtidas a partir da diluição do álcool etílico absoluto ou 100°. Esta substância, da marca comercial Reagentes Analíticos Dinâmica (código R.3806.00) e distribuída pela MPL (Materiais para Laboratório, Piracicaba, São Paulo, Brasil), estava acondicionada em um frasco de cinco litros e dentro do prazo de validade indicado pelo fabricante. Foi preparado, no Laboratório de Histologia da FOP/UNICAMP, uma quantidade equivalente à um litro para cada concentração de álcool etílico, a partir da diluição do álcool absoluto em água destilada nas seguintes proporções:

- ✓ Álcool etílico 46°GL: 460ml de álcool e 540ml de água;
- ✓ Álcool etílico 70°GL: 700ml de álcool e 300ml de água;
- ✓ Álcool etílico 92°GL: 920ml de álcool e 80ml de água.

## 4.2 FILMES RADIOGRÁFICOS

Foram usados filmes radiográficos odontológicos intra-orais, classificados quanto à sensibilidade<sup>1</sup> nos grupos E/F, E e D, fabricados pela Kodak (Kodak do Brasil Comércio e Indústria Ltda., São José dos Campos, São Paulo, Brasil): o Insight, o E-speed e o D-speed, respectivamente (Figura 1A). Todos os filmes, de tamanho 1.2, padrão para a realização de radiografias periapicais, de acordo com a especificação nº 22 da American Dental Association -ADA- (Council on Dental Materials and Devices, 1970), encontravam-se pelo menos um ano antes do vencimento, dentro do prazo de validade (Figura 1B).

Utilizou-se 140 filmes de cada tipo, sendo estes identificados, quanto à sensibilidade e à lavagem ou não em álcool, além da concentração do álcool, por letras metálicas, localizadas nos bordos dos filmes onde não poderiam interferir nas análises (Hawe, Neos Dental, Suisse).

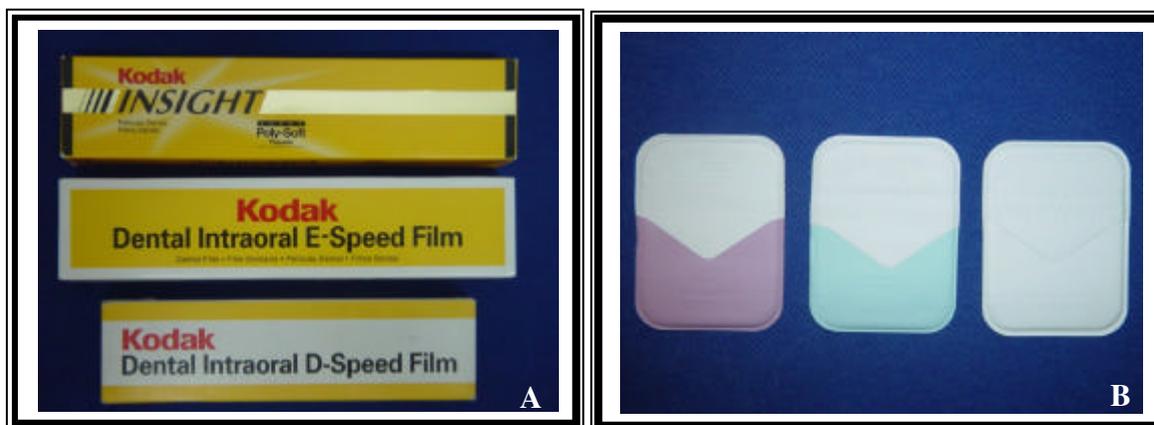


Figura 1 - Ilustração das caixas (A) e das embalagens (B) dos filmes utilizados no experimento: Insight, E-speed e D-speed, respectivamente de cima para baixo (A) e da esquerda para direita (B).

<sup>1</sup> Classificação dos grupos de sensibilidade de acordo com International Standard Organization (ISO) 5799-1991 *apud* Ludlow *et al.*(2001b).

### 4.3 DIVISÃO E DENOMINAÇÃO DOS GRUPOS EM ESTUDO

Os filmes foram divididos, de acordo com a sensibilidade, em três grandes grupos denominados X, Y e Z. O grupo X foi representado pelo filme de sensibilidade E/F (**Insight**), o grupo Y, pelo filme E (**E-speed**) e o grupo Z, pelo filme D (**D-speed**).

Os filme **Insight**, **E-speed** e **D-speed** foram divididos em quatro subgrupos, que se diferenciaram pela lavagem ou não em álcool e pela concentração da substância, e foram denominados de 1, 2, 3 e 4. O subgrupo 1 (**Ag**) foi formado pelos filmes que não receberam lavagem em álcool, sendo considerado o **grupo controle**. O subgrupo 2 (**AI 46**), por filmes que passaram por um banho em álcool etílico na concentração de 46°. O subgrupo 3 (**AI 70**), por um banho em álcool etílico na concentração de 70°. E por fim, o subgrupo 4 (**AI 92**), por filmes que passaram por um banho em álcool etílico na concentração de 92°. Ressalta-se que o banho em álcool dos subgrupos **AI 46**, **AI 70** e **AI 92** foi realizado após a lavagem final em água.

### 4.4 EXPOSIÇÃO

#### 4.4.1 Suporte de acrílico

Na realização das radiografias, foi utilizado um suporte de acrílico para o cabeçote de raios X, adaptado ao cilindro localizador do aparelho (Figura 2). Este dispositivo permitia a manutenção do direcionamento do feixe de radiação perpendicular à película, e a distância foco-filme padronizada em 40cm para todas as exposições.



Figura 2 - Suporte de acrílico utilizado para padronizar as exposições.

#### **4.4.2 Simulador de mandíbula (*Phanton*) / Escala de densidades**

Com exceção dos filmes destinados à confecção das curvas características, para a exposição das radiografias foi utilizado um simulador de mandíbula e uma escala de densidades (Figura 3).

O simulador de mandíbula, ou *Phanton*, serviu para a obtenção de imagens padronizadas das estruturas dentárias que foram usadas na análise clínica subjetiva. Este dispositivo consistia de um segmento de mandíbula humana macerada, contendo três elementos dentários molares, incluída em acrílico transparente para simular o tecido mole no que se referisse à densidade e contraste, de acordo com Alvares *et al.* (1969).

Para a obtenção das leituras densitométricas, utilizadas na análise da densidade óptica das radiografias, foi utilizada uma escala de densidades de dois degraus, composta por uma placa de alumínio com quatro milímetros de espessura e, sobre parte desta, uma placa de chumbo com um milímetro de espessura. Esta escala cobria parcialmente o filme,

possibilitando três faixas de exposição: mínima, intermediária e máxima. A faixa de exposição mínima correspondia à área exposta sob as placas de chumbo e alumínio, a de exposição intermediária, à área exposta somente sob a placa de alumínio e a faixa de exposição máxima, à área exposta diretamente aos raios X, sem nenhum interposto entre o filme e o feixe de radiação, possibilitada pela cobertura parcial da película radiográfica pela escala de densidades.



Figura 3 - *Phanton* e escala de densidades utilizados no experimento.

#### 4.4.3 Aparelho de raios X

Para a exposição dos filmes radiográficos foi utilizado um aparelho de raios X da marca GE (General Electric Company, Milwaukee, Wisconsin, USA), modelo 1000, com filtragem total equivalente a 2,5mm de alumínio, pertencente à Clínica de Radiologia da FOP/UNICAMP. O aparelho foi utilizado com regime de 70kVp, 10mA, uma distância foco-filme de 40cm, padronizada pelo posicionador de acrílico, e um tempo de exposição que variou de acordo com a utilização posterior da radiografia (análises densitométrica e clínica subjetiva ou construção de curvas característica e obtenção das propriedades

sensitométricas) e também com a sensibilidade dos filmes (no caso das análises densitométrica e clínica subjetiva).

#### **4.4.4 Exposição dos filmes destinados às análises densitométrica e clínica subjetiva**

Antes da exposição destes filmes, foi desenvolvido um plano piloto para a determinação do tempo ideal, de acordo com o grupo de sensibilidade dos filmes:

- ✓ Utilizando a escala de densidades e o simulador de mandíbula, os filmes foram expostos a uma extensão de tempo que variou de 10 a 60 impulsos;
- ✓ Em cada um dos tempos testados, foram expostas três películas para cada tipo de filme (Insight, E-speed e D-speed);
- ✓ Todas as radiografias foram processadas manualmente, pelo método temperatura/tempo, em uma câmara escura portátil;
- ✓ Foram mensuradas as densidades ópticas das radiografias, obtendo-se a densidade média para cada tempo de exposição, e também sendo analisadas, visualmente, as imagens formadas nestes tempos em relação à densidade e contraste;
- ✓ O tempo de exposição considerado ideal foi aquele que produziu radiografias com valores de densidade semelhantes nos três tipos de filme, e com qualidade visual de imagem para diagnóstico, ou seja, grau médio de densidade e contraste.

Desta forma, constatou-se que o tempo ideal de exposição para o filme Insight foi 24 impulsos (0,4s), para o E-speed foi 30 impulsos (0,5s) e para o filme D-speed, 54 impulsos (0,9s). Ressalta-se que os tempos de exposição obtidos no plano piloto deste estudo foram semelhantes ao que o fabricante dos filmes (Eastman Kodak Company, 2003) recomenda para a utilização dos mesmos.

Após a definição dos tempos, os filmes foram expostos com o simulador de mandíbula e a escala de densidades, e um exemplo do resultado destas exposições pode ser visto na Figura 4.

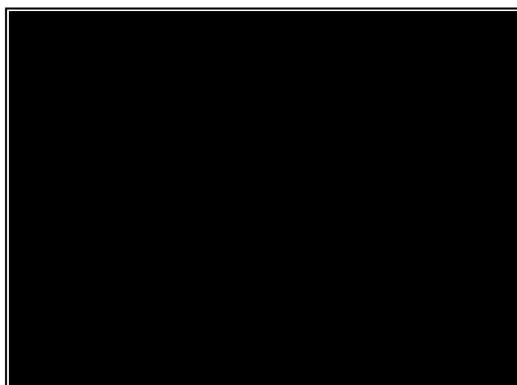


Figura 4 - Radiografia obtida com a exposição do *Phanton* e escala de densidades, destinada às análises densitométrica e clínica subjetiva.

#### **4.4.5 Exposição dos filmes destinados à confecção das curvas características / obtenção das propriedades sensitométricas**

Para a exposição destes filmes, foi utilizada a mesma metodologia descrita nos trabalhos de Dezotti (2000) e Casanova (2002).

Independentemente da sensibilidade dos filmes, os mesmos foram expostos, apenas com os identificadores metálicos e auxílio do posicionador de acrílico, à tempos pré-determinados de um, 10, 60 e 300 impulsos, em cada grupo de sensibilidade (X, Y e Z) e subgrupo de utilização/concentração de álcool etílico (1, 2, 3 e 4).

A Figura 5 ilustra um exemplo de um grupo de quatro radiografias, juntamente com um filme processado sem exposição para a obtenção da densidade base e velamento (DBV) que serviram para a construção das curvas características e obtenção das propriedades sensitométricas.

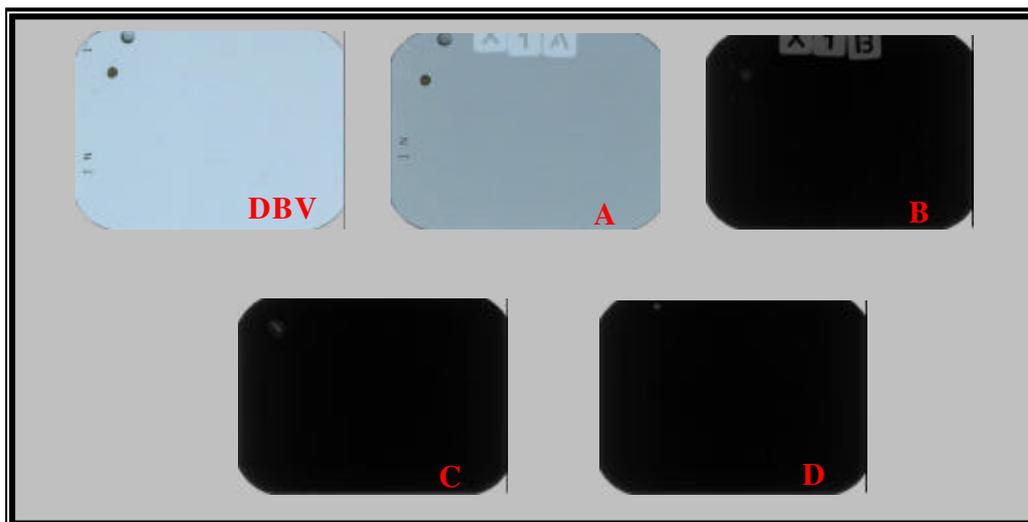


Figura 5 – Grupo de radiografias destinadas à confecção das curvas características: densidade base e velamento (DBV), um impulso (A), 10 impulsos (B), 60 impulsos (C) e 300 impulsos (D).

## 4.5 PROCESSAMENTO RADIOGRÁFICO

### 4.5.1 Local e equipamentos

Para simular situação clínica de um consultório odontológico, o processamento radiográfico foi realizado em uma câmara escura portátil da marca Del Grandi, modelo Delta (Del Grandi Produtos Radiológicos Ltda., São Paulo, São Paulo, Brasil), recentemente lançada no mercado brasileiro em cumprimento às exigências para a construção destes equipamentos pela Portaria nº 453 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde do Brasil.

Este equipamento, pertencente à Clínica de Radiologia da FOP/UNICAMP, trata-se de uma caixa portátil confeccionada em acrílico não transparente, oferecendo, segundo o fabricante do produto, blindagem contra a entrada de luminosidade, e, adicionalmente, obrigando seu usuário a realizar o processamento pelo método temperatura/tempo (Figura 6A). Ainda, apresentava quatro recipientes para o acondicionamento dos líquidos de processamento (Figura 6B), sendo o quarto recipiente

destinado à lavagem final, uma vez que Souza *et al.* (1990) e Tavano (1996) já salientaram que as lavagens intermediária e final não devem ser realizadas no mesmo recipiente, para não haver alteração na qualidade das radiografias. Estes recipientes, confeccionados em aço inox, tinham capacidade para acondicionar 250ml de solução.



Figura 6: Câmara escura portátil utilizada no processamento das radiografias: visão externa (A) e interna (B), onde observam-se os quatro recipientes de aço inox.

Ainda foram utilizados no processamento, os seguintes acessórios:

- ✓ Higrômetro digital para verificar a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar no momento do processamento;
- ✓ Termômetro de imersão e cronômetro digital para a realização do processamento manual pelo método temperatura/tempo;
- ✓ Um segundo cronômetro, também digital, para verificar o tempo de secagem;
- ✓ Recipiente adicional da câmara escura portátil, de aço inox com capacidade para 250ml de solução, para o acondicionamento das soluções alcoólicas;
- ✓ Varal para dispor as radiografias que tiveram seus tempos de secagem cronometrados;
- ✓ Estufa de secagem para a finalização do processamento das demais radiografias.

#### 4.5.2 Soluções

Nesta pesquisa foram utilizadas soluções processadoras – revelador e fixador – Kodak (Kodak do Brasil Comércio e Indústria Ltda., São José dos Campos, São Paulo, Brasil), prontas para uso em processamento manual, comercializadas em frascos de 475ml (Figura 7). Optou-se pela utilização destas soluções para simular condições clínicas de um consultório odontológico.

Nas etapas de lavagem intermediária e final foi utilizada água parada, para, mais uma vez, simular condições clínicas, já que na câmara escura portátil havia os recipientes destinados à estas finalidades.

Ainda, foi utilizado o etanol ou álcool etílico ( $C_2H_5OH$ ) na concentração de 100° (absoluto), diluído às concentrações de 46°, 70° e 92°, para a realização das lavagens em álcool dos grupos 2, 3 e 4, respectivamente, como relatado anteriormente nas seções 4.1 (álcool etílico) e 4.3 (divisão e denominação dos grupos em estudo).



Figura 7 - Líquidos de processamento pronto uso para utilização manual. Da esquerda para direita: revelador e fixador.

#### **4.5.3 Métodos de processamento**

Todas as radiografias foram processadas em uma câmara escura portátil, pelo método manual temperatura/tempo, de acordo com a rotina da Clínica de Radiologia da FOP/UNICAMP. Neste estudo a temperatura dos líquidos variou de 24 e 28°C, fazendo com que o tempo de revelação utilizado variasse de dois a três minutos, a lavagem intermediária foi de 30s, a fixação pelo dobro do tempo da revelação e a lavagem final por 10min em água parada. A precisão dos tempos foi obtida por meio de um cronômetro digital.

Após a lavagem final em água, os subgrupos 2, 3 e 4 passaram por um banho em álcool etílico por 30s, de acordo com a Eastman Kodak Company (1980), quando sugeriu a utilização de um “agente umedecedor” para acelerar a secagem e evitar a formação de manchas nas radiografias. Os filmes do grupo 2 passaram por um banho em álcool etílico na concentração de 46°, os filmes do grupo 3, de 70° e os filmes do grupo 4, de 92°.

Finalizada a lavagem ou o banho em álcool, as radiografias que não passaram pela cronometragem do tempo de secagem foram secas em estufa de ar quente.

Como o processamento foi realizado em recipientes pequenos, com capacidade para apenas 250ml de solução, os líquidos de processamento, bem como a água utilizada para as lavagens intermediária e final, foram trocadas durante o experimento. A troca da água foi realizada a cada grupo de cinco filmes processados, tanto para a lavagem final como para a lavagem intermediária, de acordo com Tavano (1996). Já a troca dos líquidos foi realizada a cada grupo de 50 radiografias, com base nos trabalhos de Montebello Filho & Tavano (1993) e de Ribeiro & Tavano (1993). Optou-se por não trocar as substâncias alcoólicas durante o processamento, uma vez que o tempo que os filmes permaneceram nestas soluções foi muito pequeno (apenas 30s).

#### **4.5.4 Densidade base e velamento**

Para a construção das curvas características e obtenção das propriedades sensitométricas, foram processados filmes sem exposição para mensurar a densidade base e velamento (DBV) de cada grupo do estudo. De acordo com Whaites (2003) a DBV traduz-se pelo menor grau de escurecimento evidenciado em uma película radiográfica que não foi exposta à radiação, e deve-se à cor/densidade da base plástica e ao processamento de cristais de prata não expostos. Estes filmes passaram pelas mesmas etapas de processamento descritas anteriormente, de acordo com o grupo ao qual pertenciam.

### **4.6 AVALIAÇÕES**

#### **4.6.1 Tempo de secagem**

O tempo de secagem foi obtido com a finalidade de verificar se a utilização do álcool etílico e, principalmente, a concentração do mesmo poderiam abreviar a secagem de radiografias obtidas com os filmes Insight, E-speed e D-speed.

Para tanto, foram utilizados cinco filmes de cada grupo de sensibilidade (X, Y e Z) e subgrupo de lavagem em álcool (1, 2, 3 e 4), expostos com o simulador de mandíbula e a escala de densidades. Cada um destes cinco filmes foi processado isoladamente, e o tempo que levou para secar foi contado em um cronômetro digital. A radiografia era considerada seca quando não houvesse nenhuma gota de líquido sobre a superfície da película, salientando-se que não foi utilizado qualquer artifício para acelerar a secagem, como estufas, secadores ou mesmo “agitação”.

Para que as condições externas não pudessem influenciar nos resultados, estas radiografias foram processadas no mesmo dia, em um local sem ventilação artificial. No momento do processamento foi mensurada a temperatura e a umidade relativa do ar, por meio de um higrômetro.

Os resultados foram avaliados por meio de ANOVA em esquema fatorial 3X4 e teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

#### 4.6.2 Análise densitométrica

Para esta análise, foram utilizados 10 filmes de cada grupo de sensibilidade e subgrupo de lavagem em álcool, expostos com a escala de densidades. Com o auxílio de um aparelho fotodensitômetro digital, foi realizada a mensuração da densidade óptica das radiografias, para verificar se a utilização do álcool etílico em diferentes concentrações poderia causar alterações na densidade de diferentes filmes. Este aparelho da marca MRA (Indústria de Equipamentos Eletrônicos, Ltda, Ribeirão Preto, São Pulo, Brasil), que pertence à Disciplina de Radiologia da FOP/UNICAMP, tinha o diafragma calibrado com abertura de 1,0mm de diâmetro para todas as leituras (Figura 8).



Figura 8 - Aparelho fotodensitômetro digital.

Em todas as três faixas (degraus) da escala de densidades foram realizadas cinco leituras densitométricas, o mais próximo possível do centro geométrico do degrau, de acordo com a metodologia proposta por Pistóia (2000). Posteriormente obteve-se a média de cada faixa da escala de densidades, o que permitiu o cálculo de uma densidade média para cada radiografia, por meio da soma dos valores médios das três faixas de exposição da escala, dividido pelo número de faixas, ou seja, por três.

Todas as leituras fotodensitométricas foram realizadas em dois períodos distintos: um mês e seis meses após a realização do experimento, para simular condições de arquivo.

Os resultados foram avaliados por meio de ANOVA com fatorial 3X4 para medidas repetidas no tempo e teste de Tukey ao nível de 5%.

#### **4.6.3 Construção das curvas características / Obtenção das propriedades sensitométricas**

Para verificar a ação do álcool etílico ou etanol em diferentes concentrações sobre o contraste e a sensibilidade dos filmes Insight, E-speed e D-speed, foram construídas curvas características. A construção destas curvas seguiu a metodologia descrita por Dezotti (2000) e Casanova (2002).

Para cada combinação filme/lavagem em álcool, foram expostas cinco películas em cada um dos tempos de exposição pré-determinados de um, 10, 60 e 300 impulsos e foram processados mais cinco filmes sem exposição (para obtenção da DBV). Assim foram formados grupos de 25 radiografias para cada um das combinações supracitadas. Ressaltando-se que estes filmes foram expostos somente com os identificadores metálicos, ou seja, foram expostos diretamente à radiação X.

Com o auxílio do aparelho fotodensitômetro digital MRA, foram realizadas as medidas fotodensitométricas, das radiografias e dos filmes processados sem exposição, para a determinação da densidade média de cada tempo de exposição, a fim de construir as

curvas características. Assim como na avaliação de densidade óptica, foram mensuradas as densidades e construídas as curvas, nos dois períodos de análise do estudo, de um e seis meses após o experimento, para simular condições de arquivo.

Para construir o gráfico das curvas características, os valores das exposições de um, 10, 60 e 300 impulsos foram transformados em escala logarítmica e plotados no eixo X (abscissa). Esta transformação serviu para tornar o gráfico da curva mais compacto e, também, porque a densidade é expressa em escala logarítmica (Whaites, 2003). No eixo Y (ordenada), foram marcadas as médias das densidades ópticas das cinco radiografias, correspondentes a cada um dos tempos de exposição.

Construídas as curvas para cada combinação filme, lavagem em álcool e tempo de análise, foram obtidos o contraste e o valor indicativo de sensibilidade.

O contraste foi determinado pela diferença entre as densidades 0.25 e 2.0 acima da DBV dividida pela diferença entre o logaritmo das exposições necessárias para imprimir estas densidades aos filmes, de acordo com Geist & Brand (2001). Ainda, o contraste foi observado através da inclinação da curva característica no gráfico.

O valor indicativo de sensibilidade foi representado pela exposição (em segundos) requerida para produzir densidade óptica 1.0 acima da DBV, de acordo com Casanova (2002) e Ludlow *et al.* (2001b). Ressalta-se que quanto menor o valor do tempo de exposição requerido para produzir tal densidade, mais sensível foi o filme radiográfico. Também, a sensibilidade foi observada pela posição da curva no gráfico.

#### **4.6.4 Análise clínica subjetiva**

A análise clínica subjetiva teve por proposição verificar a qualidade da imagem para diagnóstico, assim como o grau de aceitação, de radiografias periapicais, obtidas com diferentes filmes, submetidas à lavagem em álcool etílico em diferentes concentrações durante o processamento.

Assim como nas avaliações anteriores, esta análise também foi realizada nos períodos de um mês e seis meses após o experimento. Para esta finalidade, foram utilizadas as radiografias expostas no simulador de mandíbula a fim de padronizar as imagens. Para cada grupo que compôs o estudo, foram utilizados 10 filmes.

A avaliação foi realizada em um ambiente adequado, com pouca luminosidade e com o auxílio de um negatoscópio e de uma máscara que foi colocada sob parte deste negatoscópio, para que não fosse permitida a passagem de luz excedente àquela transmitida pelas radiografias. Três radiologistas com experiência clínica avaliaram as radiografias separadamente. Os itens avaliados foram a densidade, o contraste, a definição, as alterações de coloração (oxidação) e a presença de velamento, apresentados nas imagens.

As radiografias foram dispostas, aleatoriamente, em cartelas plásticas onde foram omitidas suas denominações, sendo apenas numeradas de um a 14, para que pudessem ser classificadas. Em um instrumento de análise formulado especialmente para esta finalidade (Anexo 2), os avaliadores atribuíram escores às mesmas de acordo com o seguinte gabarito:

- 0 - ruim (inaceitável para diagnóstico).
- 1- regular (pouco satisfatória, mais ainda consegue-se fazer diagnóstico).
- 2 - boa (satisfatória para diagnóstico, mas não excelente).
- 3 - excelente (ideal em todos os aspectos).

Os resultados da análise visual subjetiva foram avaliados por meio dos testes estatísticos de Kruskal-Wallis e de Wilcoxon ao nível de 5%.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 TEMPO DE SECAGEM

A Tabela 1 expressa os valores das médias dos tempos de secagem de cada grupo de radiografias e o resultado da análise de variância e do teste de Tukey. A Figura 9 apresenta a comparação gráfica das médias dos tempos de secagem.

Tabela 1

Valores das médias e dos desvios padrão do tempo de secagem (em minutos) para as radiografias dos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 obtidas com os filmes Insight, E-speed e D-speed

LAVAGEM	FILME		
	Insight	E-speed	D-speed
Água	63,36 ( $\pm$ 3,70) A a	61,87 ( $\pm$ 3,61) A a	61,65 ( $\pm$ 3,61) A a
Álcool 46	42,81 ( $\pm$ 1,76) B a	47,60 ( $\pm$ 0,84) B a	45,85 ( $\pm$ 1,64) B a
Álcool 70	33,46 ( $\pm$ 2,75) C a	34,84 ( $\pm$ 2,26) C a	34,15 ( $\pm$ 2,04) C a
Álcool 92	16,67 ( $\pm$ 2,40) D a	16,64 ( $\pm$ 1,18) D a	16,46 ( $\pm$ 2,64) D a

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pela análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5%.

Pôde-se constatar que houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) nos tempos de secagem dos grupos experimentais do estudo, em relação ao uso e à concentração do álcool etílico. Já em relação aos filmes, não foi encontrada diferença no teste estatístico.

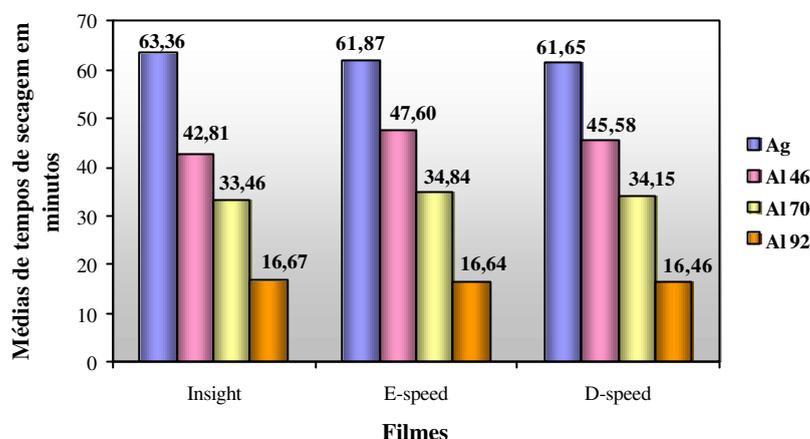


Figura 9 – Comparação entre as médias dos tempos de secagem (em minutos) das radiografias obtidas com os filmes Insight, E speed e D-speed nos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92.

De acordo com os dados da Tabela 1 e da Figura 9, as radiografias do grupo que não passou por lavagem em álcool, ou seja, do grupo controle Ag, apresentaram as maiores médias de tempo de secagem, para todos os filmes testados. O tempo médio neste grupo situou-se entre 61 e 63 minutos. Entre os grupos que passaram por um banho em álcool etílico, os valores médios do tempo de secagem diminuíram à medida que aumentou a concentração da substância alcoólica, ou seja, o tempo de secagem para as radiografias onde foi utilizado o álcool na concentração 46°GL foi entre 42 e 47 minutos, seguido pelas radiografias lavadas com álcool 70°GL, com médias entre 33 e 34 minutos, e o menor tempo foi obtido quando as radiografias passaram por um banho em álcool etílico na concentração de 92°GL, com média de 16 minutos. Este resultado mostrou que, mesmo na menor concentração, o álcool etílico foi capaz de acelerar o tempo de secagem de radiografias periapicais, abreviando o processamento.

## 5.2 ANÁLISE DENSITOMÉTRICA

Os valores médios das leituras de densidade óptica dos grupos experimentais, assim como o resultado das análises estatísticas, nos dois períodos de avaliação do estudo, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2

Valores das médias de densidade óptica e dos desvios padrão das radiografias dos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 obtidas com os filmes Insight, E-speed e D-speed, nos dois períodos de análise do experimento

PERÍODO DE ANÁLISE (meses)	LAVAGEM	FILME		
		Insight	E-speed	D-speed
1	Água	1,54 (0,015) B a	1,52 (0,016) B b	1,52 (0,025) B b
	Álcool 46	1,56 (0,008) A b	1,59 (0,017) A a	1,56 (0,018) A b
	Álcool 70	1,30 (0,009) C b	1,32 (0,010) C a	1,28 (0,011) C c
	Álcool 92	1,28 (0,024) D a	1,28 (0,004) D a	1,27 (0,009) C a
6	Água	1,55 (0,013) B a	1,51 (0,020) B b	1,51 (0,017) B b
	Álcool 46	1,57 (0,020) A b	1,57 (0,016) A a	1,55 (0,022) A b
	Álcool 70	1,29 (0,015) C b	1,30 (0,017) C a	1,28 (0,017) C c
	Álcool 92	1,27 (0,009) D a	1,26 (0,05) D a	1,26 (0,020) C a

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna dentro de cada período de análise e minúsculas na linha diferem entre si pela análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5%.

Verificou-se que não houve diferença estatística significativa ( $p < 0.05$ ), nos valores médios de densidade óptica, entre os dois períodos de análise da pesquisa, de um e seis meses após o experimento. No entanto, estas médias de densidade apresentaram diferença com relação ao uso e à concentração do álcool etílico, assim como ao tipo de filme.

Avaliando a Tabela 2, observa-se que, para os três filmes testados, as maiores médias de densidade óptica foram alcançadas pelo grupo Al 46, seguidas pelas médias do grupo Ag. Mesmo que muito próximos, os valores médios de densidade destes dois grupos,

apresentaram-se diferentes estatisticamente. A partir do grupo Al 70, houve um declínio expressivo nas médias de densidade, para todos os três filmes. Nos grupos Al 70 e Al 92 as médias de densidade, apesar de serem muito próximas, foram diferentes estatisticamente, sendo uma exceção a este resultado encontrada no filme D-speed, que apresentou valores médios de densidade sem diferença estatística para os grupos Al 70 e Al 92. Ressalta-se que estes resultados foram obtidos nos dois períodos de avaliação do estudo.

Ainda avaliando a Tabela 2, é possível verificar que o filme Insight apresentou valor médio de densidade maior e estatisticamente diferente dos filmes E-speed e D-speed no grupo controle Ag. Quando os filmes passaram por lavagem em álcool 46°GL e 70°GL, foi o filme E-speed que apresentou a maior densidade. Já no grupo Al 92, não houve diferença estatística nos valores de densidade entre os filmes testados. Mais uma vez, vale ressaltar a repetição de resultados nos dois períodos de avaliação do estudo.

### **5.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS**

Primeiramente, as curvas características foram conjugadas em função dos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92, para cada filme e tempo de análise do experimento, sendo que as mesmas podem ser vistas nas Figuras 10 a 15. As Figuras 10 e 11 representam o agrupamento das curvas construídas com a utilização do filme Insight, no primeiro e no segundo período de análise, respectivamente. As Figuras 12 e 13, com o filme E-speed, na mesma ordem de apresentação com relação aos períodos de avaliação. Já as Figuras 14 e 15, referem-se ao filme D-speed, também para o primeiro e segundo período de avaliação, respectivamente.

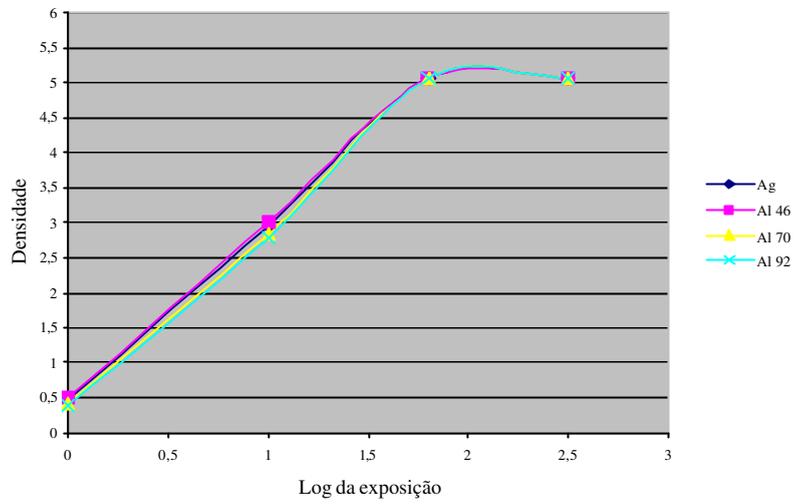


Figura 10 – Curvas características obtidas com o filme Insight para os grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 no primeiro período de análise.

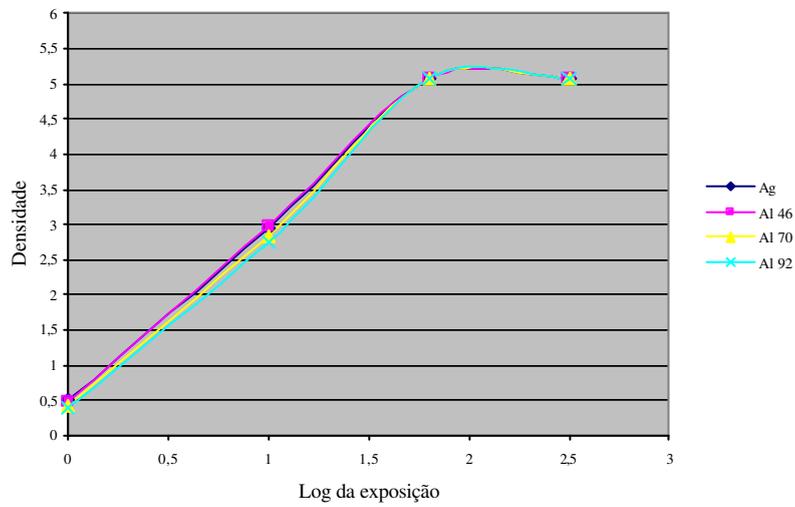


Figura 11 – Curvas características obtidas com o filme Insight para os grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 no segundo período de análise.

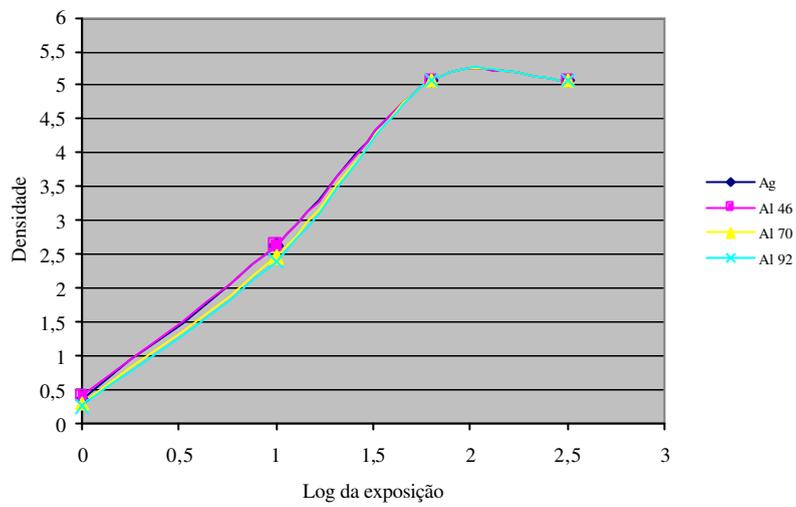


Figura 12 – Curvas características obtidas com o filme Espeed para os grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 no primeiro período de análise.

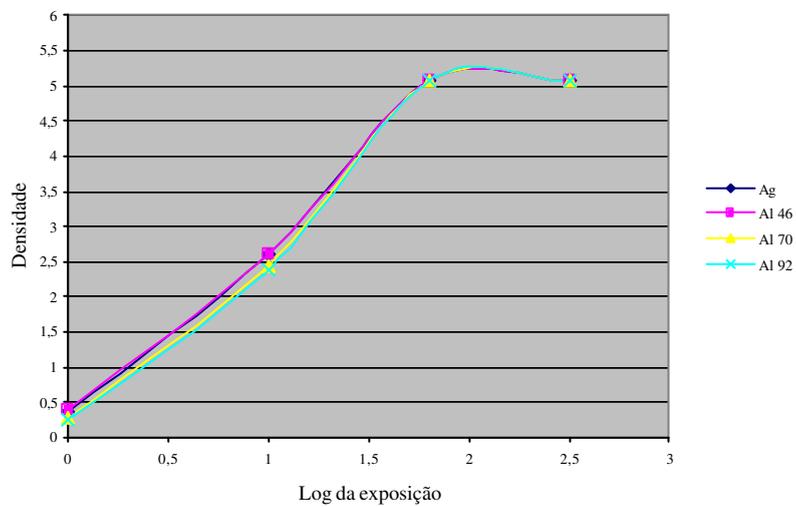


Figura 13 – Curvas características obtidas com o filme Espeed para os grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 no segundo período de análise.

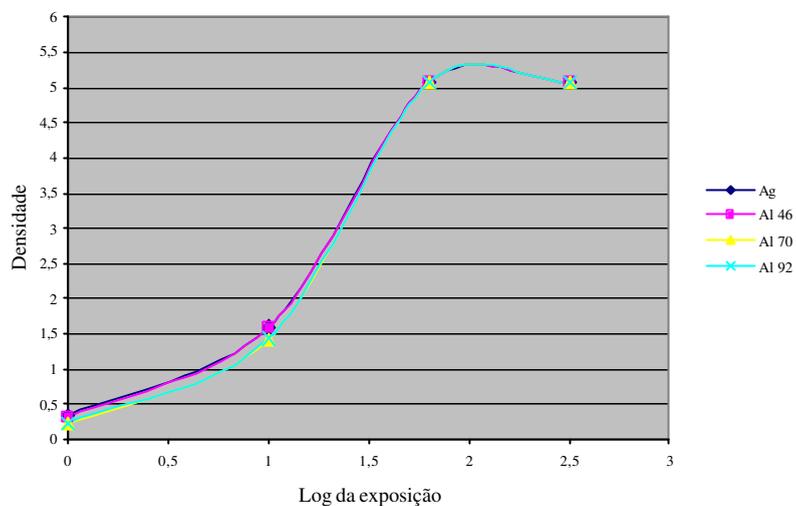


Figura 14 – Curvas características obtidas com o filme D-speed para os grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 no primeiro período de análise.

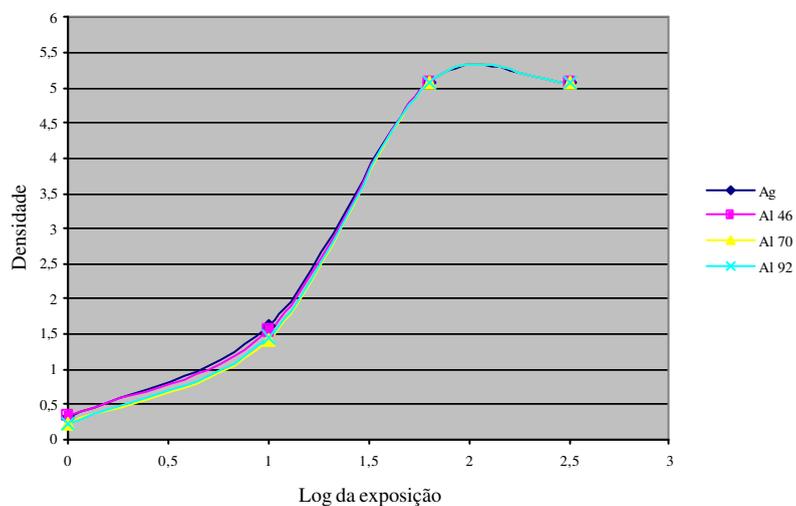


Figura 15 – Curvas características obtidas com o filme D-speed para os grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 no segundo período de análise.

A análise das Figuras 10 a 15 mostra que, nos três filmes utilizados na pesquisa, assim como nos dois períodos de avaliação do estudo, as curvas referentes aos grupos Ag e Al 46 localizaram-se um pouco mais à esquerda que as curvas obtidas para os grupos Al 70 e Al 92. Este resultado sugere que a utilização do álcool 70°GL e do álcool 92°GL diminui a sensibilidade de filmes radiográficos periapicais.

Na avaliação das mesmas figuras 10 a 15, ao contrário da sensibilidade, não foi possível observar alterações causadas pelo uso do álcool etílico em diferentes concentrações sobre o contraste das radiografias, uma vez que as inclinações das curvas obtidas para os grupos Ag, Al 46, Al, 70 e Al 92 foram semelhantes, quando a comparação foi realizada para o mesmo filme no mesmo período de avaliação.

As curvas características também foram agrupadas em função dos diferentes filmes, para cada grupo de lavagem em álcool e período de análise. Estas curvas estão representadas nas Figuras 16 a 23, onde as Figuras 16 e 17 ilustram o grupo controle Ag, respectivamente no primeiro e no segundo período de avaliação, as Figura 18 e 19, o grupo Al 46, na mesma ordem de apresentação, as Figuras 20 e 21, o grupo Al 70, também na mesma ordem e as Figuras 22 e 23, o grupo Al 92, da mesma forma, no primeiro e segundo período de análise do estudo.

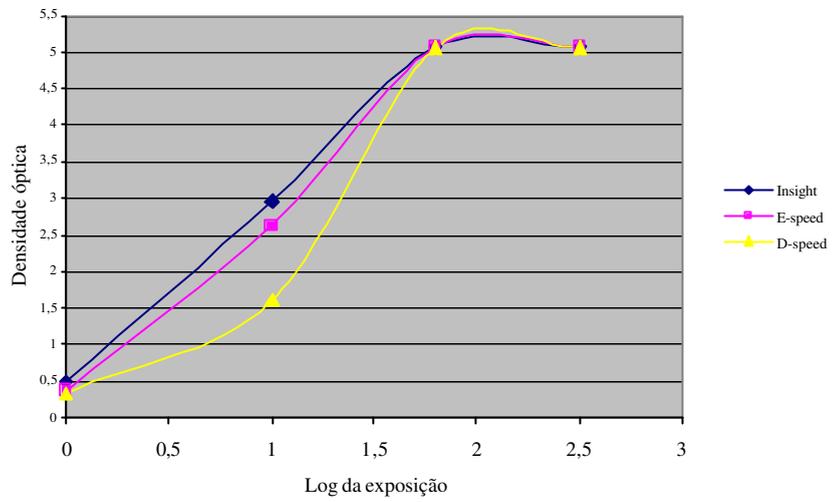


Figura 16 – Curvas características do grupo Ag (grupo controle) com os filmes Insight, E-speed e D-speed no primeiro período de análise.

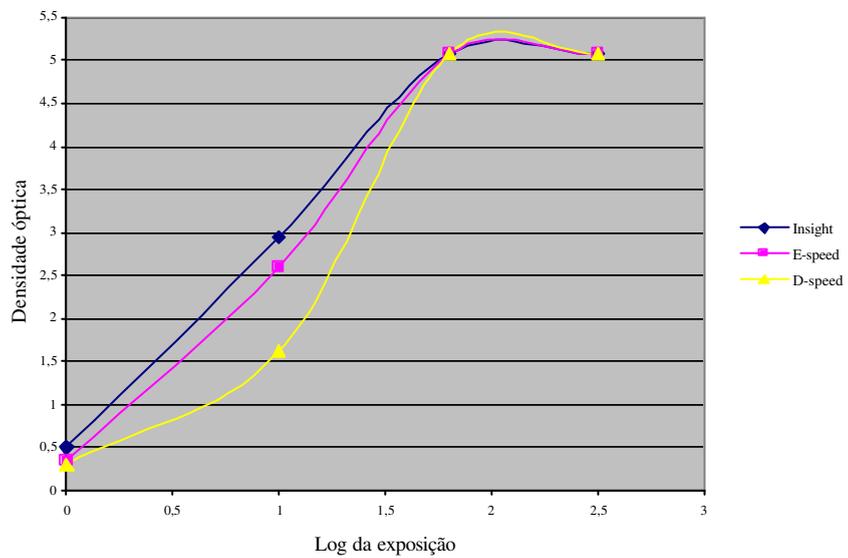


Figura 17 – Curvas características do grupo Ag (grupo controle) com os filmes Insight, E-speed e D-speed no segundo período de análise.

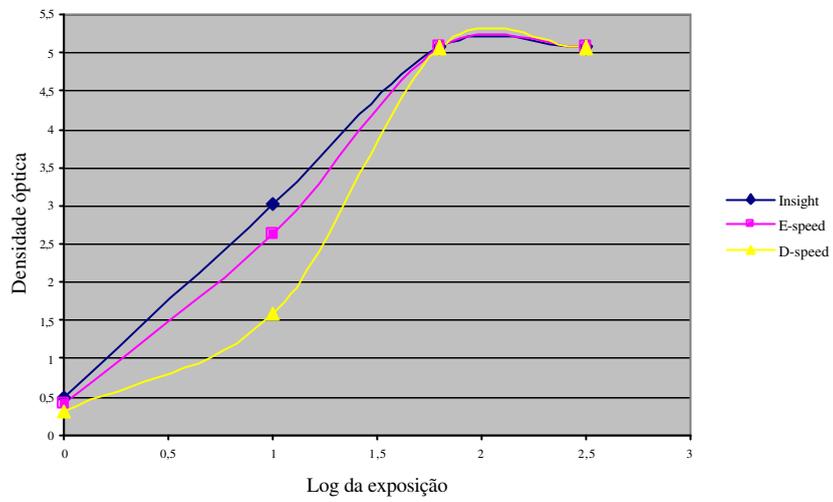


Figura 18 – Curvas características do grupo Al 46 com os filmes Insight, E-speed e D-speed no primeiro período de análise.

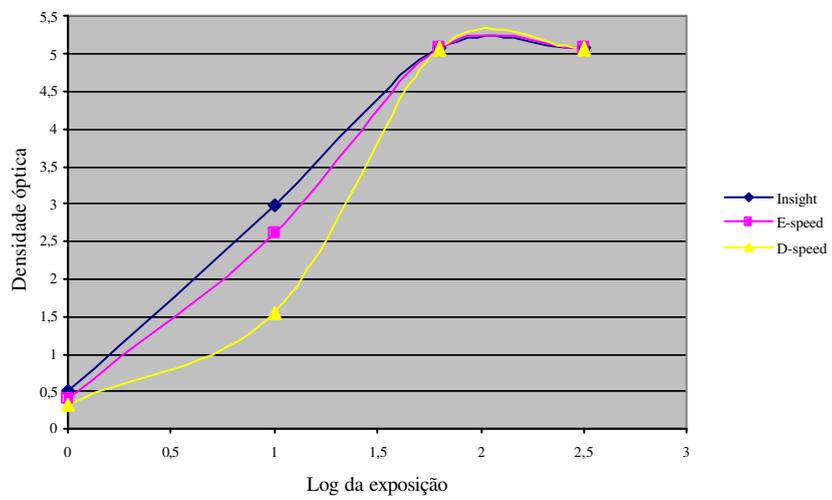


Figura 19 – Curvas características do grupo Al 46 com os filmes Insight, E-speed e D-speed no segundo período de análise.

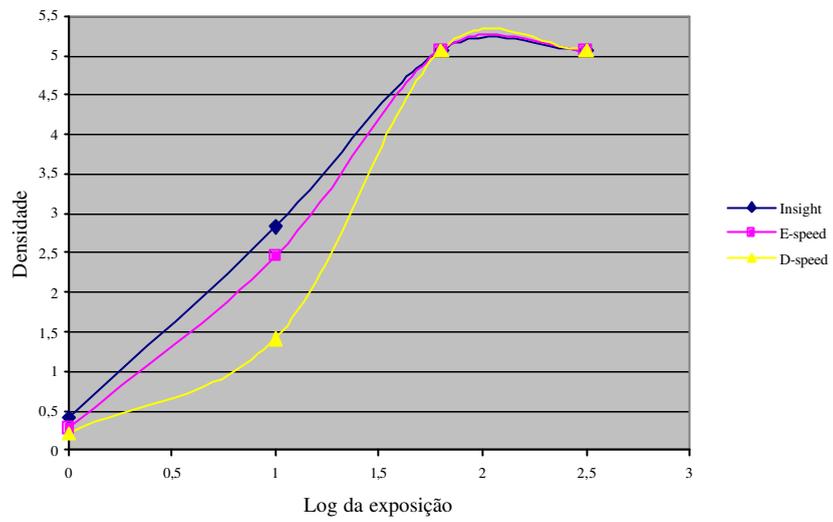


Figura 20 – Curvas características do grupo A1 70 com os filmes Insight, E-speed e D-speed no primeiro período de análise.

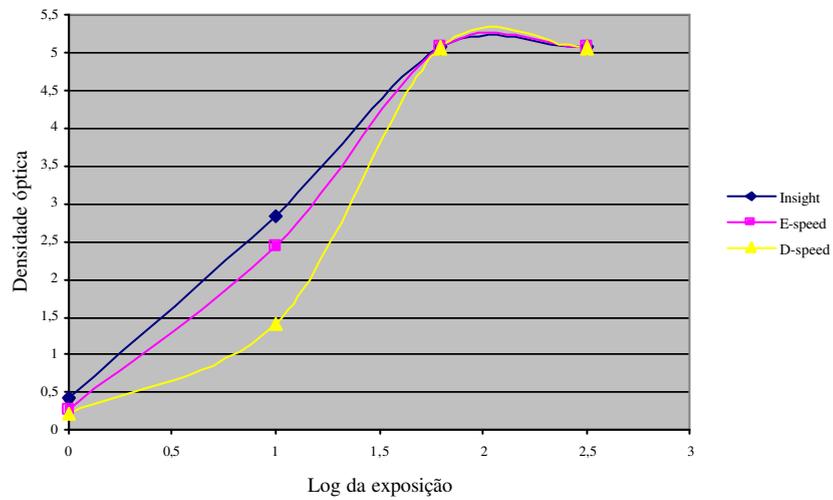


Figura 21 – Curvas características do grupo A1 70 com os filmes Insight, E-speed e D-speed no segundo período de análise.

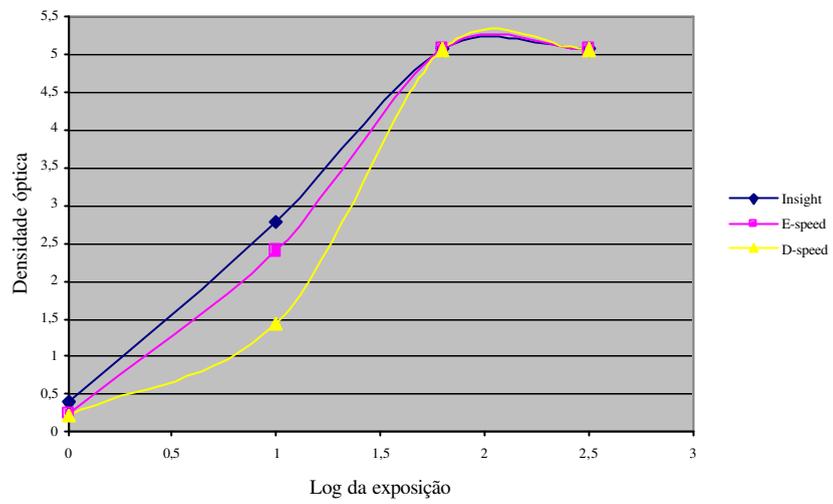


Figura 22 – Curvas características do grupo A1 92 com os filmes Insight, E-speed e D-speed no primeiro período de análise.

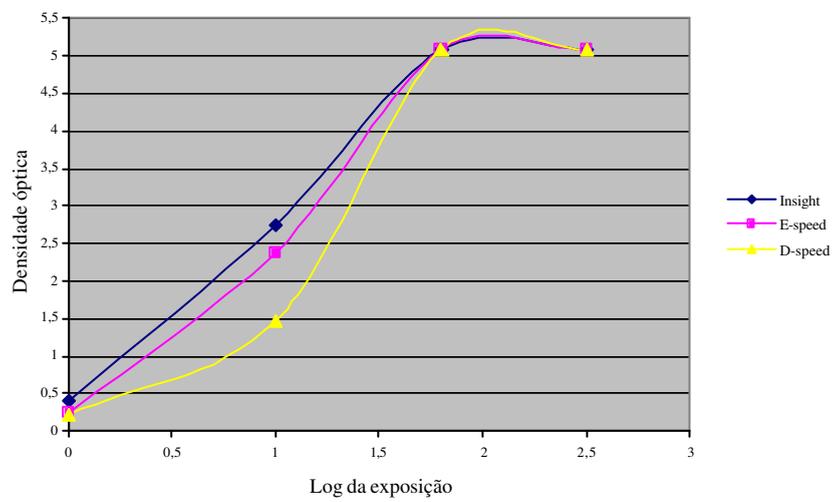


Figura 23 – Curvas características do grupo A1 92 com os filmes Insight, E-speed e D-speed no segundo período de análise.

Na avaliação das Figuras 16 a 23 pode-se perceber que, independente do grupo de lavagem, não houve diferença nas curvas características obtidas para cada filme nos dois períodos de análise de um e seis meses após a realização do experimento. Ainda, constata-se que nos quatro grupos de lavagem testados, o filme Insight apresentou maior sensibilidade, seguido pelo filme E-speed, com sensibilidade intermediária, e o filme D-speed apresentou menor sensibilidade. Este resultado foi obtido a partir da posição das curvas no gráfico, onde o filme Insight apresentou-se mais à esquerda, o filme E-speed em uma posição intermediária e o filme D-speed mais à direita.

Outro dado observado nestas figuras foi a inclinação das curvas obtidas para os diferentes filmes. O Insight e o E-speed mostraram curvas características mais pronunciadas, com maior inclinação, em comparação ao filme D-speed, que apresentou curvas bem menos inclinadas em todos os grupos de lavagem em álcool e nos dois períodos de análise, sugerindo que o contraste do filme D-speed foi menor em comparação aos filmes Insight e E-speed.

#### **5.4 PROPRIEDADES SENSITOMÉTRICAS**

Após a construção das curvas características foi calculado o contraste e o valor indicativo da sensibilidade para os grupos experimentais do estudo, nos dois períodos de análise, correspondentes à um e seis meses após a realização das radiografias. Os valores obtidos para o contraste podem ser vistos na Tabela 3 e os valores indicativos de sensibilidade, na Tabela 4.

Tabela 3

Valores de contraste para as radiografias dos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 obtidas com os filmes Insight, E-speed e D-speed, nos dois períodos de avaliação do experimento

PERÍODO DE AVALIAÇÃO (meses)	LAVAGEM	FILMES		
		Insight	E-speed	D-speed
1	Água	2,46	2,21	1,63
	Álcool 46	2,53	2,18	1,63
	Álcool 70	2,39	2,16	1,80
	Álcool 92	2,36	2,10	1,76
6	Água	2,50	2,21	1,65
	Álcool 46	2,53	2,16	1,60
	Álcool 70	2,39	2,08	1,78
	Álcool 92	2,30	2,08	1,76

Diferindo da avaliação das inclinações das curvas características visualizadas nas Figuras 10 a 15, a obtenção do valor do contraste de cada grupo do experimento mostrou que esta propriedade foi influenciada pela utilização, assim como pela concentração, do álcool etílico. A Tabela 3 mostra que nos filmes Insight e E-speed o contraste foi maior para as radiografias dos grupos Ag e Al 46 e menores para as radiografias dos grupos Al 70 e, especialmente, Al 92. Para o filme D-speed houve uma inversão de valores, uma vez que o maior contraste foi apresentado pelas radiografias dos grupos Al 70, seguido do grupo Al 92. Este comportamento repetiu-se nos dois períodos de análise do estudo.

Ainda avaliando a mesma Tabela 3, nota-se que, nos dois períodos de avaliação, os valores do contraste foram maiores para o filme Insight e menores para o filme D-speed. O filme E-speed apresentou valores intermediários de contraste, mais semelhante aos valores filme Insight do que aos valores do D-speed, confirmando a interpretação das curvas características das Figuras 16 a 23.

Tabela 4

Valores indicativos de sensibilidade para os filmes Insight, E-speed e D-speed nos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92, obtidos nos dois períodos de avaliação do experimento

PERÍODO DE AVALIAÇÃO (meses)	LAVAGEM	FILMES		
		Insight	E-speed	D-speed
1	Água	0,033	0,039	0,105
	Álcool 46	0,032	0,037	0,108
	Álcool 70	0,036	0,044	0,132
	Álcool 92	0,037	0,046	0,132
6	Água	0,032	0,040	0,103
	Álcool 46	0,032	0,038	0,110
	Álcool 70	0,036	0,044	0,132
	Álcool 92	0,036	0,046	0,146

A avaliação da Tabela 4 mostra que, nos dois períodos de análise, os filmes Insight, E-speed e D-speed apresentaram comportamento semelhante, onde as radiografias dos grupos Ag e Al 46 obtiveram valores indicativos de sensibilidade maiores que as radiografias dos grupos Al 70 e Al 92.

Observando os valores da mesma Tabela 4, pôde-se perceber que o filme Insight necessitou um tempo de exposição menor que os filmes E-speed e, principalmente, D-speed para atingir uma densidade óptica de 1.0 acima da DBV, indicando maior sensibilidade.

### 5.3 ANÁLISE CLÍNICA SUBJETIVA

A análise subjetiva foi realizada nos dois períodos de avaliação da pesquisa, por meio da aplicação de um instrumento de análise onde se atribuíram escores às radiografias obtidas nas diferentes combinações filme/lavagem em álcool, de acordo com a qualidade da imagem apresentada pelas mesmas. Os escores foram então tabulados e os valores da mediana destes escores passaram pelos testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Wilcoxon ao

nível de significância de 5% e o resultado destes testes podem ser visto nas Tabelas 5, 6 e 7. A Tabela 5 expressa o resultado da aplicação do teste de Kruskal-Wallis para os diferentes grupos de lavagem. A Tabela 6, a aplicação do mesmo teste para os diferentes filmes. E, por fim, a Tabela 7, do teste de Wilcoxon para os dois períodos de avaliação do estudo.

Tabela 5

Valores da mediana e posto médio para os escores da análise subjetiva em função dos grupos Ag, Al 46, Al 70 e Al 92 para os diferentes filmes nos dois períodos de análise

PERÍODO DE ANÁLISE (meses)	LAVAGEM	FILMES		
		Insight	E-speed	D-speed
1	Água	3 (24,3) A	3 (27,3) A	3 (15,4) A
	Álcool 46	3 (24,3) A	3 (23,9) A	2 (11,6) A
	Álcool 70	3 (24,3) A	3 (23,9) A	3 (15,4) A
	Álcool 92	2 (9,1) B	1 (6,9) B	2 (6,9) A
6	Água	3 (27,0) A	3 (24,8) A	2,5 (15,0) A
	Álcool 46	3 (23,5) A	3 (26,5) A	2 (11,0) A
	Álcool 70	3 (23,5) A	3 (24,8) A	3 (17,0) A
	Álcool 92	1,5 (8,0) B	1 (5,9) B	2 (7,4) A

Medianas seguidas de letras distintas na coluna, dentro de cada período de análise, diferem pelo teste de Kruskal-Wallis e Dunn ao nível de 5%.

Avaliando a Tabela 5, nota-se que, nos dois períodos de análise do estudo, apenas as radiografias do grupo Al 92 obtidas com os filmes Insight e E-speed, apresentaram valores medianos de escores com diferença estatística significativa, o que indica que apenas o álcool 92°GL foi capaz de influenciar a qualidade das imagens.

Tabela 6

Valores da mediana e posto médio para os escores da análise subjetiva em função dos filmes Insight, E-speed e D-speed, para as diferentes lavagens em álcool etílico, nos dois períodos de análise

PERÍODO DE ANÁLISE (MESES)	FILMES	LAVAGEM			
		Água	Álcool 46	Álcool 70	Álcool 92
1	Insight	3 (6,4) A	3 (8,8) A	3 (7,6) A	2 (8,8) A
	E-speed	3 (9,1) A	3 (10,1) A	3 (8,7) A	1 (6,2) A
	D-speed	3 (6,4) A	2 (6,2) A	3 (7,6) A	2 (13,1) A
6	Insight	3 (7,4) A	3 (15,0) A	3 (6,4) A	1,5 (8,5) A
	E-speed	3 (8,2) A	3 (19,0) A	3 (9,1) A	1 (7,0) A
	D-speed	2,5 (5,0) A	2 (10,5) A	3 (6,4) A	2 (16,6) A

Medianas seguidas de letras distintas na coluna, dentro de cada período de análise, diferem pelos testes de Kruskal-Wallis e Dunn ao nível de 5%.

A Tabela 6 mostra que não houve diferença estatística significativa na mediana dos escores atribuídos aos diferentes filmes utilizados no experimento, para os dois períodos de análise, indicando que não houve diferença na qualidade visual das radiografias obtidas com filmes de emulsões distintas.

Tabela 7

Valores da mediana e posto médio para os escores da análise subjetiva em função dos dois períodos de análise para diferentes filmes e lavagens em álcool etílico

PERÍODO DE ANÁLISE (meses)	FILMES	LAVAGEM			
		Água	Álcool 46	Álcool 70	Álcool 92
1	Insight	3 (4,6) A	3 (5,8) A	3 (5,8) A	2 (6,4) A
6		3 (5,8) A	3 (5,8) A	3 (5,8) A	1,5 (5,5) A
1	E-speed	3 (2,8) A	3 (3,1) A	3 (3,8) A	1 (5,8) A
6		3 (2,8) A	3 (4,0) A	3 (4,6) A	1 (5,8) A
1	D-speed	3 (6,4) A	2 (6,2) A	3 (5,8) A	2 (7,7) A
6		2,5 (5,5) A	2 (4,9) A	3 (5,8) A	2 (7) A

Medianas seguidas de letras distintas na coluna, dentro de cada filme, diferem pelo teste de Wilcoxon ao nível de 5%

A Tabela 7 mostra que não houve diferença estatística significativa entre as medianas dos escores no dois períodos de avaliação do estudo, o que significa que não houve diferença na qualidade visual das radiografias em decorrência do tempo de arquivo.

A análise destas três Tabelas mostra que a maior parte dos escores atribuídos às radiografias foi 2 e 3, ou seja, bom e excelente, respectivamente, indicando que as mesmas obtiveram alto grau de aceitação por parte dos avaliadores e, ainda, que estes julgaram que as radiografias possuíam qualidade de imagem para diagnóstico, mesmo que submetidas à um banho em álcool etílico em diferentes concentrações e realizadas com filmes de sensibilidades distintas. Apenas as radiografias do grupo A1 92, obtidas com os filmes Insight e E-speed, obtiveram valores medianos de escore 1, significando uma imagem regular para diagnóstico. Isto mostrou que, nestes filmes, o álcool 92°GL foi capaz provocar alterações visuais na imagem, a ponto de prejudicar a qualidade e, também, que o filme D-speed apresentou-se menos susceptível a estas alterações visuais. Ainda vale ressaltar que nenhuma das radiografias recebeu escore zero.

As Figuras 24 a 29 ilustram exemplos das radiografias submetidas a avaliação subjetiva, onde as Figura 24 e 25 referem-se ao filme Insight avaliado no primeiro e segundo período de análise, respectivamente, as Figuras 26 e 27 ao filme E-speed, na mesma ordem de apresentação com relação aos períodos de análise, e as Figuras 28 e 29 ao filme D-speed. Nestas figuras é possível observar que as radiografias do grupo A1 92, nos três tipos de filmes e nos dois períodos de análise, apresentaram manchas de coloração escura. Estas manchas, que podem ser visualizadas de forma mais expressiva nos filmes Insight e E-speed, concentraram-se nas bordas das radiografias e na região do picote do filme. Acredita-se que estas alterações tenham sido a causa do baixo índice de aceitação das radiografias do grupo A1 92 pelos avaliadores do estudo, especialmente quando estas foram obtidas com os filmes Insight e E-speed.

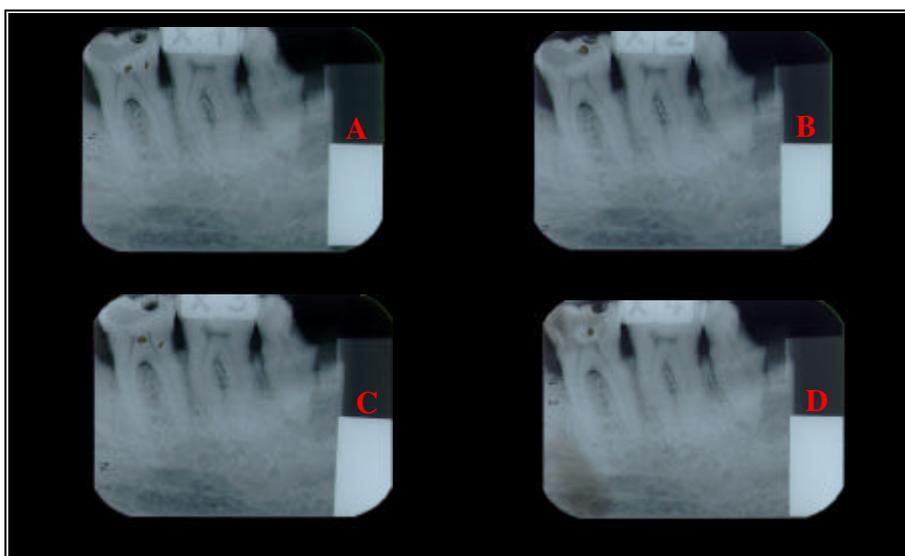


Figura 24 – Exemplos de radiografias dos grupos Ag (A), Al 46 (B), Al 70 (C) e Al 92 (D) obtidas com o filme Insight e submetidas à análise subjetiva no primeiro período de avaliação (1 mês após o experimento)

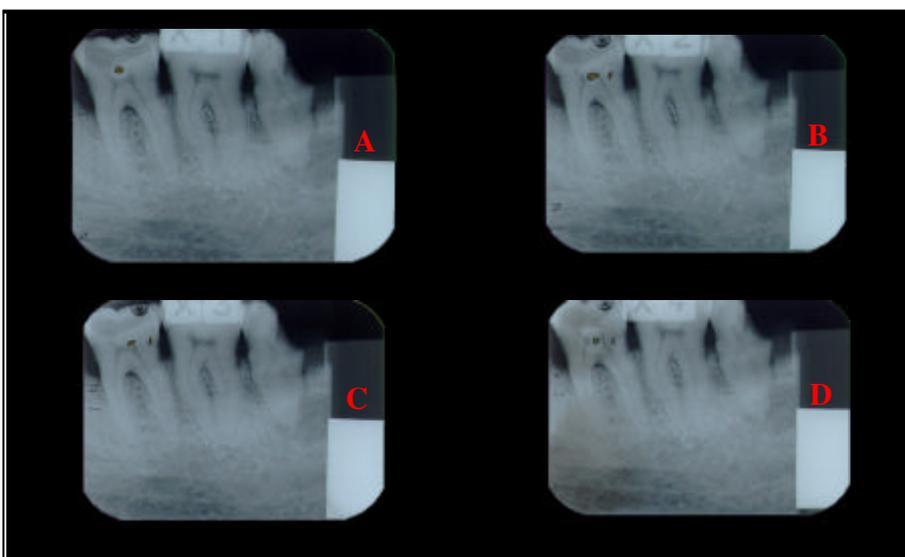


Figura 25 – Exemplos de radiografias dos grupos Ag (A), Al 46 (B), Al 70 (C) e Al 92 (D) obtidas com o filme Insight e submetidas à análise subjetiva no segundo período de avaliação (6 meses após o experimento)

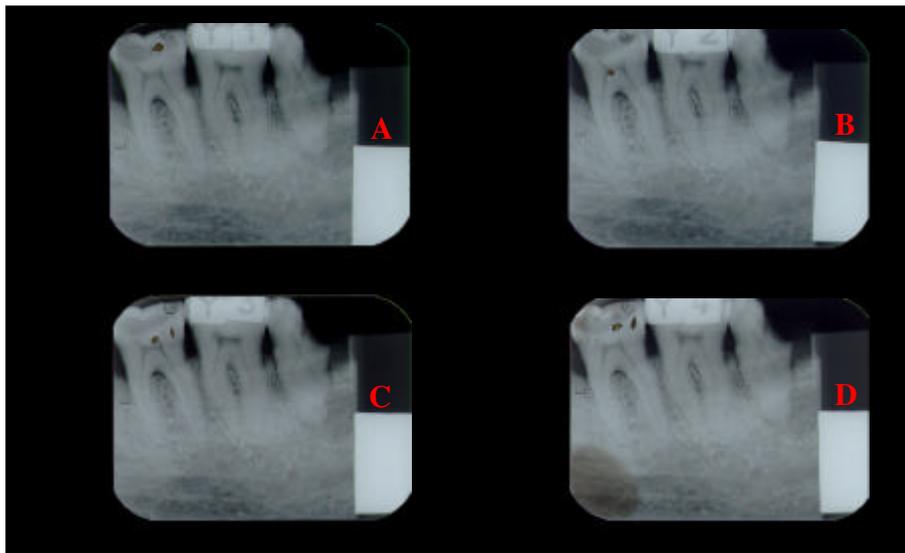


Figura 26 – Exemplos de radiografias dos grupos Ag (A), Al 46 (B), Al 70 (C) e Al 92 (D) obtidas com o filme E-speed e submetidas à análise subjetiva no primeiro período de avaliação (1 mês após o experimento)

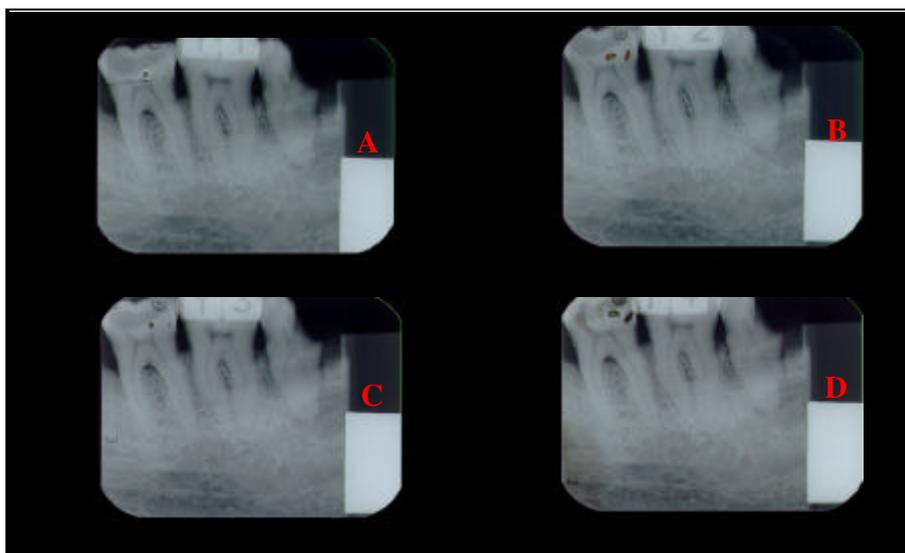


Figura 27 – Exemplos de radiografias dos grupos Ag (A), Al 46 (B), Al 70 (C) e Al 92 (D) obtidas com o filme E-speed e submetidas à análise subjetiva no segundo período de avaliação (6 meses após o experimento)

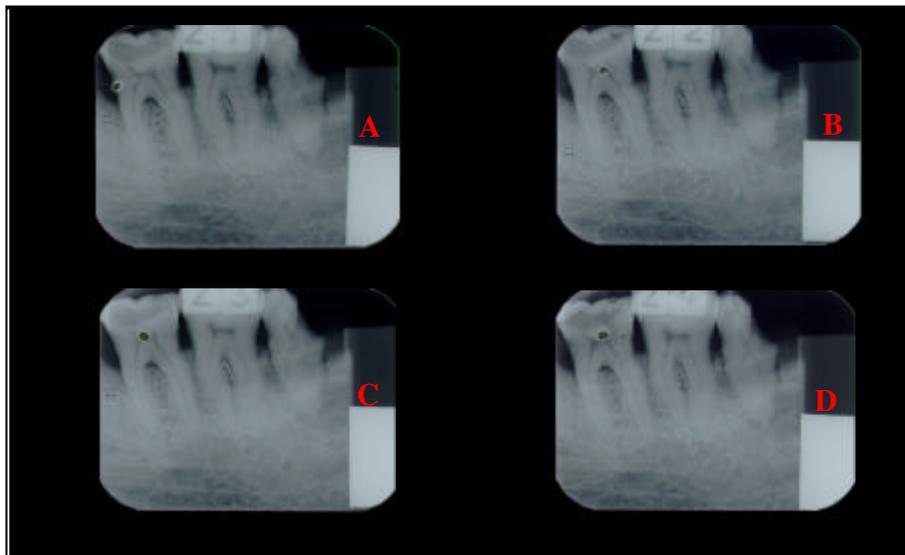


Figura 28 – Exemplos de radiografias dos grupos Ag (A), Al 46 (B), Al 70 (C) e Al 92 (D) obtidas com o filme D-speed e submetidas à análise subjetiva no primeiro período de avaliação (1 mês após o experimento)

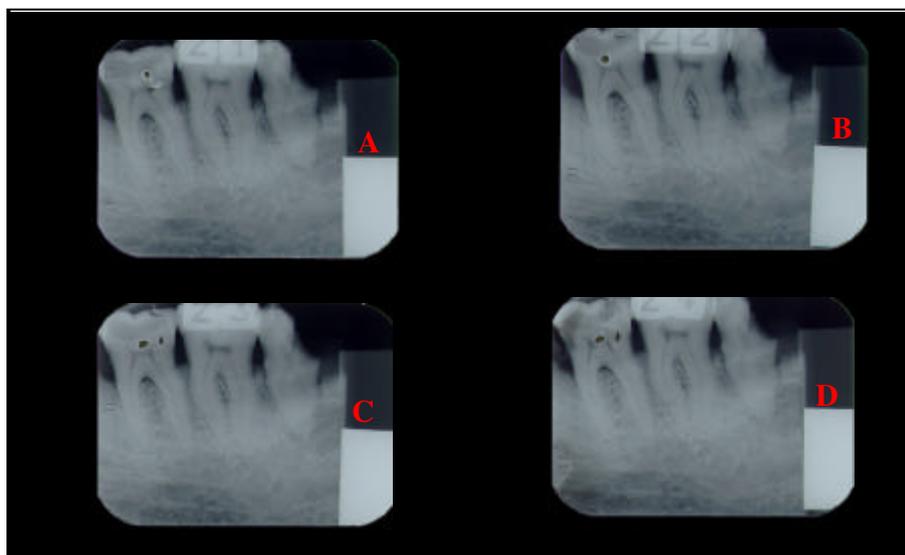


Figura 29 – Exemplos de radiografias dos grupos Ag (A), Al 46 (B), Al 70 (C) e Al 92 (D) obtidas com o filme E-speed e submetidas à análise subjetiva no segundo período de avaliação (6 meses após o experimento)

## 6 DISCUSSÃO

O processo de diagnóstico envolve uma decisão, baseada, sobretudo, nas informações disponíveis a respeito da condição atual do paciente. Em Radiologia, estas informações são fornecidas pelas radiografias. No entanto, uma radiografia somente fornecerá as informações necessárias ao diagnóstico se apresentar qualidade de imagem.

Adicionalmente, o exame radiográfico é considerado um documento, uma vez que registra as condições do paciente antes, durante e após o tratamento odontológico. Por ter valor legal, o Cirurgião Dentista deve manter um arquivo de radiografias em seu consultório. Contudo, para que uma radiografia possa ser arquivada, e mostrar valor legal, há necessidade, novamente, de apresentar qualidade de imagem.

A aquisição de imagens com qualidade está ligada à uma série de fatores, entre os quais encontram-se o processamento e os filmes radiográficos. Estes dois fatores foram estudados neste trabalho, que avaliou as conseqüências da utilização do álcool etílico em diferentes concentrações após a lavagem final, sobre o tempo de secagem, a densidade, as propriedades sensitométricas e a qualidade visual, de radiografias obtidas com os filmes Insight, E-speed e D-speed da Kodak, na tentativa de abreviar o processamento.

A tentativa de abreviar a etapa do processamento a fim de diminuir o tempo gasto na aquisição de radiografias, já foi tema dos estudos de Ingle *et al.* (1965), Alcox & Waggener (1971), Eastman Kodak Company (1980), Gibilisco (1986) e Damian (2001). De acordo com Baratieri *et al.* (1985), Souza (1988), Souza *et al.* (1990) e Tavano (1996), na busca pela diminuição no tempo de processamento as etapas de lavagem e final e secagem são as mais negligenciadas e, desta forma, de faz necessária a realização de estudos sobre o tema.

Com relação ao tempo de secagem das radiografias, foi possível observar, à partir dos dados da Tabela 1, que nos três filmes testados nesta pesquisa, o álcool etílico foi capaz de acelerar a secagem das radiografias, visto que o tempo médio de secagem das películas banhadas nesta substância, após a lavagem final em água, foi menor do que o

tempo obtido para àquelas que não receberam este banho. Ainda, que a diminuição no tempo foi mais expressiva com o aumento da concentração da substância alcoólica.

Segundo English Jr. *et al.* (1971), Moura Campos (1980) e Solomons (1996) os álcoois de cadeia carbônica curta, como o álcool etílico em suas diferentes concentrações, são substâncias voláteis. Assim, acredita-se que esta propriedade física do álcool foi a responsável pela diminuição do tempo de secagem das radiografias, pois ao volatilizar, o álcool levaria consigo a água depositada na superfície da película, diminuindo o tempo de secagem. Seguindo o mesmo princípio, explica-se também a relação da diminuição crescente no tempo de secagem de acordo com o aumento da concentração do álcool na solução.

O tempo de secagem para os filmes Insight, E-speed e D-speed, quando banhados em álcool etílico na concentração de 92°GL, foi, em média, 16 minutos. Em estudo similar, Damian (2001) obteve um tempo médio de secagem de 12 minutos para radiografias que passaram por um banho em álcool etílico em uma concentração bastante próxima (92,8°GL). Esta diferença nos tempos de secagem pode ser explicada pela umidade relativa do ar no momento da realização dos dois experimentos, que, no primeiro caso sitiou-se entre 90 e 92%, e no segundo, entre 85 e 87%. A maior umidade do ar encontrada no presente trabalho pode ter dificultado a volatilização do álcool, levando ao aumento no tempo médio de secagem. Ainda, um outro fato que poderia explicar este resultado está na diferença de concentração das substâncias utilizadas nos dois experimentos.

Nesse estudo, a análise da utilização do álcool etílico sobre a qualidade da imagem radiográfica foi realizada em dois períodos, que corresponderam aos tempos de um e seis meses após a realização do experimento. Esta metodologia foi adotada para verificar as condições de arquivamento destas radiografias que receberam um banho em álcool. O resultado das avaliações densitométrica, clínica subjetiva e das propriedades sensitométricas de contraste e sensibilidade, mostraram que não houve diferença entre os dois períodos de observação do estudo. Isto indica que, quando o álcool causou alterações na imagem, estas alterações foram imediatas à utilização da substância, ou seja, independentes do tempo que a radiografia permaneceu em arquivo.

Ressalta-se que em estudo semelhante, Damian (2001) observou que radiografias submetidas à lavagem em álcool etílico na concentração de 92,8°GL apresentaram aumento de densidade em relação aos valores iniciais após o período de um ano de arquivamento.

Os dados da tabela 2 mostraram que as radiografias dos grupos Al 70 e Al 92 apresentaram uma queda significativa nos valores de densidade em relação ao grupo controle Ag e também ao grupo Al 46, nos três filmes utilizados no estudo. Este resultado foi semelhante ao relatado por Damian (2001), que obteve valores de densidade inferiores, em comparação aos valores do grupo controle, para as radiografias que passaram por um banho em álcool etílico após a lavagem em água.

Como pôde ser observado nas Tabelas 2, 3 e 4, além da densidade, os valores de contraste e sensibilidade das radiografias dos grupos Al 70 e Al 92 também foram inferiores em relação ao grupo controle Ag e ao grupo Al 46. A diminuição na qualidade da imagem de radiografias que passaram por lavagem em álcool etílico na concentração de 70°GL e de 92°GL pode ser explicada em função da reação químicas de oxidação e do processo de desnaturação protéica experimentados por substâncias alcoólicas.

Segundo Moura Campos (1980), os álcoois podem ser oxidados, por meio da de-hidrogenação catalítica, pela ação de agentes químicos (oxidantes). O processo de de-hidrogenação catalítica se baseia no fato de certos metais, como cobre, prata, paládio e ferro absorverem hidrogênio (em forma de átomos), fazendo com que os álcoois primários e secundários possam ser transformados em aldeídos e cetonas. Tal afirmação foi reforçada por Cabreira (2004), quando citou que a prata é utilizada industrialmente nos processos de oxidação de substâncias alcoólicas. O filme radiográfico, depois do processamento, apresenta-se constituído por gelatina com suspensão de átomos de prata (ou prata metálica negra). Quando os filmes foram banhados em álcool, houve o contato desta substância com os átomos de prata, fazendo com que álcool passasse pelo processo de oxidação por de-hidrogenação, ou seja, doação de átomos de hidrogênio à prata. Supõe-se que a prata associada ao hidrogênio possa transformar-se em uma substância que não oferecerá a mesma densidade do átomo de prata (prata metálica negra), ou ainda, poderá ser removida

da emulsão, diminuindo a densidade, o contraste, a sensibilidade e, conseqüentemente, o grau de aceitação das radiografias banhadas nesta substância.

Uma segunda hipótese para tentar explicar a diminuição das propriedades e do grau de aceitação das radiografias dos grupos Al 70 e Al 92 foi formulada com base nos relatos de Lehninger (1976). De acordo com este autor, soluções alcoólicas causam desnaturação de proteínas. A gelatina, por ser proteína, desnatura na presença de álcool e esta desnaturação, que significa a perda de função das proteínas pela quebra da cadeia de aminoácidos, levaria à perda de função da gelatina. Esta desnaturação da gelatina poderia ser a causa da diminuição da densidade óptica, do contraste e da sensibilidade das radiografias, pois, uma vez desnaturada, a mesma perderia a função de suporte dos grãos de prata metálica negra depositados sobre a base, liberando estes grãos e diminuindo a densidade da imagem.

Ainda analisando os dados das Tabelas 2, 3 e 4, as radiografias do grupo Al 46 apresentaram valores de densidade, e mesmo de contraste e sensibilidade, em alguns casos, superiores às radiografias do grupo controle Ag. Acredita-se que em função da solução 46° possuir em sua composição uma quantidade superior a 50% de água, o grupo Al 46 apresenta comportamento mais semelhante ao grupo Ag, minimizando as reações que poderiam ter ocorrido nos grupos Al 70 e Al 92. Com relação ao aumento de densidade, English Jr. *et al.* (1971) e Solomons (1996) afirmaram que, em função dos produtos formados no momento da ionização, os álcoois comportam-se como ácidos fracos e, segundo Baratieri *et al.* (1985), soluções ácidas causam contração na gelatina da emulsão. Uma vez contraída, a gelatina poderia aprisionar maior quantidade de prata metálica revelada na emulsão, aumentando a densidade, o contraste e a sensibilidade das radiografias.

As radiografias dos grupos Al 70 e Al 92 apresentaram comportamento diferente das radiografias do grupo controle Ag, especialmente em relação à queda da densidade e das propriedades sensitométricas, como já foi mencionado anteriormente. Este resultado foi semelhante para os três filmes testados no estudo, e vai ao encontro dos resultados obtidos por Farman & Farman (2000), Geist & Brand (2001), Ludlow *et al.*

(2001b), Casanova (2002), Costa (2003) e Dezotti & Tavano (2004), onde filmes radiográficos que passaram por processamento e condições inadequadas apresentaram comportamento diferente daquele encontrado quando o processamento foi realizado de forma padronizada.

Com relação aos diferentes filmes utilizados no estudo, como pôde ser visto na Tabela 2, no grupo controle Ag o filme Insight apresentou densidade superior à dos outros dois filmes. Já quando as radiografias passaram por lavagem em álcool 46°GL e 70°GL, o filme E-speed apresentou valor maior de densidade. Uma comparação deste resultado pode ser realizada com o trabalho de Costa (2003), que encontrou valor superior de densidade máxima para o filme Insight, quando foi realizado o processamento considerado padrão (processadora AT 2000 com ciclo “normal”) e houve uma inversão de valores, onde o filme E-speed apresentou densidade máxima superior ao Insight nos outros tipos de processamentos realizados no estudo e considerados de qualidade inferior (processadora AT 2000 com velocidade “endospeed” e processadora Periomat). O fato de filmes mais sensíveis, como o Insight, apresentarem-se mais susceptíveis às condições variadas de processamento também foi vista nos trabalhos de Farman & Farman (2000), Geist & Brand (2001) e Ludlow *et al.* (2001b).

O filme Insight apresentou valor de densidade superior e estatisticamente diferente, dos valores de densidade dos filmes E-speed e D-speed quando os filmes não passaram por lavagem em álcool, ou seja, no grupo controle do estudo. A realização do processamento dos filmes em caixas portáteis com os líquidos prontos uso, para que condições clínicas de consultórios odontológicos fossem simuladas, pode explicar este resultado, uma vez que anteriormente à exposição dos filmes foi realizado um plano piloto para aquisição do tempo ideal para cada grupo de sensibilidade, e os tempos obtidos (0,4s para o filme Insight; 0,5s para o E-speed e 0,9 para o filme D-speed) foram ao encontro do recomendado pelo fabricante do filme (Eastman Kodak Company, 2003). Fato semelhante foi observado por Pistóia (2000), que, usando caixas portáteis para o processamento radiográfico, verificou que o filme Ultra-speed, de sensibilidade do grupo D, não deveria,

nesta situação, ser exposto com o dobro do tempo de exposição dos filmes Ektaspeed Plus e Dentus M2 Comfort, de velocidade E, como recomendado pelo fabricante.

Como pôde ser observado na avaliação das curvas características das Figuras 16 a 23 e da Tabela 4, o filme Insight apresentou-se como o filme de maior sensibilidade e o D-speed, como o de menor sensibilidade, mesmo quando passaram por um banho emálcool etílico durante o processamento, ou seja, sob condições adversas de processamento. Estudos avaliando líquidos em progressiva degradação, também uma condição adversa de processamento, como os de Ludlow *et al.* (2001b), Geist & Brand (2001) e Casanova (2002), mostraram que o filme de Insight manteve maior sensibilidade que os filmes Ektaspeed Plus e Ultra-speed quando processado nesta condição. O oposto foi relatado por Farman & Farman (2000), onde o filme Ektaspeed Plus manteve maior estabilidade quando processado em soluções degradadas. Entretanto, ressalta-se que nesse trabalho o filme de sensibilidade F utilizado foi da marca comercial Flow, e não o Insight da Kodak, o que pode ter levado aos resultados adversos aos encontrados nesta pesquisa.

O processamento das radiografias deste estudo foi realizado de forma manual, pelo método temperatura/tempo, em uma câmara escura portátil, e mesmo nestas condições, o filme Insight apresentou valores indicativos de sensibilidades maiores que os do filme D-speed e também E-speed. Este fato indica que o filme Insight comportou-se como um filme de sensibilidade superior à do filme E-speed também em processamento manual, ao contrário do que diz o fabricante do filme (Eastman Kodak Company, 2003) e o trabalho de Syriopoulos *et al.* (2001), que este filme só alcançaria sensibilidade do grupo F quando o processamento fosse realizado em processadora automática de rolos. Resultados semelhantes a encontrado neste estudo foram relatados por Casanova (2002) e Dezotti & Tavano (2004), que trabalhando com processamento manual, detectaram para o filme Insight sensibilidade do grupo F.

De acordo com os dados da Tabela 3, o filme de maior sensibilidade (Insight) apresentou os maiores valores de contraste, seguido pelo filme de sensibilidade intermediária E-speed, com valores próximos, mas inferiores. A semelhança dos valores de contraste entre os filmes Insight e E-speed pode se explicado pela emulsão deste filmes,

que utiliza a mesma tecnologia de grãos tabulares, diferente dos grãos do filme D-speed, globulares, que imprimiram ao filme valores de contraste inferior. Esta diferença na emulsão do filme D-speed poderia explicar também a inversão nos valores de contraste obtidos por estes filmes. O contraste superior dos filmes de maior sensibilidade também foi encontrado nos trabalhos de Farman & Farman (2000), Geist e Brand (2001), Ludlow *et al.* (2001b), Price (2001), Casanova (2002), Bernstein *et al.* (2003), Costa (2003) e Dezotti & Tavano (2004).

Os valores de contraste atingidos pelos filmes Insight e Ektaspeed Plus, independente da utilização/concentração do álcool etílico e do período de avaliação, foram superiores aos recomendados pela ISO 5799-1991, que relata que o valor máximo de contraste para estes filmes deve ser 1,80 (Ludlow *et al.*, 2001b). Este fato pode estar associado à realização do processamento das radiografias deste estudo em caixas portáteis com soluções pronto uso, que podem gerar resultados diferentes dos recomendados por padrões internacionais, uma vez que este equipamento tem sua utilização difundida no Brasil.

Analisando os dados obtidos na avaliação visual deste trabalho, foi possível verificar que apenas as radiografias realizadas com os filmes Insight e E-speed do grupo Al 92 apresentaram-se impróprias para diagnóstico, de acordo com o julgamento dos avaliadores. Isto significa, que as radiografias do mesmo grupo Al 92 obtidas com o filme D-speed, assim como as radiografias do grupo Al 70, que apresentaram perdas nos valores de densidade e contraste significativos em relação ao grupo de processamento padronizado, foram consideradas como boas e até excelentes para diagnóstico. Este resultado demonstra a baixa sensibilidade da análise visual subjetiva, em relação à análise densitométrica e as propriedades densitométricas. Resultados semelhantes já haviam sido encontrado por Pistóia (2000) e Damian (2001), entretanto Casanova (2002) e Casanova & Haiter-Neto (2004) encontraram correlação entre as avaliações densitométrica e visual quando analisaram filmes Insight e Ektaspeed Plus processados com químicos em degradação progressiva.

Tanto nas radiografias do grupo de processamento padrão, como naquelas que passaram por lavagem em álcool em diferentes concentrações, não foi possível observar diferença visual entre os três tipos de filmes utilizados na pesquisa, ou seja, filmes Insight, E-speed e D-speed apresentaram a mesma qualidade visual para diagnóstico. Este resultado concorda com os achados de Ludlow *et al.* (2001), Price (2001), Casanova (2002), Sheaffer *et al.* (2002) e Bernstein *et al.*(2003). Resultados adversos foram encontrados por Farman & Farman (2000) que relataram superioridade do filme Ultra-speed, Woitchunas *et al.* (2001) e Casanova (2002) que concluíram que o filme Insight apresentava superioridade de imagem e, ainda, Ludlow *et al.* (2001a), Syriopoulos *et al.* (2001) e Sheaffer *et al.*(2003), onde o Ektaspeed Plus mostrou-se superior na avaliação visual.

As radiografias do grupo Al 92 apresentaram, principalmente nos bordos, manchas escuras, que podem ter sido a causa de sua baixa aceitação. Este achado difere do encontrado por Damian (2001), que não encontrou diferença visual quanto à densidade, contraste e presença de manchas entre as radiografias processadas de forma padronizada e as radiografias que passaram por lavagem em álcool etílico 92,8°GL após a lavagem final em água. Esta diferença de resultados entre os estudos de semelhante metodologia pode ser explicada pelo tempo que as radiografias permaneceram em contato com a substância alcoólica. Seguindo as afirmações de Moura Campos (1980), sobre a oxidação de substâncias alcoólicas com metais como a prata, por de-hidrogenação catalítica, acredita-se que estas manchas escuras possam ter sido causadas por estas reações. Esta hipótese foi formulada em razão do local onde ocorreu a formação destas manchas, uma vez que no bordo do filme ficou concentrado por mais tempo os líquidos (água e álcool) das radiografias expostas para secagem

## 7 CONCLUSÕES

Frente aos resultados obtidos neste estudo, foi possível concluir que:

a) O álcool etílico nas concentrações de 46°, 70° e 92° foi capaz de acelerar a secagem das radiografias, independente da sensibilidade do filme utilizado. Além disso, o tempo de secagem foi inversamente proporcional à concentração do álcool, sendo o menor tempo obtido na concentração 92°;

b) Nas concentrações de 70° e 92°, o álcool etílico alterou a densidade, a sensibilidade e o contraste das radiografias após um período curto de arquivamento, independentes da sensibilidade do filme;

c) Apenas na concentração de 92°, o álcool etílico causou alterações visuais nas radiografias que comprometeram a qualidade da imagem para diagnóstico.

## REFERÊNCIAS\*

- Alcox RW, Waggener DT. Status report on rapid processing devices for dental radiographic film. Council on Dental Materials and Devices. **J Am Dent Assoc.** 1971, 83(6): 1330-3.
- Alvares LC, Tavano O, Freitas JAS. Estudo comparativo entre alguns materiais como substitutos para o tecido mole no que concerne à absorção de raios X em emissão de radiação secundária. **Estomat Cult.** 1969; 3(2): 153-66.
- Baratieri NMM, Tavano O, Taga EM. Determinação quantitativa do hipossulfito residual na emulsão radiográfica através de um método espectrofotométrico. **Enciclop Bras Odontol.** 1985; 4(2): 589-96.
- Bernstein DI, Clark SJ, Scheetz JP, Farman AG, Rosenson B. Perceived quality of radiographic images after rapid processing of D- and F-speed direct exposure intraoral x-ray films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2003; 96(4): 486-91.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 453**, de 1 de junho de 1998. Disponível em: URL: <http://www.abro.org.br/legislação> [2004 Jan 22].
- Cabreira T. **Tabela Periódica. Elementos de Transição.** Disponível em: URL: <http://www.esec-tomas-cabreira.rct.pt/tebelaperiodica> [2004 Dez 05].
- 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 nos filmes periapicais Ektaspeed Plus e Insight** [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2002.
- Casanova MLS, Haiter-Neto F. Effects of developer depletion on image quality of Kodak Insight and Ektaspeed Plus films. **Dentomaxillofac Radiol** 2004; 33:108-13.
- 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.** 1995; 79(2): 246-50.
- Costa C. **Propriedades sensitométricas de filmes radiográficos periapicais submetidos a diferentes condições de processamento** [livre-docência]. São Paulo: USP/USP; 2003.

---

\* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Council on Dental Materials and Devices Revised American Dental Association Specification nº22 for intraoral dental radiographic adopted. **J Am Dent Assoc.** 1970; 80(5): 1066-8.

Damian MF. **Efeito de um banho de álcool no tempo de secagem de radiografias e suas conseqüências no arquivamento** [dissertação]. Piracicaba: FOP/UNICAMP; 2001.

Dezotti M.S.G. **Avaliação da densidade óptica e das densidades radiográficas, utilizando filmes radiográficos Agfa Dentus M2 “Comfort” processados em três soluções de processamento em diferentes temperaturas** [dissertação]. Bauru: FOB/USP; 2000.

Dezotti MSG, Tavano O. Comparação sensitométrica dos filmes Ultra-speed e Insight processados manualmente na solução Kodak nas temperaturas de 20°C e 30°C. **Rev Assoc Bras Radiol Odontol** 2004; 5(1): 9-15.

Domon M, Yoshino N. Factors involved in the high radiographic sensitivity of E-speed films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** 1990; 69(1): 113-9.

Eastman Kodak Company. Gravação da imagem. *In*:\_\_\_\_. **Fundamentos de Radiografia**; 1980a. p.34-44.

Eastman Kodak Company. Resposta do filme. *In*:\_\_\_\_. **Fundamentos de Radiografia**; 1980b. p.45-56.

Eastman Kodak Company. Revelação de filmes radiográficos. *In*:\_\_\_\_. **Fundamentos de Radiografia**; 1980c. p.94-108.

Eastman Kodak Company. **Filmes radiográficos intraorais**. Disponível em: URL: <http://www.kodak.com.br> [2003 Out 10].

Engliser Jr J, Cassidy HG, Baird RC. Alcohol and phenols. *In*:\_\_\_\_. **Principles of organic chemistry**. 4ª ed. Tokyo: International Student; 1971. p. 161-204.

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.

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

Gibilisco JA. Processamento de filmes radiográficos. *In*:\_\_\_\_. **Diagnóstico radiográfico de Stafne**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana; 1986. p. 416-23.

- Hunter F, Driffeld VC. Photo-chemical investigations and a new method of determination of sensitiveness of photographic plates. **J Soc Chem Industry**. 1890; 9: 455-69.
- Ingle JI, Beveridge EE, Olson CE. Rapid processing of endodontic “working” roentgenograms. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. 1965; 19(1): 101-7.
- Kaffe I. Objective and subjective analysis of the image quality of two E-speed dental X-ray films. **Dentomaxillofac Radiol**. 1990; 19(1): 55-8.
- Lehninger AL. As proteínas e sua função biológica: visão geral. In: \_\_\_\_\_. **Bioquímica**. 2ªed. São Paulo: Edgar Blucher Ed. Da Universidade de São Paulo; 1976. v.1. p.39-48.
- Ludlow JB, Abreu Jr. M, Mol A. Performance of a new F-speed film for caries detection. **Dentomaxillofac Radiol**. 2001a; 30(2): 110-3.
- Ludlow JB, Platin E, Mol A. Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2001b; 91(1): 120-9.
- McDonnel G, Russell AD. Antiseptics and desinfectantes: activity, action and resistance. **Clin Microbiol Reviews**. 1999: 147-79.
- Montebello Filho A, Tavano O. Degradação da solução *Kodak* dental em recipientes de plástico com tampas (protegidos) e em recipientes de vidro transparente (desprotegidos). **Rev Fac Odontol Univ São Paulo**. 1993; 7(1): 55-62.
- Moura Campos M. Álcoois, glicóis e glicerina. In: Moura Campos M, organizador. **Fundamentos de Química Orgânica**. São Paulo: Edgar Brucher Ed. da Universidade de São Paulo; 1980. p.220-41.
- O Estado de São Paulo**. Proibição do álcool líquido vai mudar hábito dos brasileiros. 05 Mar 2002. Disponível em: URL: <http://www.oestadao.com.br> [2003 Out 12].
- Pistóia GD. **Avaliação densitométrica e subjetiva do efeito da degradação de diferentes soluções de processamento sobre os filmes Ektaspeed Plus, Ultra-speed e Agfa Dentus M2 Comfort, utilizando caixas de processamento** [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2000.
- Price C. Sensitometric evaluation of a new F-speed dental radiographic film. **Dentomaxillofac Radiol**. 2001; 30(1): 29-34.
- Ribeiro RF, Tavano O. Avaliação da exaustão da solução reveladora *Ray* em câmara escura portátil de processamento. **Rev Odontol Univ São Paulo**. 1993; 7(3): 167-71.
- Rosa JE. Considerações sobre o processamento radiográfico. **Rev Catar Odont**. 1975: 2(1): 29-36.

- Sewerin P. Base and fog densities of fresh Ektaspeed Plus dental X-ray films. **Acta Odontol Scand.** 1997; 55(2): 79-83.
- Sheaffer JC, Eleazer PD, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG. A comparison of D-, E-, and F-speed conventional intraoral radiographic films in endodontic measurement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2002; 93(3): 337-40.
- Sheaffer JC, Eleazer PD, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG. Endodontic measurement accuracy and perceived radiograph quality: Effects of film speed and density. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2003; 96(4): 441-8.
- Solomons TWG. Álcoois e Ésteres. In: \_\_\_\_\_. **Química Orgânica 1.** Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.; 1996. p. 428-82.
- Souza EMS. **Influência da fase final do processamento radiográfico na qualidade das radiografias arquivadas** [tese]. Bauru: FOB/USP; 1988.
- Souza EMS, Taga EM, Tavano O. Influência da lavagem final em pequeno volume de água, no processamento de radiografias periapicais. **Rev Odont USP.** 1990; 4(4): 309-13.
- Svenson B, Lindvall AM, Gröndahal HG. A comparison of a new dental X-ray film, Agfa Gevaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultraspeed dental X-ray films. **Dentomaxillofac Radiol.** 1993; 22(1): 7-12.
- Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van der Stelt PF. Sensitometric evaluation of four dental X-ray films using five processing solutions. **Dentomaxillofac Radiol.** 1999a; 28(2): 73-9
- Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van der Stelt PF. Effects of developer exhaustion on the sensitometric properties of four dental films. **Dentomaxillofac Radiol** 1999b; 28(2): 80-8.
- Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van Amerongen JP, van der Stelt PF. The effect of developer age on the detection of approximal caries using three dental films. **Dentomaxillofac Radiol** 1999c; 28(4): 208-13.
- Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van der Stelt PF. Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film. **Dentomaxillofac Radiol.** 2001; 30(1): 40-4.
- Tamburus JR, Lavrador MA. Radiographic contrast. A comparative study of three dental X-ray films. **Dentomaxillofac Radiol** 1997; 26(4): 201-5.
- Tavano O. Mais considerações sobre processamento radiográfico. **Rev Assoc Paul Cirur Dent.** 1996; 50(2): 117-8.

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

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

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

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*: Whaites E.; trad. Haiter Neto F organizador. **Princípios de Radiologia Odontológica.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2003. p. 47-63.

Woitchunas GFP, Veeck EB, Holderbaum RM, Souza PHC Avaliação *in vitro* da sensibilidade de três filmes radiográficos. **Rev Facul Odontol Passo Fundo.** 2001; 6(2): 61-5.

# ANEXO 1



**UNICAMP**

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

**CERTIFICADO**



Certificamos que o Projeto de pesquisa "Avaliação do tempo de secagem e da qualidade da imagem em radiografias submetidas à lavagem em diferentes concentrações de álcool etílico", protocolo CEP nº **029/2004**, dos Pesquisadores, **Melissa Feres Damian** e **Francisco Haiter Neto**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde - MS e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia - UNICAMP.

We certify that the research project "*Evaluation of the drying time and the image quality in radiographs submitted to washing in different ethyl alcohol concentrations*", register number **029/2004**, of **Melissa Feres Damian** and **Francisco Haiter Neto**, is in agreement with the recommendations of 196/96 Resolution of the National Health Committee - Brazilian Health Department and was approved by the Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas - UNICAMP.

*Cinthia Pachado Tabachny*  
**Profa. Dra. Cinthia Pereira Machado Tabachny**  
Secretaria  
CEP/FOP/UNICAMP

*Prof. Dr. Jacky Jorge Junior*  
Coordenador  
CEP/FOP/UNICAMP

Piracicaba - SP, Brasil, 07/04/2004

## ANEXO 2

### Instrumento de Avaliação da Análise Visual

Avaliação: .....

Avaliador: .....

Data: .....

Você esta sendo convidado a participar como avaliador de uma pesquisa intitulada “Avaliação do tempo de secagem e da qualidade da imagem de radiografias submetidas a banho em álcool etílico em diferentes concentrações”. Esta pesquisa terá duas etapas de avaliação, realizadas com 5 meses de diferença. Você será instruído corretamente como deverá proceder com a avaliação. Por tratar-se de um experimento científico, nomes não serão divulgados. Gratos pela atenção.

Os pesquisadores.

Observando a densidade, o contraste, a definição, as alterações de coloração (oxidação) e a presença de velamento das radiografias dispostas nas cartelas, numeradas de 1 a 14, emita uma nota de 0 a 3 conforme a legenda abaixo:

- 0- ruim (inaceitável para diagnóstico)**
- 1- regular (pouco satisfatório, mas ainda consegue-se realizar um diagnóstico)**
- 2- boa (satisfatório para diagnóstico, mas não excelente)**
- 3- excelente (ideal em todos os aspectos)**

<b>CARTELA 1</b>	<b>CARTELA 2</b>	<b>CARTELA 3</b>
1-	1-	1-
2-	2-	2-
3-	3-	3-
4-	4-	4-
5-	5-	5-
6-	6-	6-
7-	7-	7-
8-	8-	8-
9-	9-	9-
10-	10-	10-
11-	11-	11-
12-	12-	12-
13-	13-	13-
14-	14-	14-
<b>CARTELA 4</b>	<b>CARTELA 5</b>	<b>CARTELA 6</b>
1-	1-	1-
2-	2-	2-
3-	3-	3-
4-	4-	4-
5-	5-	5-
6-	6-	6-
7-	7-	7-
8-	8-	8-
9-	9-	9-
10-	10-	10-
11-	11-	11-
12-	12-	12-
13-	13-	13-
14-	14-	14-