

GUSTAVO DORNELES PISTÓIA

C.D.

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO NA DEGRADAÇÃO DAS SOLUÇÕES
DE PROCESSAMENTO, SIMULANDO CONDIÇÕES DE
TRABALHO EM CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, como um dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ciências, área de Radiologia

PIRACICABA

1998

*Este trabalho foi
de acordo com a comissão
C.C. 76 036/83.
10/12/98
A. Montebelo F.*

GUSTAVO DORNELES PISTÓIA

C.D.

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO NA DEGRADAÇÃO DAS SOLUÇÕES
DE PROCESSAMENTO, SIMULANDO CONDIÇÕES DE
TRABALHO EM CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS**

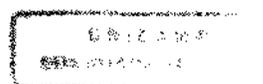
Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, como um dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ciências, área de Radiologia

Orientador: Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho

PIRACICABA

1998

1998



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	EX
TOMBO	136491
PIRA	229/99
C. L.	D <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	05/02/99
N.º CPD	

CM-00120760-1

Ficha Catalográfica

P677av

Pistóia, Gustavo Domeles.

Avaliação da influência das condições de armazenamento na degradação das soluções de processamento, simulando condições de trabalho em consultórios odontológicos. / Gustavo Domeles Pistóia. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1998.

144f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Fotografia - Processamento. 2. Dentes - Radiografia.
3. Armazenamento. 4. Degradação. 5. Odontologia. I. Montebelo Filho, Agenor. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha Catalográfica Elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 – 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 04 de Dezembro de 1998, considerou o candidato GUSTAVO DORNELES PISTÓIA aprovado.

1. Prof. Dr. AGENOR MONTEBELO FILHO *Agenor Montebelo F.*

2. Prof. Dr. LUIZ CESAR DE MORAES *L. Cesar de Moraes*

3. Prof. Dr. SOLANGE MARIA DE ALMEIDA *Solange Maria de Almeida*

Ao **Prof. Dr. Agenor Montebelo Filho**, pessoa que contribuiu com seu conhecimento e experiência para a minha formação profissional, pela disponibilidade e segurança na resolução dos meus questionamentos, e, pela amizade demonstrada no decorrer do nosso convívio.

Meu sincero reconhecimento.

Agradeço especialmente

Ao **Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo**, responsável pela Disciplina de Radiologia, que muito mais do que sua competência na liderança, sempre demonstrou amizade e empenho em promover o melhor para cada um de nós.

À **Profª. Dra. Solange Maria de Almeida**, nossa grande amiga, que com sua simplicidade e inteligência, constantemente nos auxiliou e orientou para que conseguíssemos alcançar nossos objetivos.

Ao **Prof. Dr. Francisco Haíter Neto**, pessoa a qual tenho admiração pela seriedade e busca da evolução profissional.

Ao **Prof. Dr. Mário Vizioli**, por estar sempre junto a nós, transmitindo além de seus amplos conhecimentos científicos, as suas experiências de vida.

Aos funcionários técnico-administrativos da Disciplina de Radiologia, em especial, **Sandra**, que incansável, nunca deixou de atender-nos com extrema paciência e empenho.

Ao Técnico da Disciplina de Radiologia **Waldeck Ribeiro**, pessoa extremamente competente e responsável, com quem muito aprendi, e por quem tenho profunda amizade, respeito e admiração.

À colega do Doutorado **Márcia Brunelli**, com quem compartilhei muitos momentos agradáveis e por quem tenho grande carinho; agradeço especialmente pelo auxílio nas fotografias deste trabalho.

A todos os **colegas de Pós-Graduação**, em especial aqueles com quem tive um convívio mais próximo, Ana Emília, Júlio César, Mônica, Andréa, Gisela, Manzi, Márcia, Solange Monteiro, Roberto, Addah, Marcelo Faria, Marcelo Gonçalves e Christiane.

Ao **Prof. Primo Perini**, meu sogro, que com a gentileza e dedicação de sempre, revisou o português deste trabalho.

À Disciplina de Farmacologia, na pessoa do **Prof. Dr. Pedro Luis Rosalen**, pela possibilidade da utilização do laboratório para as leituras de pH das soluções.

À bibliotecária **Heloísa Maria Ceccotti**, pela atenção e presteza na orientação da elaboração das listas e referências bibliográficas desta obra.

À **Prof. Maria Izalina Ferreira Alves**, do Departamento de Matemática da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) / USP, pelo empenho na realização das análises estatísticas.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP, na pessoa do seu Diretor **Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum**, onde tive a oportunidade de dar mais um passo importante para o meu crescimento profissional.

À **Universidade Federal de Santa Maria**, pela confiança depositada em mim, permitindo que me afastasse das atividades docentes para a realização do Curso de Pós-Graduação.

À **Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudos, que colaborou na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1 – LISTAS	1
1.1 – Lista de abreviaturas	1
1.2 – Lista de figuras	2
1.3 – Lista de gráficos	5
1.4 – Lista de quadros	11
1.5 – Lista de tabelas	12
2 – RESUMO	14
3 – INTRODUÇÃO	15
4 – REVISÃO DA LITERATURA	18
4.1 – Processamento radiográfico	19
4.1.1 – Soluções de processamento	22
4.1.2 – Caixas de processamento	23
4.1.3 – Métodos de avaliação	25
4.1.3.1 – Densidade óptica	25
4.1.3.2 – Escala de densidades	27
4.1.3.3 – Curva característica	28
4.1.3.4 – Análise subjetiva	29
4.1.4 – Atividade das soluções	30
5 – PROPOSIÇÃO	40

6 – MATERIAIS E MÉTODOS	41
6.1 – Materiais	41
6.1.1 – Filmes	41
6.1.2 – Identificadores de filmes	41
6.1.3 – Escala de densidades	42
6.1.4 – Simulador	43
6.1.5 – Feixe de radiação e suas características	45
6.1.6 – Soluções de processamento	47
6.1.7 – Colgaduras	47
6.1.8 – Caixas de processamento	49
6.1.9 – Recipientes para as soluções	49
6.1.10 – Termômetro	49
6.1.11 – Medidor de pH	51
6.1.12 – Densitômetro	51
6.2 – Métodos	54
6.2.1 – Exposição dos filmes	54
6.2.2 – Processamento dos filmes	55
6.2.3 – Leituras do pH	57
6.2.4 – Leituras no fotodensitômetro	58
6.2.5 – Análise estatística	59
7 – RESULTADOS	61
7.1 – Resultados dos processamentos realizados na solução A	64
7.2 – Resultados dos processamentos realizados na solução B	71
7.3 – Resultados dos processamentos realizados na solução D	78
7.4 – Resultados dos processamentos realizados na solução E	85

7.5 – Resultados dos processamentos realizados na solução F	92
7.6 – Resultados dos processamentos realizados na solução G	99
7.7 – Resultados estatísticos	107
7.7.1 – Ph	107
7.7.2 – Temperatura	110
7.7.3 – Densidades ópticas	111
8 – DISCUSSÃO	120
8.1 – Densidades ópticas	121
8.2 – Atividade das soluções	124
8.3 – pH	125
8.4 – Temperatura	127
9 – CONCLUSÕES	129
10 – SUMMARY	130
11 –REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

LISTAS

1 – LISTAS

1.1 - LISTA DE ABREVIATURAS

AL – Alumínio. Faixa de densidade óptica da radiografia correspondente à exposição média aos raios X.

DBV – Densidade base e velamento. Faixa de densidade óptica da radiografia que não foi exposta aos raios X.

DOP – Densidades ópticas do penetrômetro (escala de densidades).

DOS – Densidades ópticas do simulador.

ED – Exposição direta. Faixa de densidade óptica da radiografia correspondente à exposição máxima aos raios X.

et al. – e outros (“et alii”).

Fix. – Fixador.

Rev. – Revelador.

Vs – *Versus*.

1.2 - LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Pg.
1 – Filme periapical identificado para exposição	44
2 – Escala de densidades	44
3 – Simulador	46
4 – Filme posicionado no simulador, na região de molares	46
5 – Posicionamento do cilindro para exposição da escala de densidades	48
6 – Posicionamento do cilindro para exposição do simulador	48
7 – Frascos das soluções reveladora e fixadora Kodak	50
8 – Colgaduras individuais (grampos) da marca JON	50
9 – Caixa de processamento da marca MPG	52
10 – Recipientes de polietileno para 200 ml de solução	52
11 – Termômetro de imersão da marca Incoterm	53

12 – Fotodensitômetro da marca M.R.A.	53
13 – Radiografias da escala de densidades processadas na solução A	70
14 – Radiografias do simulador processadas na solução A	70
15 – Radiografias da escala de densidades processadas na solução B	77
16 – Radiografias do simulador processadas na solução B	77
17 – Radiografias da escala de densidades processadas na solução D	84
18 – Radiografias do simulador processadas na solução D	84
19 – Radiografias da escala de densidades processadas na solução E	91
20 – Radiografias do simulador processadas na solução E	91
21 – Radiografias da escala de densidades processadas na solução F	98
22 – Radiografias do simulador processadas na solução F	98
23 – Radiografias da escala de densidades processadas na solução G	106
24 – Radiografias do simulador processadas na solução G	106

25 – Comportamento do pH das soluções reveladoras e fixadoras, nas duas etapas do experimento	109
26 – Comportamento do pH do revelador e fixador das 3 soluções estudadas conjuntamente, nas duas etapas	110
27 – Comportamento da temperatura do revelador e fixador das 3 soluções, nas duas etapas	111
28 – Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, nas 3 soluções, nas duas etapas, na escala de densidades	113
29 – Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, nas 3 soluções, conjuntamente, nas duas etapas, na escala de densidades	115
30 – Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, nas 3 soluções, nas duas etapas, no simulador	117
31 – Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, das 3 soluções conjuntamente, nas duas etapas, no simulador	119

1.3 - LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO	Pg.
1 – Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução A	66
2 – Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução A	66
3 – Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades e simulador, processadas na solução A	67
4 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 1º dia	68
5 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 26º dia	68
6 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 30º dia	69
7 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 36º dia	69

- 8 – Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução B **73**
- 9 – Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução B **73**
- 10 – Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades e simulador, processadas na solução B **74**
- 11 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 1º dia **75**
- 12 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 26º dia **75**
- 13 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 29º dia **76**
- 14 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 32º dia **76**
- 15 – Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução D **80**

- 16 – Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução D **80**
- 17 – Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades e simulador, processadas na solução D **81**
- 18 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 1º dia **82**
- 19 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 26º dia **82**
- 20 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 29º dia **83**
- 21 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 30º dia **83**
- 22 – Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução E **87**
- 23 – Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução E **87**

- 24 – Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades e simulador processadas na solução E **88**
- 25 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 1º dia **89**
- 26 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 15º dia **89**
- 27 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 20º dia **90**
- 28 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 27º dia **90**
- 29 – Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução F **94**
- 30 – Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução F **94**
- 31 – Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades e simulador, processadas na solução F **95**

32 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 1º dia	96
33 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 15º dia	96
34 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 20º dia	97
35 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 27º dia	97
36 – Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução G	102
37 – Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução G	102
38 – Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades e simulador, processadas na solução G	103
39 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 1º dia	104

- 40 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 15º dia **104**
- 41 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 20º dia **105**
- 42 – Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 27º dia **105**

1.4 - LISTA DE QUADROS

QUADRO	Pg.
1 – Dados obtidos com os processamentos realizados na solução A	65
2 – Dados obtidos com os processamentos realizados na solução B	72
3 – Dados obtidos com os processamentos realizados na solução D	79
4 – Dados obtidos com os processamentos realizados na solução E	86
5 – Dados obtidos com os processamentos realizados na solução F	93
6 – Dados obtidos com os processamentos realizados na solução G	101

1.5 - LISTA DE TABELAS

TABELA	Pg.
1 – Médias obtidas para pH do revelador e fixador, das três soluções, nas duas etapas do experimento	108
2 – Médias obtidas para pH das três soluções conjuntamente, nas duas etapas do experimento	109
3 – Médias obtidas para temperatura das soluções conjuntamente, nas duas etapas, para o revelador e fixador	110
4 – Médias obtidas para Densidade Base e Velamento, Alumínio e Exposição Direta, das radiografias expostas na escala de densidades, processadas nas três soluções, nas duas etapas, valor de t para comparação das médias e respectiva significância estatística	112
5 – Médias obtidas para Densidade Base e Velamento, Alumínio e Exposição Direta, das radiografias expostas na escala de densidades, processadas nas três soluções, nas duas etapas, valor de t para comparação das médias das etapas e respectiva significância estatística	114

6 – Médias obtidas para Densidade Base e Velamento, Alumínio e Exposição Direta, das radiografias expostas no simulador, processadas nas três soluções, nas duas etapas, valor de t para comparação das médias e respectiva significância estatística **116**

7 – Médias obtidas para Densidade Base e Velamento, Alumínio e Exposição Direta, das radiografias expostas no simulador, processadas nas três soluções, nas duas etapas, valor de t para comparação das médias das etapas e respectiva significância estatística **118**

RESUMO

2 – RESUMO

No presente estudo teve-se por finalidade avaliar se diferentes condições de armazenamento das soluções reveladoras e fixadoras Kodak, prontas para uso, influíram na sua degradação, após o início do seu uso. Para isto foram simuladas condições de consultório odontológico, com o processamento de filmes Kodak EP – 21P em caixas de processamento. Na 1ª etapa, os primeiros 200 ml de cada solução foram utilizados imediatamente após a abertura dos frascos, até a sua total degradação, enquanto que o restante foi armazenado sob diferentes condições: uma solução foi armazenada em geladeira, a outra em um local abrigado de iluminação e grandes variações de temperatura, e a última foi mantida em um ambiente totalmente exposto à energia luminosa e a variações de temperatura, recebendo, inclusive, radiação solar.

Os dados obtidos pela comparação das densidades ópticas e análise subjetiva das radiografias produzidas proporcionaram resultados que permitiram a constatação de que as condições de armazenamento não influíram na degradação das soluções, pois o período médio de utilização das mesmas na 2ª etapa do experimento foi menor que o da 1ª etapa (27 e 33 dias respectivamente), independente das condições de armazenamento. O número médio de radiografias processadas até a degradação das soluções foi de 120, na 1ª etapa do experimento, e 85 na 2ª etapa.

O pH e a temperatura das soluções sofreram pequenas variações ao longo do experimento, não tendo influência na degradação das mesmas.

Palavras-chave: soluções de processamento, armazenamento, degradação, Odontologia, caixas de processamento.

INTRODUÇÃO

3 - INTRODUÇÃO

A freqüente necessidade da utilização do exame radiográfico como um meio auxiliar para o estabelecimento do diagnóstico, torna crescente a preocupação em evitar-se ao máximo exposições desnecessárias dos pacientes aos raios X.

O National Council on Radiation Protection, juntamente com a International Commission on Radiation Protection, publicaram um critério internacional referente ao emprego dos exames radiográficos, o qual adota o princípio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) que, segundo PREECE⁴⁸ (1984), citado por LANGLAIS (1995), estabelece que a execução dos exames radiográficos deve ser baseada na obtenção de uma grande qualidade para o diagnóstico, enquanto as doses de radiação às quais o paciente é submetido devem ser “tão baixas quanto razoavelmente possível”.

Para que este princípio seja atendido, o cirurgião dentista deve estar atento a uma série de passos a serem seguidos, que influem de maneira decisiva na obtenção de uma radiografia tecnicamente correta. São fatores dependentes do aparelho de raios X, filmes radiográficos, técnica adequada e processamento executado sob condições ideais.

O processamento, por ser relativamente de fácil execução, muitas vezes é negligenciado, não sendo oferecida a devida atenção às instalações para este procedimento, às técnicas de processamento, controle da atividade das soluções e suas condições de armazenamento.

Muitos pesquisadores têm realizado estudos sobre o processamento radiográfico^{30,37,45,53,59,70} e também desenvolvido

algumas pesquisas sobre degradação e exaustão das soluções de processamento^{1,2,5,12,15,17,28,29,38,43,50,52,55,56,60,62,63,65,69,71,72,75,76}.

A degradação de uma solução de processamento inicia após a mistura dos seus componentes, estando relacionada com a oxidação, tempo de preparo, número de filmes processados, contaminação e o acúmulo de resíduos resultantes das reações químicas do próprio processamento. Quando as soluções começam a perder sua atividade química, as radiografias processadas vão perdendo sua densidade e contraste, quando então devem ser substituídas por novas, ou deve-se adicionar às mesmas as chamadas soluções reforçadoras, com objetivo de regenerar a atividade química e manter o nível dos tanques de processamento.

Poucas pesquisas têm sido publicadas em relação às caixas de processamento, levando-se em consideração a sua ampla utilização nas clínicas odontológicas brasileiras. Estes dispositivos são caixas constituídas de um acrílico de coloração avermelhada, contendo no seu interior recipientes, geralmente de polietileno, onde são colocadas as soluções de processamento. O seu tamanho e praticidade, somados geralmente à pequena quantidade de filmes processados, fazem com que estas caixas sejam utilizadas em grande escala nos consultórios odontológicos, os quais muitas vezes não dispõem de espaço físico suficiente para a construção de câmaras escuras nos padrões ideais.

Como os recipientes das caixas de processamento têm capacidade apenas para 200 ml de solução, o profissional tem de armazenar o restante dos líquidos de processamento após a abertura dos frascos, pois estas soluções são comercializadas em volumes maiores.

No presente trabalho teve-se por objetivo estimar se as condições de armazenamento das soluções de processamento radiográfico, após o início de seu uso, influíram no processo de degradação das mesmas. Para isto, foram simuladas as condições de um consultório odontológico, onde foram processados filmes radiográficos intra-buciais, utilizando-se caixas de processamento.

REVISÃO DA LITERATURA

4 - REVISÃO DA LITERATURA

“O poder de resolução do exame clínico, isto é, a sua possibilidade de permitir a elaboração de um diagnóstico final, é limitado aos sinais e sintomas presentes e sua identificação e valorização pelo profissional” (TOMMASI⁷³, 1982). Portanto, freqüentemente o cirurgião dentista tem de lançar mão dos exames complementares, pois estes oferecem recursos subsidiários para se chegar a um diagnóstico seguro e um tratamento bem orientado.

Dentre a grande variedade de exames complementares existentes, está o exame radiográfico, um meio semiotécnico auxiliar de valor inestimável na prática de uma Odontologia de alto nível. Porém, para que se possa adquirir informações realmente úteis a partir da interpretação de uma radiografia, esta deve apresentar-se tecnicamente adequada.

Sem dúvida, o processamento é uma das etapas mais importantes na obtenção de uma radiografia, mas devido a sua simplicidade técnica, ainda é dada pouca atenção a este procedimento, o que muitas vezes compromete sobremaneira o resultado radiográfico final. Deste modo, realizamos um levantamento da literatura referente ao processamento radiográfico, equipamento utilizado, alguns instrumentos e métodos usados para a sua avaliação, assim como algumas pesquisas sobre as soluções processadoras e a sua atividade.

4.1 - Processamento radiográfico

Quando fótons de raios X atingem os cristais halogenados de prata presentes na emulsão do filme radiográfico, provocam a ionização destes cristais, formando a chamada imagem latente. Esta imagem é invisível; logo, é necessário que seja realizado um tratamento químico do filme previamente ionizado para que haja a formação de uma imagem visível, permanente e de qualidade. Esta é a função do processamento radiográfico, portanto é lógico que a qualidade final da radiografia é dependente da execução criteriosa deste procedimento.

Infelizmente porém, muitas vezes o processamento é realizado sem a devida atenção daquele cirurgião dentista que o considera como um gasto desnecessário de tempo; por isso, há tempos os pesquisadores têm se preocupado em estudar o processamento radiográfico, publicando algumas descrições deste procedimento, com o objetivo de salientar sua importância tanto no controle de qualidade radiográfica, como na proteção do paciente. Dentre estes autores podemos citar LOZIER³⁷ (1950), HEIMANSOHN³⁰ (1965), PAPPAS⁴⁵ (1966), SILHA & SIMON⁵⁹ (1976), ROSA⁵³ (1975), TAVANO⁶⁷ (1988), THOROGOOD *et al.*⁷⁰ (1988).

PAPPAS⁴⁵, em 1966, testou 7 tipos de reveladores e 504 filmes de várias marcas e sensibilidades, com relação ao tempo de revelação e qualidade das imagens, com vistas à higiene das radiações. Nenhuma radiografia apresentou imagens com excelente qualidade para o diagnóstico, quando processada no tempo mais rápido recomendado pelo fabricante. Segundo o autor, o tempo e a temperatura corretos para

manutenção da qualidade radiográfica e higiene das radiações foi de 68°F (20°C) a 6 minutos. Com estes parâmetros foi possível reduzir o tempo de exposição de 40 % a 50 %.

ALCOX & JAMESON³, em 1969, desenvolveram um dispositivo para revelação rápida a altas temperaturas, e, segundo eles, sem perda da qualidade da imagem radiográfica, diminuindo o tempo de revelação em pelo menos 5 minutos em relação ao tempo padrão. Os autores relataram que só ocorreria uma pequena degradação das soluções se a temperatura fosse mantida alta durante duas semanas.

ALCOX & WAGGENER⁴, em 1971, elaboraram um relato sobre os métodos de processamento rápido da época. Eles descreveram sucintamente a utilização de soluções aquecidas, uso de transporte automático, agitação das soluções, uso de soluções e filmes especiais e a combinação de métodos. No final do relato, os autores descreveram alguns dispositivos e sistemas de processamento.

O COUNCIL ON DENTAL MATERIALS , INSTRUMENTS AND EQUIPAMENTS²⁰ publicou, em 1982, algumas recomendações para a construção de câmaras escuras e alguns testes para manutenção do controle de qualidade do processamento radiográfico. Nesse relato foi mencionada também a necessidade da substituição das soluções degradadas, conforme as recomendações do fabricante.

BESSA¹³, em 1983, realizou uma pesquisa verificando a qualidade do processamento radiográfico realizado por cirurgiões dentistas em consultórios odontológicos. Os profissionais receberam filmes previamente expostos de forma padronizada. A metade dos filmes remetidos apresentava imagens da região de molares de uma mandíbula, e

os outros filmes foram divididos em quatro faixas, três com tempos de exposição crescentes e uma sem exposição, correspondente à densidade base e velamento. A autora concluiu que o processo de revelação realizado rotineiramente pelos profissionais ou auxiliares apresentava deficiência, principalmente devido à utilização do método visual ou inspeccional.

CAPELOZZA¹⁶, em 1985, estudando as condições dos exames radiográficos em 145 consultórios odontológicos da cidade de Bauru – SP, concluiu: 61,37 % utilizavam o filme Ektaspeed, destes, 26,97 % utilizavam o tempo de exposição correto para este tipo de filme; 97,24 % dos profissionais utilizavam o método inspeccional, causa esta de radiografias sub-reveladas; 94,48 % realizavam o processamento em caixas de processamento.

THOROGOOD *et al.*⁷⁰, em 1988, publicaram um guia para sensitometria de filmes radiográficos, objetivando o controle de qualidade do processamento radiográfico, principalmente com processadoras automáticas. Os autores ressaltaram a importância de um programa regular de monitoração, com o complemento de um “guia de diagnóstico”, para a detecção precoce dos problemas de processamento, permitindo assim que os procedimentos corretivos fossem executados antes que a qualidade das imagens radiográficas fosse prejudicada de tal forma que justificasse a repetição de radiografias.

4.1.1 - Soluções de processamento

As etapas para o processamento radiográfico são, basicamente, a revelação, o banho intermediário, a fixação, lavagem final e secagem dos filmes. Portanto, as soluções empregadas para o processamento são o revelador, a água, ou uma solução ácida para o banho intermediário e o fixador.

A função da solução reveladora é reduzir a prata metálica os cristais de brometo de prata que foram sensibilizados pelos raios X, convertendo a imagem latente em imagem visível. A função do banho intermediário é remover o excesso de revelador do filme, para que este não contamine o fixador, podendo-se também utilizar uma solução ácida (geralmente o ácido acético) para cessar a revelação, pois esta neutraliza rapidamente o revelador, que é uma solução alcalina.

Quando o banho intermediário não interrompe totalmente a ação do revelador, esta é neutralizada pelo fixador, uma solução ácida que tem como função remover da emulsão os cristais não expostos, portanto não reduzidos. A outra função do fixador é endurecer a gelatina da emulsão, tornando-a resistente às injúrias mecânicas que possam vir a ocorrer durante o manuseio da radiografia.

O banho final tem por objetivo remover aqueles compostos químicos resultantes da fixação, evitando que o filme se torne amarelado e sem condição de arquivamento.

Ao longo do tempo, diversos autores têm realizado estudos a respeito das soluções de processamento, como é o caso de ALVARES & FREITAS⁶ (1967), ALVARES & FREITAS⁷ (1967),

ALVARES *et al.*⁸ (1969), TAMBURUS⁶⁴ (1987), seja tentando abreviar o tempo de revelação, pelo emprego de soluções rápidas, ou concentradas a diferentes tempos e/ou temperaturas, HUNT³² (1971), MANSON-HING & TURGUT⁴² (1973), PESTRITTO *et al.*⁴⁷ (1974), MANSON-HING & MONNIER⁴⁰ (1975), MANSON-HING & PATEL⁴¹ (1977), RAYMUNDO JÚNIOR & TAVANO⁵¹ (1982), FJELLSTRÖM *et al.*²¹ (1985), FREDHOLM & JULIN²⁴ (1987), BARATIERI *et al.*¹¹ (1988), MADDALOZZO *et al.*³⁹ (1990), GEIST & GLEASON²⁶ (1995), seja estudando a contaminação das soluções, HARDMAN *et al.*²⁷ (1987), TAMBURUS *et al.*⁶⁶ (1995), ou avaliando a influência destas sobre os diferentes tipos de filmes radiográficos, SÁ *et al.*⁵⁴ (1986), FLETCHER²³ (1987), KAFFE³⁵ (1990), GEIST & GLEASON²⁶ (1995).

4.1.2 – Caixas de processamento

Na década de 70, alguns fabricantes lançaram no mercado odontológico um acessório chamado câmara escura portátil, com objetivo de permitir ao cirurgião dentista a realização do processamento radiográfico no próprio consultório. Estas câmaras escuras portáteis são caixas constituídas de um acrílico avermelhado, que por si só atua como filtro, contendo no seu interior recipientes de polietileno, onde são colocadas as soluções de processamento. Na porção frontal destas caixas existem duas aberturas com mangueiras elásticas acopladas, que permitem ao profissional a introdução das mãos no seu interior, para o manuseio do filme radiográfico durante o processamento.

As caixas de processamento, mesmo não apresentando as condições ideais para este fim, são utilizadas pela grande maioria dos cirurgiões dentistas (CAPELOZZA¹⁶, 1985), pois estes executam na sua rotina diária uma média pequena de processamentos, utilizando filmes de pequenas dimensões e requerendo, portanto, um menor volume de soluções. Soma-se a isto o fato destas caixas necessitarem de pouco espaço físico, não sendo necessária a utilização exclusiva de uma das dependências do consultório para o processamento radiográfico.

VAN DE POEL⁷⁴, em 1970, propôs o uso de uma caixa de acrílico vermelho para o processamento radiográfico, com pequenos tanques para as soluções, dispensando o uso de câmara escura convencional. O processamento era realizado manualmente.

SIEDE⁵⁸, em 1970, fez uma breve descrição a respeito de um dispositivo de pequenas dimensões, construído pela Siemens, que utilizava o transporte automático dos filmes, permitindo a obtenção de uma radiografia em três minutos.

PANELLA *et al.*⁴⁴, em 1991, realizaram um estudo comparativo da passagem de luz através de diferentes caixas de processamento, utilizadas para processamento radiográfico manual. Foram utilizados 3 tipos de caixas de processamento, filmes radiográficos dos grupos D e E quanto à sensibilidade, com tempos variáveis de exposição à luz de segurança no interior das caixas (15s, 30s, 45s e 60s) e diferentes intensidades de luz ambiente, fornecidas por lâmpadas incandescentes de 15W, 25W, 40W, 60W e 90W, situadas a 1,20m das caixas.

O experimento permitiu que os autores chegassem as seguintes conclusões:

- Quanto mais sensível o filme utilizado, maior a possibilidade de velamento da imagem radiográfica.
- Quanto maior a intensidade da luz incidente sobre a caixa de processamento, e maior o tempo de exposição do filme no interior da mesma, maior o velamento da imagem. Os autores ainda sugeriram que o processamento dos filmes nestas caixas deveria ser realizado distante de janelas sem persianas ou cortinas, para evitar-se o somatório das intensidades luminosas naturais e artificiais.
- A caixa de processamento que apresentou melhores resultados possuía uma coloração mais escura (vermelho tinto) e vedamento de papel preto nas laterais e tampo. Além disso, melhor justaposição e união das paredes, com uso de dobradiças mais grossas, longas e escuras.

4.1.3 - Métodos de avaliação

4.1.3.1 - Densidade óptica

A densidade óptica de uma radiografia, ou de uma área da radiografia, é a sua capacidade ou não de se deixar atravessar pela luz, ou é simplesmente traduzida pelo seu grau de enegrecimento, sendo a quantificação da deposição de prata metálica após o processamento.

Existem diversas maneiras de expressar numericamente o grau de escurecimento de uma radiografia, dentre elas a transmitância, a

opacidade e a densidade. A mais utilizada é a densidade, que é o logaritmo comum (base 10) da razão entre luz incidente e luz transmitida; logo:

Densidade = $\text{Log}_{10} Li/Lt$, onde,

Li - Luz incidente

Lt - Luz transmitida

Isto significa:

- densidade 0: 100% da luz incidente é transmitida;
- densidade 1: 10% da luz incidente é transmitida;
- densidade 2: 1% da luz incidente é transmitida;

A amplitude de densidade utilizada para diagnóstico está em torno de 0.25 a 2.0, e o instrumento utilizado para mensuração de densidades chama-se densitômetro ou fotodensitômetro.

Vários autores utilizaram a análise densitométrica no estudo das soluções de processamento, dentre os quais ALVARES & FREITAS⁶ (1967), PENTEL & HYMAN⁴⁶ (1967), VAN DE POEL⁷⁵ (1973), MANSON-HING & TURGUT⁴² (1973), VAN DE POEL⁷⁶ (1973), BROWN JR. *et al.*¹⁵ (1973), MANSON-HING & MONNIER⁴⁰ (1975), MANSON-HING & PATEL⁴¹ (1977), HEDIN²⁹ (1977), PRICE⁵⁰ (1982), THUNTHY & WEINBERG⁷¹ (1984), HARDMAN *et al.*²⁷ (1987), TAMBURUS⁶⁴ (1987), HEDIN²⁸ (1989), MONTEBELO FILHO⁴³ (1991), TAMBURUS & PARDINI⁶⁵ (1992), GEIST & GLEASON²⁶ (1995), TAMBURUS *et al.*⁶⁶ (1995), SANTOS⁵⁶ (1996).

4.1.3.2 - Escala de densidades

A escala de densidades ou penetrômetro é um dispositivo de alumínio em forma de uma cunha em degraus, os quais têm um aumento constante em espessura; quando colocado sobre um filme e exposto aos raios X, faz com que diferentes intensidades de radiação cheguem ao mesmo, originando uma escala crescente ou decrescente de densidades ópticas na radiografia, decorrente dos diversos níveis de atenuação dos raios X pelos degraus. Estas densidades vão do radiopaco ao radiolúcido, passando por tons intermediários de cinza, e, por meio das suas medidas, é possível avaliar os fatores que foram empregados na exposição e processamento, realizando-se leituras das densidades, o que constitui os chamados estudos densitométricos.

Vários autores utilizaram a escala de densidades no estudo do processamento radiográfico e soluções processadoras: STEWART & DRISKO⁶³ (1966), ALVARES & FREITAS⁷ (1967), PENTEL & HYMAN⁴⁶ (1967), ALVARES *et al.*⁸ (1969), MANSON-HING & TURGUT⁴² (1973), VAN DE POEL⁷⁶ (1973), VAN DE POEL⁷⁵ (1973), MANSON-HING & MONNIER⁴⁰ (1975), HEDIN²⁹ (1977), MANSON-HING & PATEL⁴¹ (1977), THUNTHY & WEINBERG⁷¹ (1984), BLOXOM & MANSON-HING¹⁴ (1986), TAMBURUS⁶⁴ (1987), THOROGOOD *et al.*⁷⁰ (1988), KAFFE³⁵ (1990), MONTEBELO FILHO⁴³ (1991), GEIST & GLEASON²⁶ (1995), TAMBURUS *et al.*⁶⁶ (1995), SANTOS⁵⁶ (1996).

4.1.3.3 - Curva característica

Na época da descoberta dos raios X, em 1895, a Fotografia já era uma ciência avançada, então as primeiras radiografias foram realizadas com filmes fotográficos. Cinco anos antes, HURTER & DRIFFIELD³³ criaram uma representação gráfica, denominada curva característica, também chamada curva H & D ou sensitométrica, utilizada para o estudo do comportamento dos materiais sensíveis à luz, que mais tarde, começou a ser também empregada para os filmes radiográficos e soluções de processamento. Esta curva fornece as chamadas propriedades sensitométricas dos filmes, que são o contraste, a latitude e a sensibilidade, após estes terem sido expostos (ou não) à radiação e processados.

Estas propriedades são obtidas através da representação gráfica da relação entre densidade óptica e exposição. A curva característica tem sido utilizada na metodologia das pesquisas sobre filmes radiográficos, técnicas e soluções de processamento, enfim, no estudo das variáveis filmes/processamento.

A AMERICAN STANDARD ASSOCIATION¹⁰, em 1965, regulamentou a metodologia para a construção de curvas características, estabelecendo critérios de exposição, processamento e densitometria dos filmes radiográficos.

Através do COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES¹⁹, a AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, em 1970, aprovou a especificação nº 22 da AMERICAN STANDARD ASSOCIATION.

Vários autores como HENRIKSON³¹ (1964), CHONG & DOCKING¹⁸ (1965), SELMAN⁵⁷ (1965), SMITH⁶¹ (1970), FLEMING²² (1971), KRUIT & VAN AKEN³⁶ (1976), realizaram estudos sobre sensitometria.

Muitos estudaram o processamento radiográfico e as soluções de processamento através da análise das propriedades sensitométricas, dentre eles WAINWRIGHT⁷⁷ (1963), ALVARES & FREITAS⁷ (1967), ALVARES *et al.*⁸ (1969), HUNT³² (1971), VAN DE POEL⁷⁶ (1973), VAN DE POEL⁷⁵ (1973), ALCÂNTARA *et al.*² (1977), ACHUTTI *et al.*¹ (1977), TAVANO & ALVARES⁶⁸ (1978), PRICE⁴⁹ (1980), PRICE⁵⁰ (1982), RAYMUNDO JÚNIOR & TAVANO⁵¹ (1982), TAVANO & RAYMUNDO JÚNIOR⁶⁹ (1982), CASTELO *et al.*¹⁷ (1983), SPOSTO *et al.*⁶² (1983), BARATIERI *et al.*¹² (1984), FJELLSTRÖM *et al.*²¹ (1985), SÁ *et al.*⁵⁴ (1986), FREDHOLM & JULIN²⁴ (1987), THOROGOOD *et al.*⁷⁰ (1988), BARATIERI *et al.*¹¹ (1988), MADDALOZZO *et al.*³⁹ (1990), RIBEIRO & TAVANO⁵² (1993), THUNTHY & WEINBERG⁷² (1995).

4.1.3.4 - Análise subjetiva

A análise subjetiva consiste no procedimento de submeter as radiografias de determinado experimento à avaliação clínica qualitativa de examinadores com experiência em interpretação radiográfica, que as classificarão conforme conceitos pré-determinados pelos pesquisadores.

Este tipo de análise é quase sempre utilizado como um coadjuvante

nas pesquisas, requerendo outras análises que forneçam dados mais precisos e objetivos.

Dentre os autores que utilizaram a análise subjetiva nas suas pesquisas podemos citar INGLE *et al.*³⁴ (1965), STEWART & DRISKO⁶³ (1966), SMITH⁶¹ (1970), MANSON-HING & TURGUT⁴² (1973), PESTRITTO *et al.*⁴⁷ (1974), SANTANA⁵⁵ (1982), TAVANO & RAYMUNDO JÚNIOR⁶⁹ (1982), CASTELO *et al.*¹⁷ (1983), SPOSTO *et al.*⁶² (1983), BARATIERI *et al.*¹² (1984), FJELLSTTRÖM *et al.*²¹ (1985), SÁ *et al.*⁵⁴ (1986), ALVARES *et al.*⁵ (1986), SILVEIRA *et al.*⁶⁰ (1986), BLOXOM & MANSON-HING¹⁴ (1986), FLETCHER²³ (1987), FROMMER & JAIN²⁵ (1987), BARATIERI *et al.*¹¹ (1988), KAFFE³⁵ (1990), MONTEBELO FILHO⁴³ (1991), SANTOS⁵⁶ (1996).

4.1.4 - Atividade das soluções

A monitoração da atividade das soluções de processamento é um dos fatores mais importantes dentro de um programa de controle de qualidade radiográfico, pois no momento em que as soluções começam a perder sua atividade, elas devem ser substituídas, senão haverá prejuízos no contraste e densidade radiográficos, que não devem ser compensados pelo aumento da exposição do paciente aos raios X. Basicamente, a perda da atividade das soluções pode ocorrer por dois processos: a exaustão, que é a perda da capacidade da solução reveladora em reduzir os cristais expostos à prata metálica, onde os fatores a serem considerados são o número de filmes processados, suas dimensões e densidades; e a degradação, que é a deterioração que a solução sofre pelo número de

filmes processados, tempo de preparo, luzes de segurança, contaminação, acúmulo de produtos da própria revelação e a ação do oxigênio do ar.

Alguns autores têm se preocupado com o estudo da atividade das soluções de processamento, seja realizando pesquisas neste campo, ou pelo menos, fazendo menção da degradação ou exaustão nos seus trabalhos.

INGLE *et al.*³⁴, em 1965, com objetivo de avaliar o efeito do aquecimento das soluções sobre o tempo de processamento e qualidade da imagem radiográfica, testaram o uso de uma solução convencional a diferentes temperaturas. Os autores concluíram que o aumento de temperatura das soluções não prejudicou a qualidade da imagem das radiografias processadas, permitindo grande economia de tempo. Segundo eles, a degradação da solução não foi um problema significativo, pois houve apenas pequena perda de contraste das radiografias processadas até o 10º dia.

STEWART & DRISKO⁶³, em 1966, compararam duas soluções de processamento, uma convencional (revelador e fixador Cronex X-ray) e uma rápida (Rapidel 10 e Rapid fix) quanto ao tempo de processamento, qualidade (contraste), degradação e custo. Os autores concluíram que o processamento rápido economizou 91% do tempo e a qualidade das radiografias obtidas nas soluções até o 10º dia foi igual, quando então a solução rápida passou a produzir radiografias de menor qualidade de imagem para o diagnóstico. A solução rápida sofreu uma maior degradação, deixando de produzir imagens nos filmes revelados após o 43º dia de experimento. Quanto ao custo, foi determinado que a solução rápida era mais onerosa.

PENTEL & HYMAN⁴⁶, em 1967, propuseram o uso de radiografias padrão ou de referência e radiografias de teste para avaliação da atividade de soluções reveladoras. As radiografias de referência deveriam ser expostas e processadas em soluções novas de maneira a obterem densidades 1.0 - 1.4 - 2.0 - 2.5. Para avaliação da atividade do revelador, a radiografia de teste que havia sido exposta e processada de maneira a obter uma densidade 2.0 (densidade só alcançada por revelador em total atividade), deveria ser comparada com as radiografias de referência. Se a densidade obtida com a radiografia de teste fosse 2.0 (densidade da radiografia padrão nº 3), o revelador estaria em total atividade, se fosse inferior (1.4 ou 1.0, densidades correspondentes às radiografias padrão nº2 e nº 1 respectivamente), o revelador já estaria perdendo atividade. No caso da radiografia obter densidade superior (próxima de 2.5, correspondente à radiografia padrão nº4), seria indicativo de problemas de iluminação da câmara escura, revelação temperatura/tempo incorreta, excesso de exposição da radiografia de teste ou falha no seu armazenamento, recebendo radiação ionizante.

BROWN JUNIOR *et al.*¹⁵, em 1973, visando controle de qualidade, avaliaram a degradação de uma solução convencional. Foram expostas 7.890 películas à iluminação de uma lâmpada incandescente de 60 watts durante 1 minuto, com a finalidade de produzir radiografias para degradar a solução. Somaram-se a estas mais 199 radiografias de controle, obtidas de uma escala de densidades. Todas radiografias foram processadas em 86 sessões, com 19 litros de revelador, durante 4 meses e meio. Os autores observaram os primeiros sinais de degradação na 74ª sessão (4 meses após o início do experimento), quando 6.965 filmes

havam sido processados. Apesar de ter havido uma queda na densidade das radiografias, elas ainda possuíram qualidade para o diagnóstico até o final do experimento. Segundo os autores a oxidação não foi um problema como era esperado.

ACHUTTI *et al.*¹, em 1977, compararam uma solução reveladora rápida (Gecker) com uma convencional (Kodak), através das propriedades sensitométricas, avaliando também o período de utilização da solução reveladora rápida até a sua degradação. Os autores concluíram que filmes revelados na solução reveladora rápida por 30 segundos a 20°C apresentaram curvas características semelhantes à solução convencional, com um ligeiro aumento de densidade base e velamento. A degradação da solução rápida iniciou-se a partir do 34º dia de experimento, apesar de já apresentar no 4º dia uma coloração marrom escura.

ALCÂNTARA *et al.*², em 1977, comparando o revelador convencional Kodak com o revelador Tiplimatic, utilizado para processamento automático, chegaram a conclusão de que à temperatura de 30°C durante 30 segundos, o revelador Tiplimatic proporcionou uma curva característica semelhante ao revelador convencional a 20°C/4,5 minutos. Posteriormente, os autores avaliaram a degradação do revelador Tiplimatic, que manteve suas propriedades a níveis aceitáveis durante 80 dias.

HEDIN²⁹, em 1977, estudou a exaustão de nove reveladores rápidos e um convencional. Utilizando 200 ml de solução, foi possível processar 800 filmes com algumas soluções em um período de três horas, enquanto que outras soluções processaram quantidades inferiores. O

Monobanho foi a solução que ofereceu os piores resultados. A solução convencional sofreu uma grande redução da sua atividade. O autor concluiu que a estabilidade das soluções depende pouco da exaustão química e que a oxidação parece ser um fator decisivo neste processo.

TAVANO & ALVARES⁶⁸, em 1978, compararam dois reveladores rápidos (Gecker e Tiplimatic) com um convencional, utilizando a metodologia da construção de curvas características. As soluções testadas apresentaram praticamente as mesmas respostas quanto às propriedades sensitométricas em relação ao revelador tomado como padrão. Os autores mencionaram que um dos inconvenientes das soluções concentradas era o rápido processo de deterioração que estas sofriam.

PRICE⁵⁰, em 1982, investigou a eficácia de um aditivo sobre dois reveladores de processamento manual, aplicando a metodologia das curvas características. Os efeitos do aditivo sobre as soluções foram avaliados após a mistura destas e a intervalos de 5, 10 e 15 semanas. Foi utilizado uma processadora automática para fornecer radiografias de controle. Segundo o autor, nas condições de realização do experimento, não houve vantagens no uso do aditivo.

TAVANO & RAYMUNDO JÚNIOR⁶⁹, em 1982, avaliaram a degradação da solução processadora Kodak (pó) em um período de 180 dias, através do método sensitométrico. Foram utilizados 5 litros de solução em 12 sessões de processamento. Por meio da construção de curvas características, análise subjetiva e análise de pH e cor, foi verificado que neste período a solução manteve sua qualidade. A partir do 120º dia houve um pequeno aumento de latitude e uma ligeira diminuição da sensibilidade (densidade). Foi observada, no último dia do

experimento, uma diminuição da densidade base e velamento e densidade máxima dos filmes processados, o que, segundo os autores, evidenciou o início da degradação da solução. O pH e a cor apresentaram variações discretas.

CASTELO *et al.*¹⁷, em 1983, realizaram um estudo comparativo entre o revelador rápido Rayonal e o revelador convencional Kodak, através da construção de curvas características e análise subjetiva. Foram comparadas diferentes combinações de temperatura e tempo do revelador Rayonal, recomendadas pelo fabricante, com o revelador Kodak a 20°C/4,5min., tomado como padrão. A combinação temperatura/tempo que forneceu a curva mais semelhante ao revelador Kodak foi 22°C/1,25min. A partir desta combinação foi realizado um estudo da degradação do revelador Rayonal, através de suas propriedades sensitométricas e análise subjetiva, onde concluiu-se que a deterioração deste revelador começou no 21º dia de experimento.

SPOSTO *et al.*⁶², em 1983, fizeram uma comparação entre os reveladores Kodak e Sillib, utilizando curvas características e análise subjetiva. Essa pesquisa ainda teve como objetivo analisar a degradação da solução Sillib. Os autores chegaram aos seguintes resultados: as propriedades sensitométricas dos filmes processados no revelador e fixador Sillib a 25°C/1min. foram semelhantes às obtidas pelo revelador Kodak a 20°C/5min., utilizado como padrão. A solução Sillib mostrou-se utilizável até o 28º dia após o início do experimento, pois, a partir do 21º dia, começou a haver uma queda de contraste e sensibilidade, e um aumento de latitude, sinais do início de sua degradação. Estes resultados foram concordantes com a análise subjetiva de 12 examinadores, que não

consideraram as radiografias processadas a partir do 28º dia aceitáveis para finalidade de diagnóstico.

BARATIERI *et al.*¹², em 1984, estudaram a exaustão do revelador e reforçador rápido Kodak utilizando a metodologia da curva característica e análise subjetiva (12 examinadores). Com o objetivo de analisar somente o processo de exaustão, foram realizadas 15 sessões de processamento em um período de 8h, utilizando-se 304 filmes, que foram processados em tanques de 400 ml. Os autores encontraram que o revelador estudado não apresentou uniformidade em sua atividade, pois esta aumentou até o 11º processamento, quando então passou a decrescer, porém sem haver prejuízo na qualidade radiográfica. Houve pequena alteração de pH (de 11,43 para 10,35) e de cor (de amarela para acinzentada).

SILVEIRA *et al.*⁶⁰, em 1986, determinaram o período de degradação da solução Kodak para raios X (líquido concentrado), quando utilizada como revelador convencional (20°C/5min.). Para isto foram construídas curvas características dos filmes processados e análise subjetiva. A solução foi utilizada em tanque plástico com capacidade para 5 litros e tampada quando não estava em uso. A degradação ocorreu 75 dias após o preparo da solução, porém, até o 62º dia de uso, as radiografias processadas apresentaram bons resultados. Houve mudanças no pH (tornou-se mais alcalino) e a cor da solução mudou de verde claro para marrom escuro a partir do 35º dia de experimento.

HEDIN²⁸, em 1989, estudou a degradação de 6 reveladores utilizados em processamento automático, através da mensuração das

densidades e contraste das radiografias de teste processadas e análise subjetiva.

Com o objetivo de minimizar o efeito da exaustão das soluções, foram processados apenas 10 filmes em cada solução. Após 15 dias foi observada uma queda significativa no contraste e densidade das radiografias obtidas devido à oxidação.

MONTEBELO FILHO⁴³, em 1991, pesquisou a degradação das soluções Kodak, prontas para uso, em recipientes de plástico protegidos (tampados quando não utilizados) e de vidro desprotegidos (sempre sem tampas), mediante o processamento de filmes Ektaspeed em caixas de processamento. Foram realizadas análises de densidade óptica, densidade de volume, análise subjetiva, avaliação das alterações de pH e cor, que permitiram as seguintes conclusões: o período médio até a degradação das soluções ficou em 28 dias (33 dias na 1ª etapa e 23 dias na 2ª etapa) para os recipientes de plástico protegidos e em 35 dias (40 dias na 1ª etapa e 30 dias na 2ª etapa) para os recipientes de vidro desprotegidos; o número médio de processamentos ficou em 104 para a solução protegida e em 130 para a desprotegida; pH e cor apresentaram alterações insignificantes; a temperatura não teve influência na degradação da solução; não foi possível detectar as influências do oxigênio e da luz na degradação.

TAMBURUS & PARDINI⁶⁵, em 1992, realizaram um estudo comparativo da atividade redutora de duas soluções de processamento radiográfico (Braff e Sillib), em função do tempo decorrido entre o seu preparo e o período de utilização. Em 12 litros de cada solução foram revelados 20 filmes duplos, em períodos de 0, 15 e 30 dias de intervalo

após seu preparo, e as radiografias obtidas foram analisadas quanto à densidade óptica e contraste. Durante o período estudado, as duas soluções não alteraram de forma significativa a sua atividade redutora.

RIBEIRO & TAVANO⁵², em 1993, avaliaram a exaustão da solução reveladora Ray através do método sensitométrico e observação das alterações de cor, pH e depleção. Foram revelados ininterruptamente 43 filmes, em 50 ml de solução reveladora, quando por volta da 35ª radiografia processada, já existiam sinais visíveis de esgotamento do revelador, o que significou uma perda bastante rápida de sua capacidade de redução. Foi observada uma redução do contraste e aumento dos valores de sensibilidade do início ao fim do experimento. A alteração de pH e a depleção foram pequenas, e a cor da solução tornou-se mais densa.

THUNTHY & WEINBERG⁷², em 1995, estudaram a influência da degradação sobre os filmes Kodak Ektaspeed Plus, Ektaspeed e Ultra-speed em processamento automático, através do estudo de suas propriedades sensitométricas, ao longo de um período de 3 semanas. O filme Ektaspeed Plus manteve mais constantes seus níveis de contraste inerente e latitude durante o período de degradação das soluções, seguido do filme Ultra-speed e Ektaspeed. Quanto aos valores de sensibilidade obtidos, o filme Ektaspeed Plus teve inicialmente os maiores, porém estes decaíram mais rapidamente do que os do filme Ultra-speed. O filme Ektaspeed apresentou o comportamento mais insatisfatório durante o experimento. Os autores ainda concluíram que o efeito máximo da degradação sobre as soluções ocorreu nas duas primeiras semanas, enquanto que na terceira este diminuiu.

SANTOS⁵⁶, em 1996, avaliou a degradação das soluções processadoras Sillib e Kodak, prontas para uso, com filmes Kodak Ektaspeed EP-21, em caixas de processamento, simulando condições de consultório odontológico. As condições testadas foram as seguintes: uso de recipientes de plástico (preto opaco) e em recipientes de vidro (incolor), ambos protegidos e desprotegidos, ou seja, com e sem tampas. Através da análise das densidades ópticas das radiografias obtidas e análise subjetiva, o autor chegou às seguintes conclusões:

- As soluções protegidas tiveram um período de utilização menor que as desprotegidas (27 e 42 dias, respectivamente).
- O número médio de radiografias produzidas, até a degradação das soluções, foi de 150 para as desprotegidas e de 100 para as protegidas.
- Ao longo do experimento não foram observadas alterações na degradação das soluções em função da variação da temperatura, pH ou da iluminação.

PROPOSIÇÃO

5 - PROPOSIÇÃO

Devido à utilização em grande escala das caixas de processamento nos consultórios odontológicos brasileiros, e a importância do estudo da degradação no controle de qualidade radiográfico, consideramos que mais pesquisas devem ser conduzidas a respeito destes assuntos, visto que estão ligados ao interesse do cirurgião dentista de qualquer especialidade, e não apenas daqueles profissionais diretamente vinculados à Radiologia Odontológica.

Com este trabalho, propusemo-nos a estudar, por meio de análises densitométrica e subjetiva, o comportamento das soluções Kodak, prontas para uso, simulando as condições de um consultório odontológico, com os seguintes objetivos:

1 - Avaliar se as condições de armazenamento das soluções de processamento, como exposição à luz, variações de temperatura, contato com o meio ambiente, influem na degradação das mesmas de maneira significativa, analisando o período de utilização das soluções reveladoras até a sua degradação.

2 - Determinar o número de processamentos até a degradação das soluções.

3 - Verificar as variações de pH e temperatura das soluções e a sua influência na degradação das mesmas.

MATERIAIS E MÉTODOS

6 - MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 - MATERIAIS

6.1.1- Filmes

Foram utilizados filmes intra-bucais (figura 1) da marca Kodak, Ektaspeed Plus, EP – 21P, de emulsão nº 3221361213, fabricados pela Eastman Kodak Company, Rochester, USA, classificados quanto à sensibilidade no grupo “E”, que corresponde à faixa de 24-48 roentgens-recíprocos (R^*) e quanto ao tamanho no tipo 1.2, segundo a especificação nº 22 da ADA (American Dental Association). O vencimento era previsto para agosto de 1998, ou seja, um ano após o início do experimento.

6.1.2- Identificadores de filmes

Os filmes foram identificados por letras e números metálicos para filmes intra-bucais, da marca HAWE - NEOS DENTAL – Suisse, adaptados em um dos seus extremos, correspondente à área de exposição direta (figura 1).

As radiografias foram identificadas da seguinte maneira:

1ª fase do experimento – soluções dos frascos recém abertos:

Radiografias A - radiografias processadas na 1ª solução (solução A);

Radiografias B - radiografias processadas na 2ª solução (solução B);

Radiografias D - radiografias processadas na 3ª solução (solução D);

2ª fase do experimento – soluções remanescentes que foram armazenadas:

Radiografias E - radiografias processadas na 1ª solução (solução E, que correspondia aos 200 ml restantes da solução A, que foram armazenados em geladeira);

Radiografias F - radiografias processadas na 2ª solução (solução F, que correspondia aos 200 ml restantes da solução B, que foram armazenados em um local abrigado da luz e sujeito a pequenas variações de temperatura);

Radiografias G - radiografias processadas na 3ª solução (solução G, que correspondia aos 200 ml restantes da solução D, sendo mantidos em um local exposto à iluminação ambiente e a variações de temperatura, recebendo, inclusive, radiação solar);

6.1.3- Escala de densidades

Foi utilizada uma escala de densidades de alumínio, com 4 mm de espessura, tendo parte da sua superfície superposta por 2 mm de chumbo, para a obtenção de uma faixa de densidade base velamento, sendo que um terço do filme não era coberto, permitindo-se assim uma faixa de

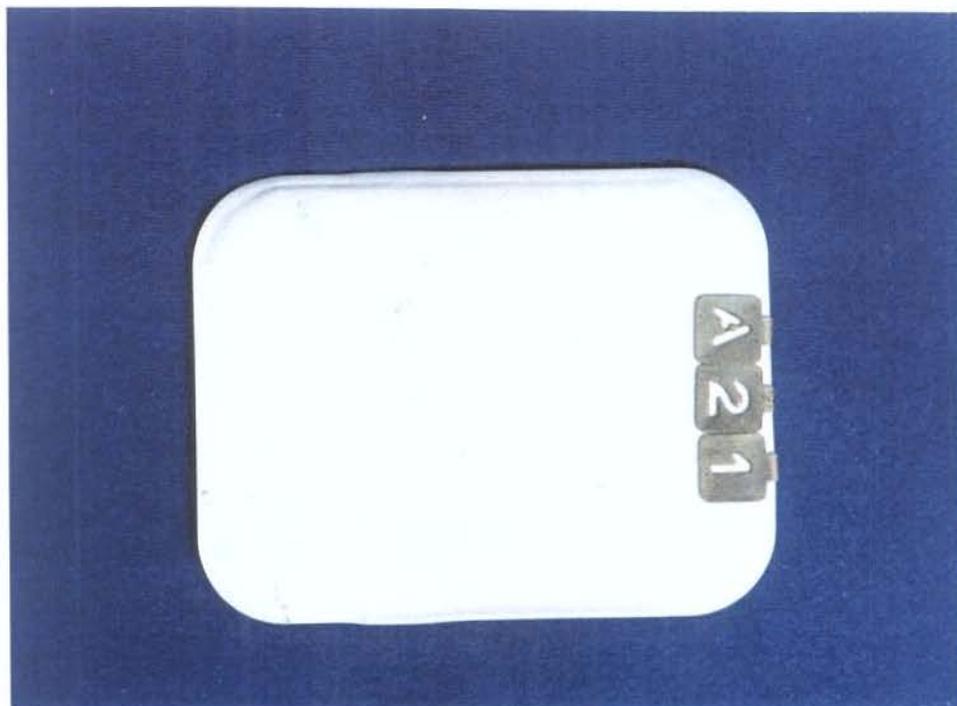
exposição direta, como utilizado por BARATIERI *et al.*¹² (1984), SILVEIRA *et al.*⁶⁰ (1986), BARATIERI *et al.*¹¹ (1988), MONTEBELO FILHO⁴³ (1991) , SANTOS⁵⁶ (1996). Esta escala de densidades apresentava um pedestal de madeira, sobre o qual havia um bloco de espuma rígida. Esta espuma possuía uma depressão para encaixe de um filme periapical. Sobre a depressão, na face frontal da espuma, estava adaptada a lâmina de alumínio e sobre esta, parcialmente a lâmina de chumbo (figura 2).

6.1.4- Simulador

Para a obtenção de radiografias periapicais padronizadas, que pudessem ser utilizadas para análise subjetiva, foi utilizada uma mandíbula incluída em resina acrílica de polimerização lenta, termopolimerizável, da marca Clássico (figura 3), através da qual conseguiu-se a simulação de tecidos moles quanto à absorção dos raios X e emissão de radiação secundária, conforme os trabalhos de ALVARES *et al.*⁹ (1969). Este simulador possuía uma ranhura na superfície lingual da mandíbula, que permitia a adaptação do filme na região de molares, com o seu longo eixo na horizontal, associado a uma pequena escala de densidades, situada sobre a superfície oclusal dos dentes, para posterior leitura densitométrica (figura 4). O simulador de mandíbula foi utilizado de acordo com os trabalhos de BARATIERI *et al.*¹² (1984), SILVEIRA *et al.*⁶⁰ (1986), MONTEBELO FILHO⁴³ (1991) , SANTOS⁵⁶ (1996).

FIGURA 1

Filme periapical identificado para exposição

**FIGURA 2**

Escala de densidades



6.1.5- Feixe de radiação e suas características

Foi utilizado um aparelho de raios X GE (General Electric), modelo 1000, com filtragem total equivalente a 2,5 mm de alumínio, calibrado pelo Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP. Foram aplicados os seguintes fatores:

A) Para a escala de densidades (penetrômetro):

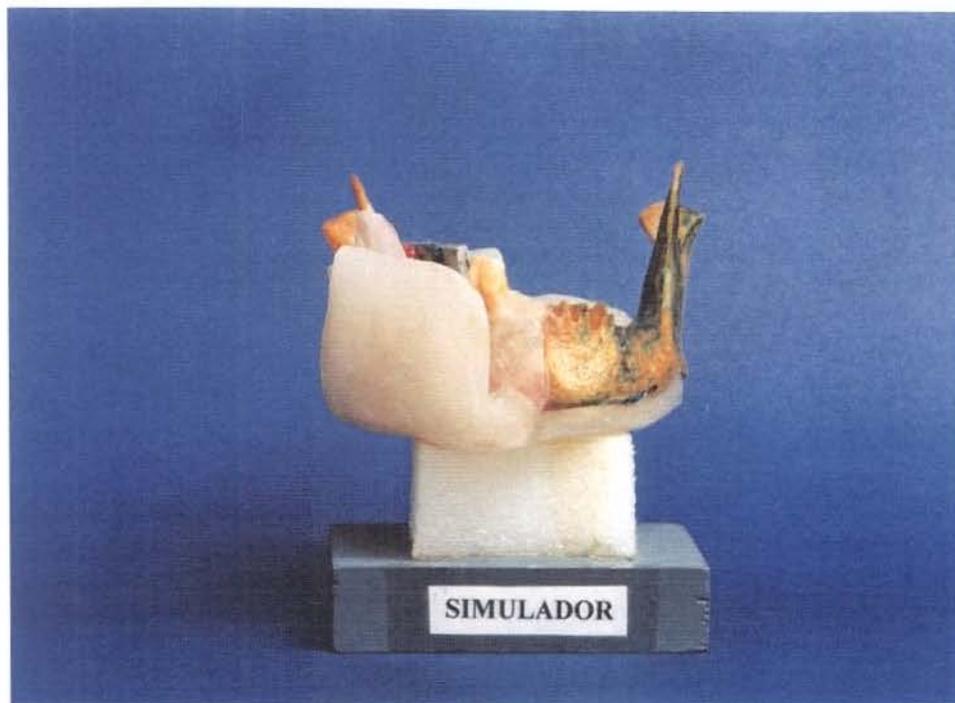
- Tempo de exposição - 60 impulsos (1 segundo);
- Kilovoltagem e miliamperagem - 40 kVp / 15 mA;
- Distância foco/filme – 50 cm;

Esta distância foi conseguida utilizando-se um cilindro localizador de acrílico, de 35 cm, acessório do próprio aparelho GE, que foi encaixado a um dispositivo plástico para direcionamento do feixe de raios X para a técnica do paralelismo (figura 5). Esta distância foi mantida em todas as exposições.

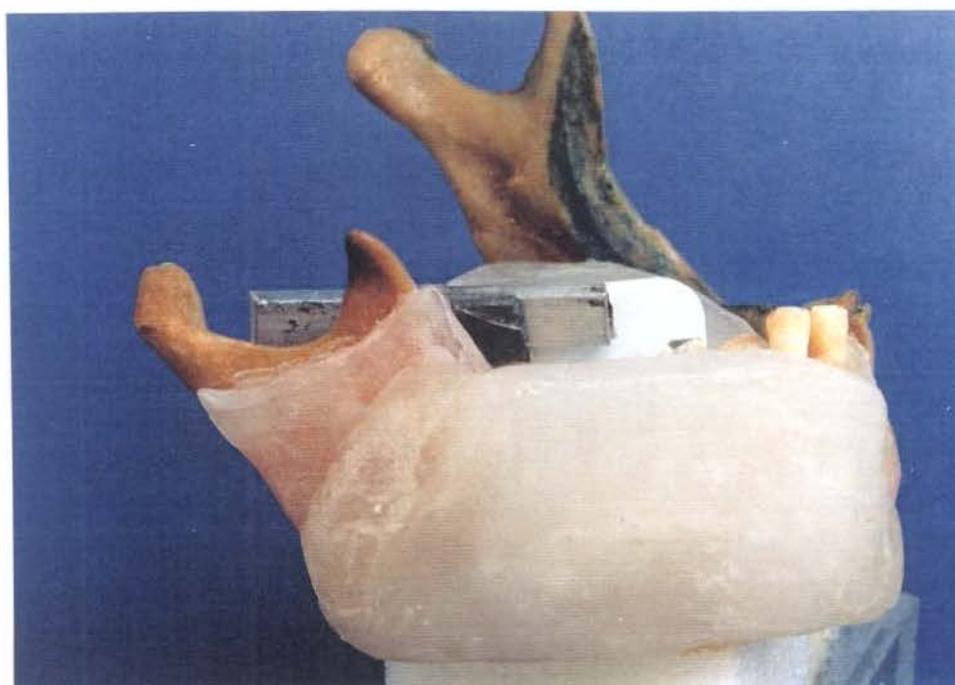
A kilovoltagem foi determinada de acordo com a norma PH 2.9 – 1964 da AMERICAN STANDARD ASSOCIATION¹⁰, que trata da sensitometria de filmes radiográficos, onde recomenda-se que, em se existindo variação da kilovoltagem do aparelho, deve-se utilizar aquela que permita redução da radiação pela metade, ao ser acrescentado 2 mm de alumínio à filtragem inerente do aparelho (camada semi-redutora).

FIGURA 3

Simulador

**FIGURA 4**

Filme posicionado no simulador, na região de molares



B) Para o simulador:

- Tempo de exposição - 15 impulsos (0,25 segundos);
- Kilovoltagem e miliamperagem - 65 kVp / 10 mA;
- Distância foco/filme – 20 cm;

Esta distância foi conseguida com a utilização de um cilindro para técnica periapical da bisettriz, também do aparelho GE (figura 6).

6.1.6- Soluções de Processamento

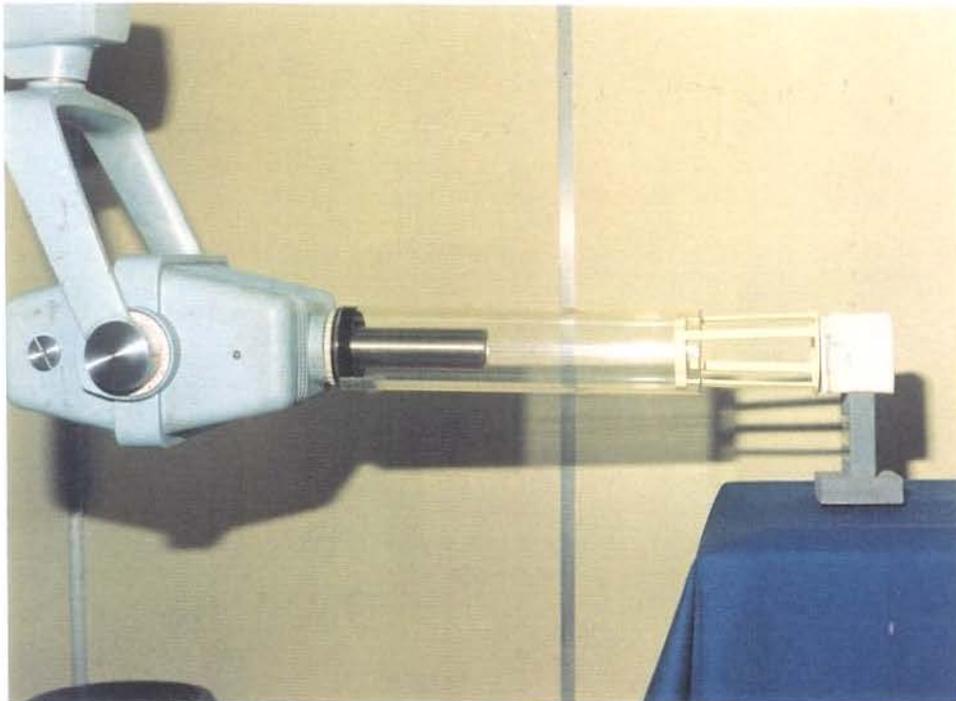
Foram utilizadas neste experimento soluções reveladoras e fixadoras Kodak (Kodak Brasileira Indústria e Comércio LTDA), de mesmo lote, prontas para uso em processamento manual, comercializadas em frascos de 475 ml (figura 7). As soluções foram fabricadas em março de 1997, com vencimento em março de 1999, ou seja, 19 meses após o início do experimento. Os primeiros 200 ml de cada solução foram vertidos nos recipientes pouco antes da sua utilização e o restante foi armazenado em diferentes condições, como descrito anteriormente.

6.1.7- Colgaduras

As colgaduras utilizadas no processamento dos filmes foram as colgaduras individuais (grampos) de aço da marca JON (figura 8).

FIGURA 5

Posicionamento do cilindro para exposição da escala de densidades

**FIGURA 6**

Posicionamento do cilindro para exposição do simulador



6.1.8- Caixas de processamento

Foram utilizadas três caixas de processamento, da marca MPG, fabricadas por Manoel Pereira Gonçalves Indústria e Comércio. O formato deste tipo de caixa é retangular, com 20 cm de altura, 20,5 cm de largura e 32 cm de comprimento. Confeccionada com lâminas de acrílico avermelhado, tendo 3 mm de espessura, apresenta uma tampa de 33 cm de comprimento e 22,5 cm de largura, unida à caixa através de dobradiças, que permitem seus movimentos de abertura e fechamento. Na sua face frontal, apresenta dois orifícios circulares de 10 cm de diâmetro, com duas mangas elásticas pretas, que permitem a colocação dos braços para o manuseio dos filmes no seu interior, evitando a entrada de luz (figura 9).

6.1.9- Recipientes para as soluções

Os recipientes utilizados foram aqueles que pertencem ao conjunto das caixas de processamento, ou seja, recipientes de polietileno (plástico) preto opaco, com capacidade para 200 ml (figura 10).

6.1.10- Termômetro

Para o registro diário da temperatura das soluções foi usado um termômetro de imersão da marca Incoterm (figura 11).

FIGURA 7

Frascos das soluções reveladora e fixadora Kodak

**FIGURA 8**

Colgaduras individuais (grampos) da marca JON



6.1.11- Medidor de pH

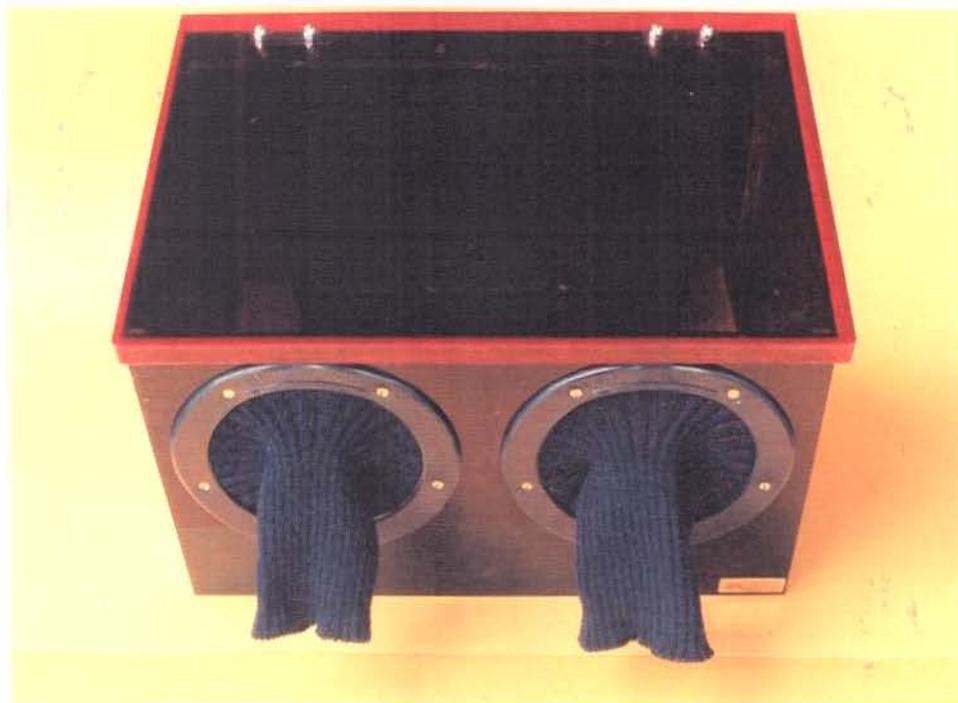
Para a medição do pH das soluções reveladoras e fixadoras foi empregado um aparelho da marca Alphaslab, modelo PA 200, fabricado pela Alphaslab Indústria e Comércio, pertencente à Disciplina de Farmacologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. A estabilização da voltagem foi realizada por um estabilizador automático eletrônico, marca Kron, fabricado pela Kron Indústria Eletro-eletrônica LTDA. A medição foi realizada diretamente nos recipientes dos químicos, sem agitação magnética.

6.1.12- Densitômetro

Para a medição das densidades ópticas das radiografias obtidas dos processamentos, foi empregado um fotodensitômetro da marca M.R.A., calibrado conforme as especificações do fabricante, com abertura de 2 mm para todas as leituras. O registro de cada densidade óptica aparece em valores numéricos em um visor digital (figura 12).

FIGURA 9

Caixa de processamento da marca MPG

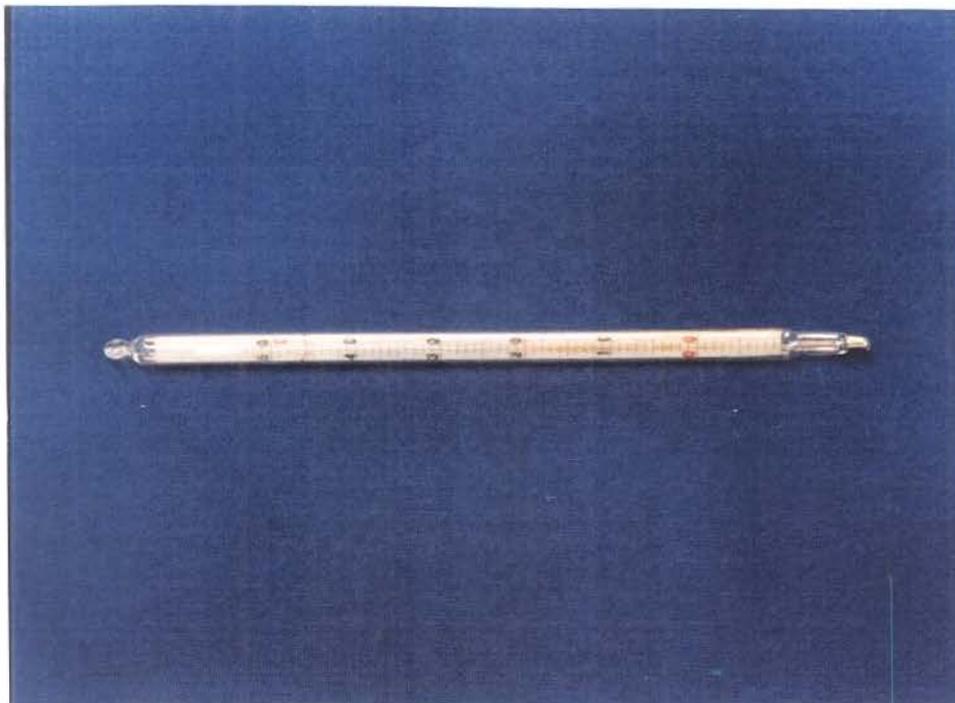
**FIGURA 10**

Recipientes de polietileno para 200 ml de solução

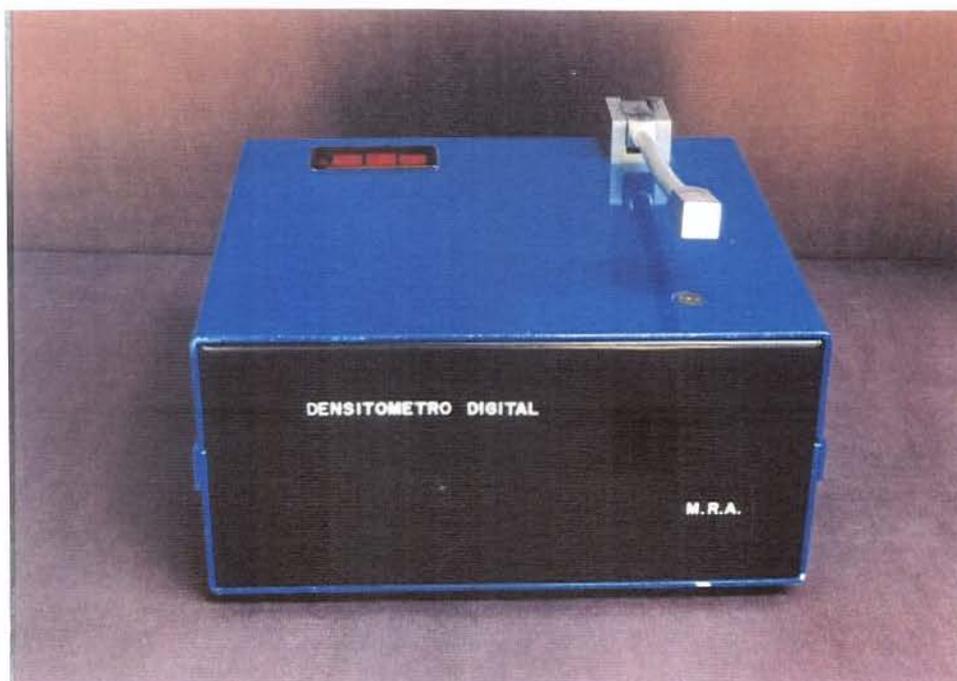


FIGURA 11

Termômetro de imersão da marca Incoterm

**FIGURA 12**

Fotodensitômetro da marca M.R.A.



6.2- MÉTODOS

6.2.1- Exposição dos filmes

Foi exposta uma quantidade suficiente de filmes para simular o número médio de processamentos de um consultório odontológico e possibilitar a avaliação das soluções, desde o primeiro processamento até a sua total degradação. Eram processados diariamente cinco filmes em cada solução; um para análise densitométrica e construção de gráficos, exposto na escala de densidades, e outros quatro para análise subjetiva e densitométrica, expostos no simulador através da técnica periapical da bissetriz.

Os filmes expostos na escala de densidades eram posicionados de tal maneira que um terço ficava sob o alumínio e uma lâmina de chumbo, um terço somente sob o alumínio, e outro terço completamente exposto, o que permitia a obtenção na radiografia processada de três faixas de densidade óptica:

- 1- Faixa de densidade base e velamento (DBV) – área que não recebeu radiação, pois era protegida pelo alumínio mais a lâmina de chumbo, onde foram analisadas somente as alterações promovidas pela atividade das soluções processadoras, e algum velamento devido a imperfeição de filtragem das caixas de processamento; correspondia à faixa de exposição mínima.
- 2- Faixa de alumínio (AL) – Área protegida somente pela lâmina de alumínio; faixa de exposição média.

- 3- Faixa de exposição direta (ED) – Área totalmente exposta, onde a radiação atingia diretamente o filme; faixa de exposição total.

Os filmes expostos no simulador proporcionaram imagens padronizadas para comparação e análise subjetiva durante o desenvolvimento do experimento. A análise subjetiva tinha por objetivo verificar se as radiografias apresentavam imagens com qualidade, ou não, para interpretação. Na superfície oclusal dos dentes era posicionado uma pequena escala de densidades, com a finalidade de fornecer também faixas de exposição total, intermediária e mínima, para posterior leitura densitométrica e construção de gráficos.

Como explicado anteriormente, a identificação dos filmes foi realizada com letras e números metálicos aderidos à face sensível dos mesmos, localizados na faixa de exposição direta. As letras indicavam as soluções que eram testadas, e os números a ordem em que os filmes eram processados.

6.2.2- Processamento dos filmes

Para a simulação das condições de consultório odontológico, três caixas de processamento foram posicionadas lado a lado em uma sala que recebia iluminação de lâmpadas fluorescentes.

O experimento foi realizado em duas etapas. Na 1ª etapa, os frascos das soluções de processamento A, B e D foram abertos e vertidos 200 ml de revelador e 200 ml de fixador nos seus respectivos recipientes, em cada uma das três caixas de processamento, pouco antes do início do

experimento, onde permaneceram até sua completa inatividade química. O restante de cada frasco foi armazenado sob condições diferentes, para ser utilizado na segunda etapa. Como foi aplicado o método temperatura/tempo, antes do processamento dos filmes do dia era anotada a temperatura do revelador, água e fixador de cada uma das três caixas de processamento. Então, consultava-se uma tabela de temperatura/tempo, e era estabelecido o tempo de revelação. Iniciava-se assim o processamento de cinco filmes em cada caixa, ou seja, um da escala de densidades e quatro do simulador. Os filmes permaneciam no revelador, sem agitação, durante o tempo determinado previamente, depois eram imersos e agitados na água durante 20 segundos e posteriormente mergulhados no fixador, permanecendo por 10 minutos sem agitação. Após eram lavados em água corrente, sob uma torneira, por 10 minutos e a secagem feita na secadora da clínica radiológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. A água do recipiente intermediário era substituída a cada processamento.

Após a inatividade dos primeiros 200 ml de cada solução (A,B,D), estas foram descartadas, os seus recipientes lavados abundantemente e então foram vertidos os 200 ml remanescentes, que haviam sido armazenados sob diferentes condições. A partir daí, ou seja, 37 dias após o início do experimento, começou a ser executada a segunda etapa, onde foram realizados os mesmos procedimentos da 1ª etapa, até a completa degradação destas soluções.

Durante as duas fases do experimento, os recipientes eram mantidos sem suas tampas durante o dia, das 8 h às 17 h e 30 min., sendo após protegidos até o dia seguinte, quando então se repetiria o processo.

6.2.3- Leituras do pH

As leituras do pH eram realizadas semanalmente e os valores registrados para posterior análise. O aparelho medidor de pH era ligado 30 minutos antes da realização das leituras, com objetivo de estabilização, sendo logo após calibrado mediante a utilização de soluções-padrão de pH conhecidos “4” e “7”. Calibrado o aparelho, o sensor era mergulhado na solução que seria medida, permanecendo por 1 minuto, quando então registrava-se o valor que era apresentado no visor digital. Entre a medição do pH de uma solução e outra, o sensor era lavado com água destilada em abundância, para evitar qualquer contaminação e interferência no resultado seguinte.

Em todas as medições tomou-se o cuidado de impedir que o sensor tocasse as paredes ou fundo dos recipientes, ou, ainda, que ficasse parcialmente mergulhado, o que poderia prejudicar a leitura. Ao término da medição, o sensor era lavado em água destilada e mergulhado em solução neutra, onde permaneceria até a próxima utilização.

6.2.4- Leituras no fotodensitômetro

Foram realizadas leituras densitométricas de todas as radiografias do experimento, ou seja, tanto aquelas da escala de densidades, quanto as do simulador. As radiografias da escala de densidades receberam 20 leituras em cada uma das três faixas: densidade base e velamento, alumínio e exposição direta. Cada valor foi anotado e posteriormente obteve-se a média para cada faixa, o que permitiu a construção de gráficos comparativos. Em cada radiografia da escala de densidades foi realizada leitura densitométrica em 60 pontos aleatórios.

Nas radiografias do simulador, foram realizadas 5 leituras aleatórias em cada uma das três faixas, cujos valores também foram registrados, com posterior obtenção de médias e construção de gráficos comparativos.

6.2.5 – Análise estatística

O experimento consistiu em se estudar o comportamento de 3 frascos da mesma solução, armazenados em ambientes diferentes.

O principal fator em estudo foi a diferença, ou não, entre as duas etapas estudadas:

- entre soluções provenientes do mesmo frasco: A vs E; B vs F; D vs G.

Também procurou-se observar se havia diferenças entre as duas etapas:

- entre soluções dos três frascos: ABD vs EFG;

e medidas as variáveis:

- densidade base e velamento (DBV);

- alumínio (AL);

- exposição direta (ED);

tomadas na escala de densidades e no simulador.

Foram tomadas como complemento as variáveis:

- temperatura;

- pH;

medidas no revelador e no fixador.

As hipóteses iniciais eram:

- existe diferença entre as duas etapas, em solução proveniente do mesmo frasco;

- existe diferença entre as duas etapas, no geral.

Para comparação das médias destes fatores, foi utilizada a estatística t para duas amostras com variâncias desconhecidas, mas supostas equivalentes, cuja expressão é dada por:

$$t_{obs} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_c \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t_{\{\alpha; (n_1+n_2-2)gl\}}$$

onde:

\bar{x}_1 e \bar{x}_2 são as médias da amostra 1 e 2, respectivamente (por exemplo, soluções A vs E);

n_1 e n_2 representam, respectivamente, o tamanho da amostra 1 e o tamanho da amostra 2 (número de observações);

$t_{\{\alpha; (n_1+n_2-2)gl\}}$ é o valor tabelado, a um nível α de significância (erro) e n_1+n_2-2 graus de liberdade;

S_c é o desvio padrão comum entre as amostras:

$$S_c = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

s_1^2 e s_2^2 são, respectivamente, as variâncias estimadas da amostra 1 e da amostra 2.

Assim, se $t_{obs} > t_{tab}$ considera-se a diferença entre as duas médias como significativa. Consideraram-se os níveis de significância de 1% e 5% ($\alpha \leq 0,01$ e $\alpha \leq 0,05$, respectivamente).

RESULTADOS

7 – RESULTADOS

Os resultados obtidos de cada solução testada estão apresentados neste capítulo na ordem em que ocorreu o experimento, ou seja, resultados em seqüência dos testes das soluções A, B, D, correspondentes a primeira fase do experimento e dos testes dos remanescentes destas soluções, que foram armazenados sob diferentes condições (soluções E, F, G), correspondentes a segunda fase do experimento.

Para cada solução testada foram construídos quadros e gráficos, com o objetivo de facilitar a avaliação do comportamento destas ao longo do experimento. Nos quadros, encontram-se registrados os seguintes dados: dias, datas, seqüência de processamentos, temperatura das soluções e seus respectivos tempos de processamento, pH, densidades ópticas das radiografias obtidas da escala de densidades e densidades ópticas das radiografias do simulador.

Os dias registrados referem-se ao período em que o experimento foi desenvolvido, indicando o dia em que cada grupo de cinco filmes foi processado, desde o 1º dia de processamento até a total degradação da solução testada, representada pelo último número da coluna. Os intervalos na numeração representam sábados, domingos e feriados, dias estes em que não se realizava processamentos, simulando-se assim as condições de um consultório odontológico, com funcionamento apenas em horários comerciais.

As datas registradas na segunda coluna indicam dia, mês e ano dos processamentos realizados.

A seqüência apresentada na terceira coluna refere-se à ordem em que as radiografias da escala de densidades ocupavam no grupo de cinco filmes, pois a cada dia, em cada solução, eram processados cinco filmes, um da escala de densidades e quatro do simulador.

As temperaturas do revelador, água e fixador de cada solução e os tempos de processamento também foram anotados diariamente antes de cada processamento e estão registrados nos quadros.

O pH das soluções foi medido semanalmente e seus valores também estão representados nos quadros de dados.

As radiografias da escala de densidades apresentavam três faixas de densidades ópticas: Densidade Base e Velamento (DBV), Alumínio (AL) e Exposição Direta (ED). Os valores contidos nos quadros e gráficos correspondem à média de vinte leituras realizadas em cada faixa.

As radiografias do simulador além de permitirem análise clínica qualitativa (análise subjetiva), também apresentavam três faixas de densidades ópticas, DBV, AL e ED, proporcionando assim valores numéricos de densidades ópticas, que possibilitaram a construção de gráficos comparativos. Os valores registrados correspondem à média das quatro radiografias do grupo para a mesma faixa. Foram realizadas cinco leituras em cada faixa de cada radiografia, portanto a média é resultado de vinte leituras.

Para cada solução testada, foram construídos gráficos com as médias das densidades ópticas das radiografias da escala de densidades e das radiografias do simulador.

Após foram construídos gráficos com as médias de densidades dos seguintes dias de cada experimento:

- Primeiro dia de processamento;
- Dia em que as soluções ainda apresentavam atividade, antes do início de uma diminuição acentuada;
- Dia após a queda acentuada da atividade;
- Último dia de processamento.

As figuras 13 a 24 ilustram tanto as radiografias obtidas da escala de densidades, como as do simulador, nestes quatro momentos distintos de cada solução.

7.1 – RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS REALIZADOS NA SOLUÇÃO A:

Todos os dados do experimento com a solução A encontram-se registrados no quadro 1. Foram processados 130 filmes em um período de 36 dias.

As médias das 3 faixas de densidades ópticas das radiografias da escala de densidades (penetrômetro), DBV, AL e ED, estão representadas no gráfico 1. As médias para a faixa de DBV apresentaram-se uniformes até o processamento 106º, quando então tiveram uma pequena queda até o final do experimento. As médias para a faixa de AL decresceram de maneira bastante discreta e uniforme até o 96º processamento, a partir daí diminuíram acentuadamente. Da mesma forma, as densidades da faixa de ED caíram de modo gradual até o 96º processamento, quando, então, tiveram uma diminuição bem mais acentuada até alcançarem as médias de AL e DBV.

As médias das densidades ópticas das radiografias do simulador estão representadas no gráfico 2, que mostra um comportamento semelhante às radiografias da escala de densidades.

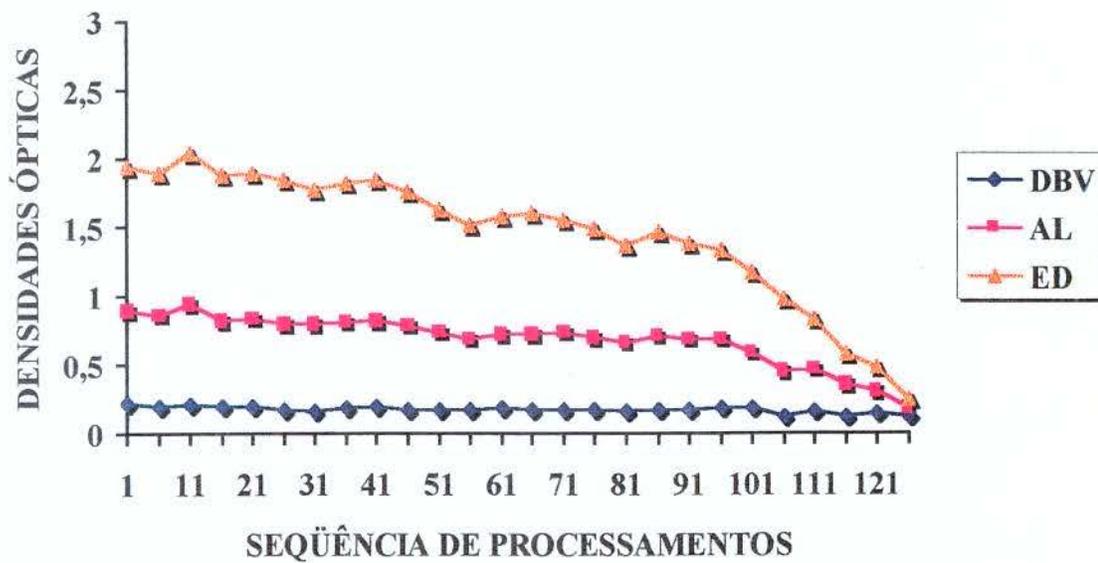
O gráfico 3 representa as médias das 3 faixas de densidades, tanto das radiografias da escala de densidades, quanto as do simulador, com o objetivo de facilitar uma análise comparativa.

QUADRO 1
Dados obtidos com os processamentos realizados na Solução A

Dias	Data	Sequência	Temperatura das Soluções			Tempo de processamento			pH		Densidade Óptica ESCALA DE DENSIDADES			Densidade Óptica SIMULADOR		
			Rev	Água	Fix	Rev	Água	Fix	Rev	Fix	DBV	AL	ED	DBV	AL	ED
1	25/08/97	1	21,5	21	21,5	4'	20''	10'	10,19	4,49	0,222	0,886	1,937	0,241	1,638	2,492
2	26/08/97	6	21	21	21	4'	20''	10'			0,192	0,856	1,886	0,243	1,594	2,462
3	27/08/97	11	21	21	21	4'	20''	10'			0,212	0,934	2,035	0,238	1,593	2,495
4	28/08/97	16	21	22	21	4'	20''	10'			0,19	0,821	1,874	0,228	1,583	2,481
5	29/08/97	21	22	22	22	4'	20''	10'			0,198	0,829	1,890	0,24	1,568	2,438
8	01/09/97	26	23	23	23	3,5'	20''	10'	10,67	4,56	0,167	0,796	1,842	0,225	1,55	2,380
9	02/09/97	31	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,157	0,79	1,767	0,216	1,519	2,381
10	03/09/97	36	23,5	23,5	23,5	3,5'	20''	10'			0,184	0,807	1,814	0,216	1,455	2,276
11	04/09/97	41	23	24	23	3,5'	20''	10'			0,199	0,816	1,847	0,230	1,514	2,476
12	05/09/97	46	24	24	24	3'	20''	10'			0,165	0,775	1,751	0,220	1,425	2,338
15	08/09/97	51	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,64	4,66	0,168	0,728	1,622	0,203	1,450	2,272
16	09/09/97	56	24	24	24	3'	20''	10'			0,168	0,683	1,518	0,215	1,325	2,074
17	10/09/97	61	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,184	0,717	1,577	0,218	1,327	2,069
18	11/09/97	66	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,173	0,724	1,595	0,21	1,353	2,066
19	12/09/97	71	25	24,5	25	2,5'	20''	10'			0,176	0,73	1,554	0,20	1,277	1,934
22	15/09/97	76	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,56	4,68	0,169	0,70	1,485	0,217	1,256	1,90
23	16/09/97	81	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,162	0,656	1,363	0,197	1,169	1,777
24	17/09/97	86	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,172	0,707	1,459	0,202	1,184	1,818
25	18/09/97	91	24	24	24	3'	20''	10'			0,166	0,687	1,38	0,199	1,135	1,725
26	19/09/97	96	24	24	24	3'	20''	10'			0,181	0,679	1,325	0,212	1,121	1,671
29	22/09/97	101	22	22,5	22	4'	20''	10'	10,75	4,69	0,184	0,589	1,176	0,202	1,030	1,570
30	23/09/97	106	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,124	0,449	0,981	0,183	0,869	1,322
31	24/09/97	111	24	24	24	3'	20''	10'			0,154	0,459	0,832	0,171	0,686	0,971
32	25/09/97	116	24	24	24	3'	20''	10'			0,12	0,35	0,576	0,142	0,49	0,658
33	26/09/97	121	24	24	24	3'	20''	10'			0,141	0,306	0,47	0,15	0,423	0,515
36	29/09/97	126	24	24	24	3'	20''	10'	9,97	4,68	0,118	0,185	0,238	0,127	0,220	0,259

GRÁFICO 1

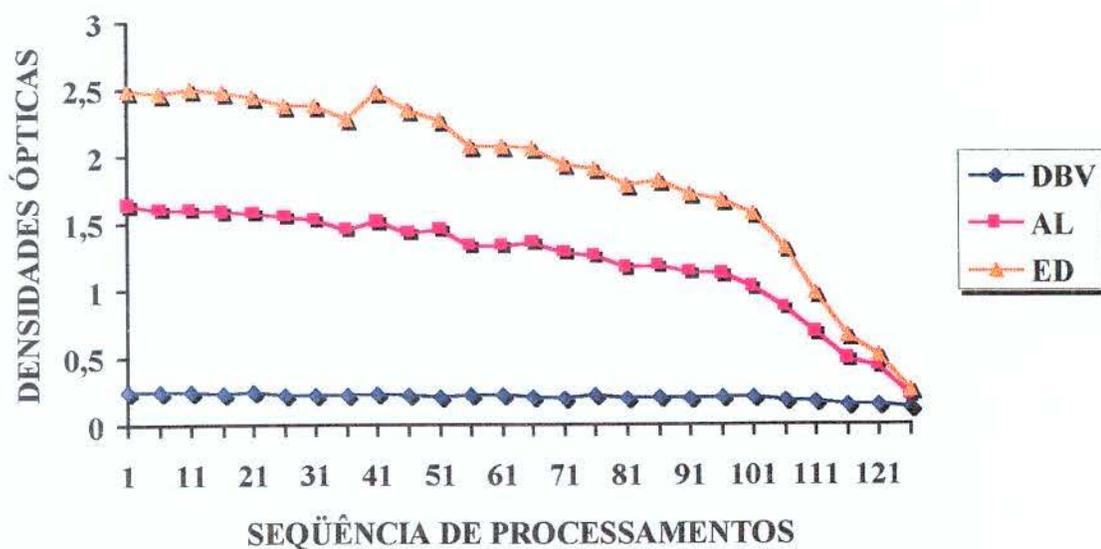
SOLUÇÃO A - ESCALA DE DENSIDADES



Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução A

GRÁFICO 2

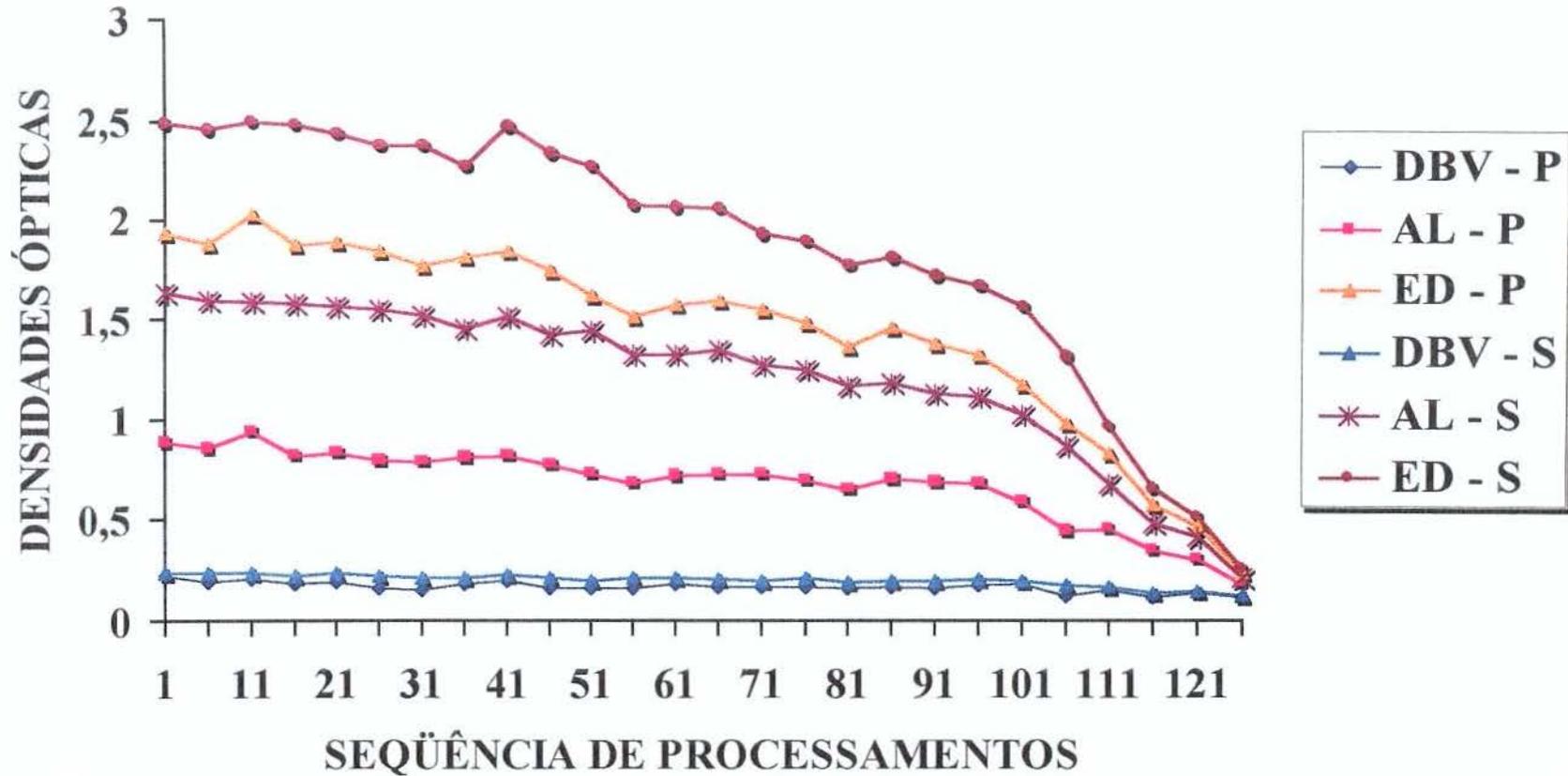
SOLUÇÃO A - SIMULADOR



Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução A

GRÁFICO 3

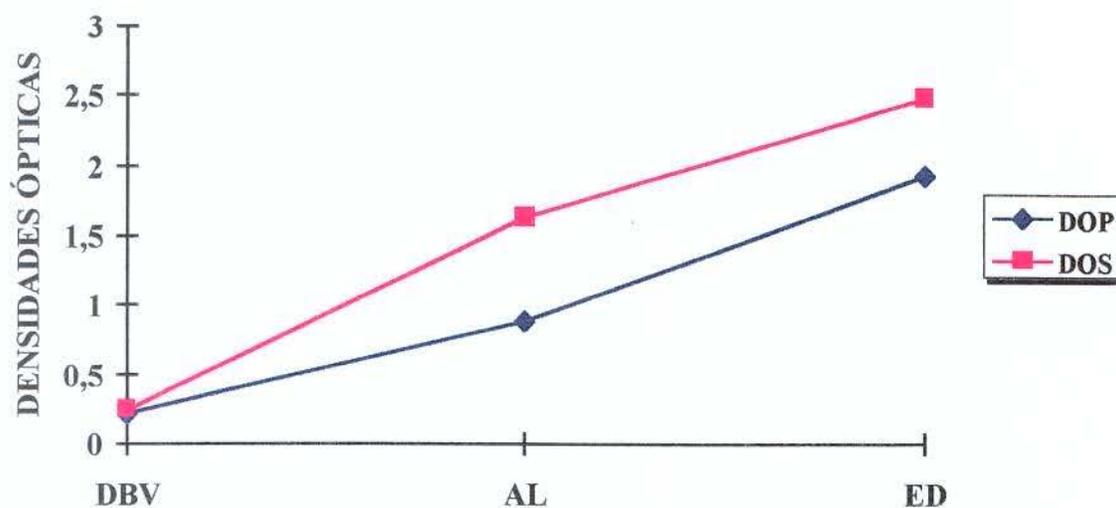
SOLUÇÃO A - ESCALA DE DENSIDADES + SIMULADOR



Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades (penetrômetro- P) e simulador (S), processadas na solução A

GRÁFICO 4

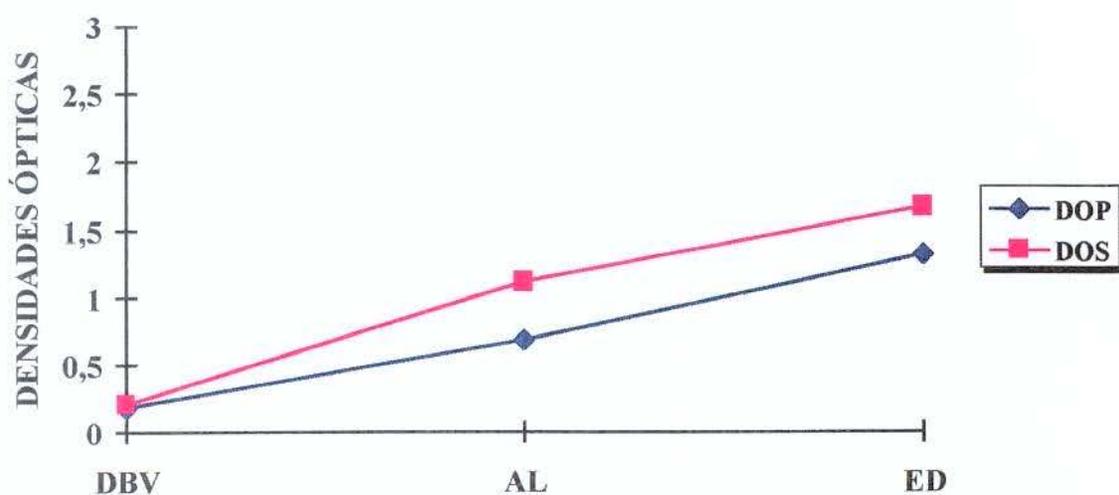
SOLUÇÃO A - RADIOGRAFIAS 01 A 05



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 1º dia

GRÁFICO 5

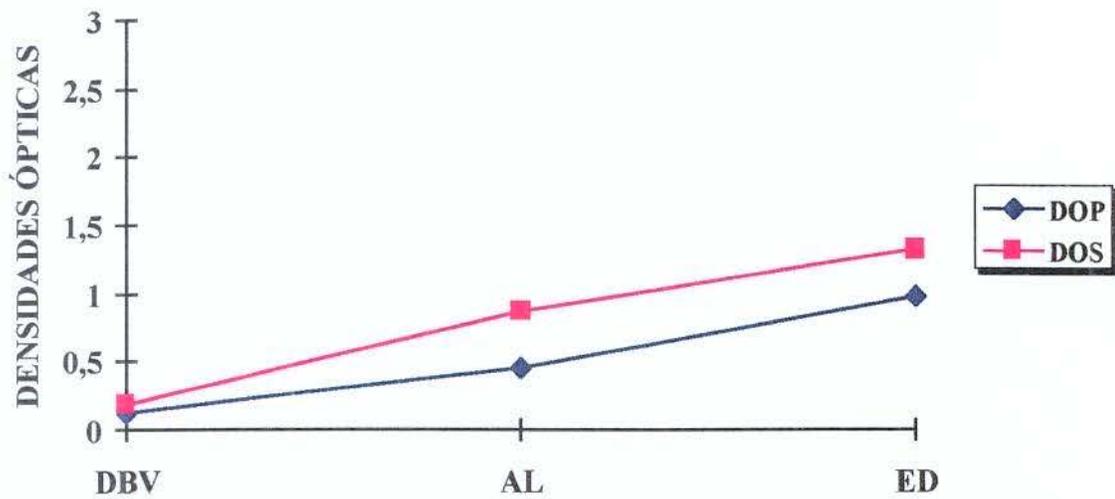
SOLUÇÃO A - RADIOGRAFIAS 96 A 100



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 26º dia

GRÁFICO 6

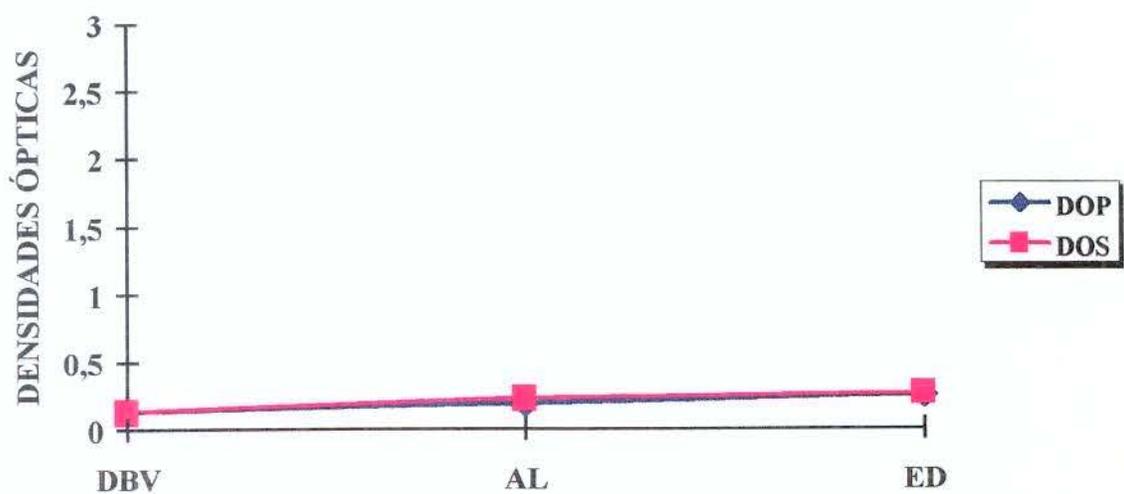
SOLUÇÃO A - RADIOGRAFIAS 106 A 110



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 30º dia

GRÁFICO 7

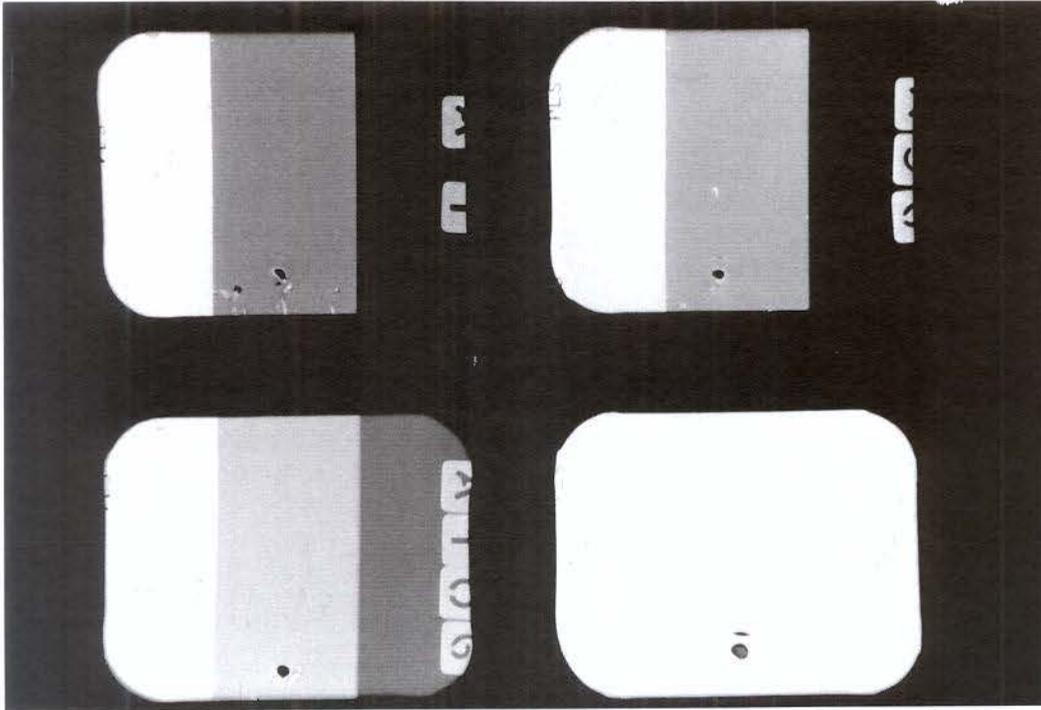
SOLUÇÃO A - RADIOGRAFIAS 126 A 130



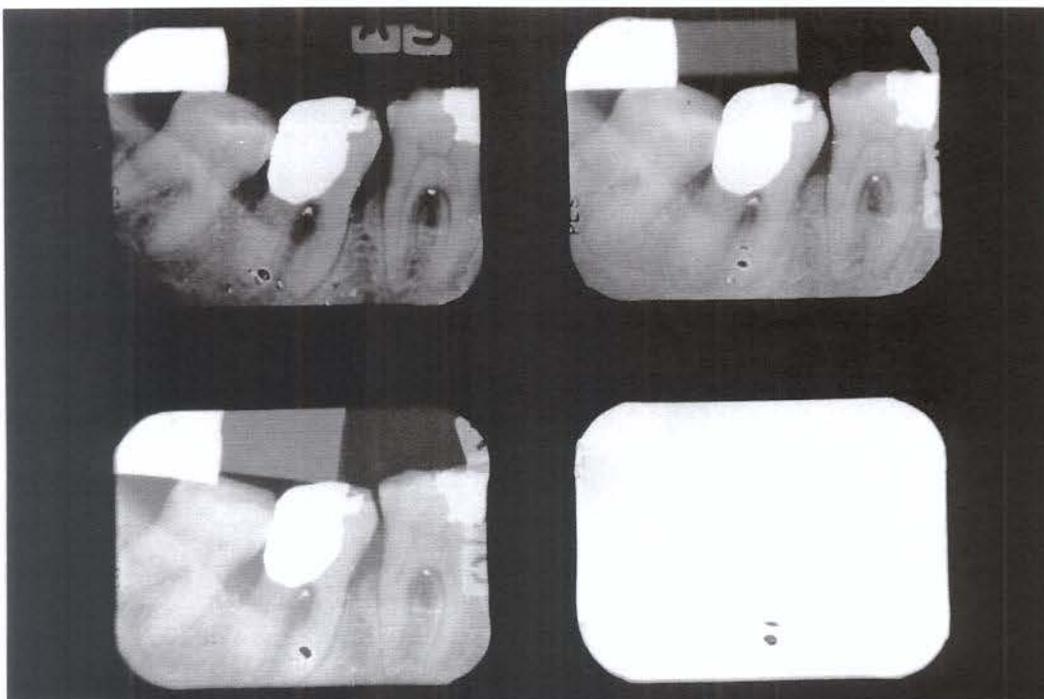
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução A no 36º dia

FIGURA 13

Radiografias da escala de densidades processadas na solução A: nº1 (superior esquerda), nº 96 (superior direita), nº106 (inferior esquerda), nº126 (inferior direita)

**FIGURA 14**

Radiografias do simulador processadas na solução A: nº5 (superior esquerda), nº 100 (superior direita), nº110 (inferior esquerda), nº130 (inferior direita)



7.2 – RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS REALIZADOS NA SOLUÇÃO B:

Todos os dados do experimento com a solução B encontram-se registrados no quadro 2. Foram processados 120 filmes em um período de 32 dias.

As médias das 3 faixas de densidades ópticas das radiografias da escala de densidades, DBV, AL e ED, estão representadas no gráfico 8. As médias para a faixa de DBV apresentaram-se uniformes até o processamento 101°, então tiveram uma pequena queda até o final do experimento. As médias para a faixa de AL decresceram discretamente até o 96° processamento, quando diminuíram de um modo mais acentuado. Da mesma forma, as densidades da faixa de ED caíram gradualmente até o 96° processamento, a partir daí sofreram uma diminuição bem mais acentuada, alcançando as médias de AL e DBV.

As médias das densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador estão representadas no gráfico 9, que mostra um comportamento semelhante às radiografias da escala de densidades.

O gráfico 10 representa as médias das 3 faixas de densidades, tanto das radiografias da escala de densidades quanto as do simulador, com o objetivo de facilitar uma análise comparativa.

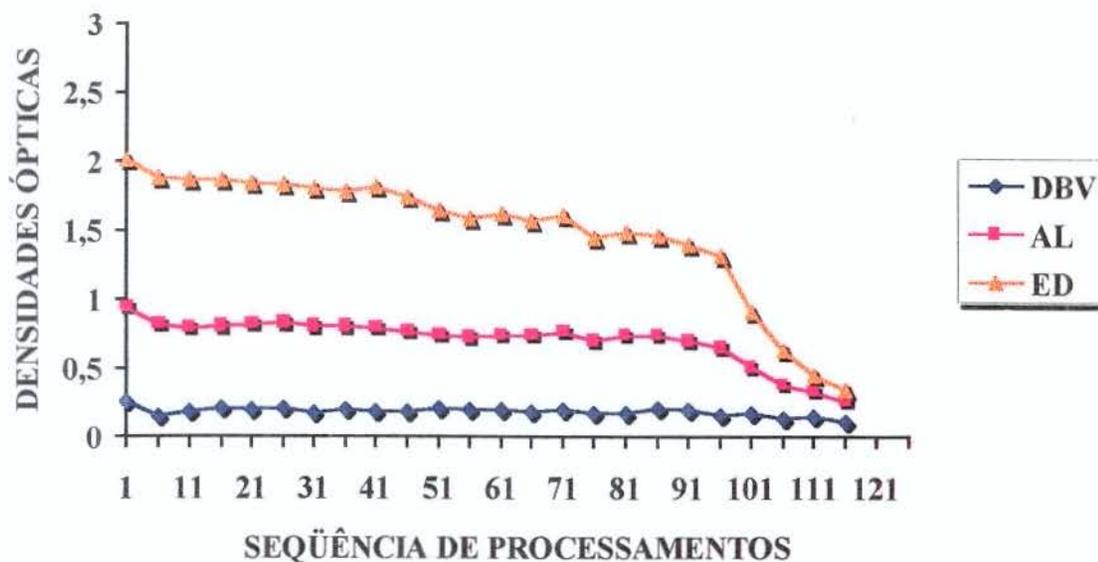
QUADRO 2

Dados obtidos com os processamentos realizados na Solução B

Dias	Data	Sequência	Temperatura das Soluções			Tempo de processamento			pH		Densidade Óptica ESCALA DE DENSIDADES			Densidade Óptica SIMULADOR		
			Rev	Água	Fix	Rev	Água	Fix	Rev	Fix	DBV	AL	ED	DBV	AL	ED
1	25/08/97	1	21,5	21	21,5	4'	20''	10'	10,20	4,50	0,251	0,945	2,011	0,246	1,621	2,492
2	26/08/97	6	21	21	21	4'	20''	10'			0,147	0,823	1,877	0,229	1,605	2,507
3	27/08/97	11	21	21	21	4'	20''	10'			0,188	0,789	1,860	0,229	1,551	2,432
4	28/08/97	16	21	22	21	4'	20''	10'			0,207	0,801	1,864	0,228	1,605	2,524
5	29/08/97	21	22	22	22	4'	20''	10'			0,190	0,815	1,845	0,22	1,579	2,475
8	01/09/97	26	23	23	23	3,5'	20''	10'	10,70	4,56	0,202	0,826	1,827	0,210	1,436	2,260
9	02/09/97	31	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,176	0,804	1,809	0,227	1,440	2,273
10	03/09/97	36	23,5	23,5	24	3,5'	20''	10'			0,201	0,805	1,777	0,225	1,468	2,259
11	04/09/97	41	23	24	23	3,5'	20''	10'			0,179	0,795	1,819	0,234	1,495	2,444
12	05/09/97	46	24	24	24	3'	20''	10'			0,184	0,773	1,749	0,228	1,425	2,313
15	08/09/97	51	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,60	4,60	0,207	0,749	1,642	0,207	1,39	2,212
16	09/09/97	56	24	24	24	3'	20''	10'			0,196	0,728	1,591	0,197	1,324	2,078
17	10/09/97	61	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,201	0,746	1,616	0,229	1,417	2,189
18	11/09/97	66	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,179	0,742	1,576	0,226	1,356	2,048
19	12/09/97	71	25	24,5	25	2,5'	20''	10'			0,197	0,766	1,606	0,204	1,309	1,994
22	15/09/97	76	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,63	4,65	0,176	0,705	1,449	0,203	1,198	1,822
23	16/09/97	81	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,168	0,738	1,493	0,218	1,198	1,777
24	17/09/97	86	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,202	0,748	1,467	0,207	1,132	1,722
25	18/09/97	91	24	24	24	3'	20''	10'			0,190	0,702	1,402	0,206	1,084	1,639
26	19/09/97	96	24	24	24	3'	20''	10'			0,163	0,657	1,312	0,207	1,031	1,553
29	22/09/97	101	22,5	22,5	22,5	4'	20''	10'	10,87	4,66	0,175	0,513	0,918	0,175	0,762	1,098
30	23/09/97	106	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,138	0,381	0,635	0,157	0,508	0,684
31	24/09/97	111	24	24	24	3'	20''	10'			0,144	0,324	0,456	0,136	0,408	0,505
32	25/09/97	116	24	24	24	3'	20''	10'			0,106	0,259	0,341	0,141	0,328	0,402

GRÁFICO 8

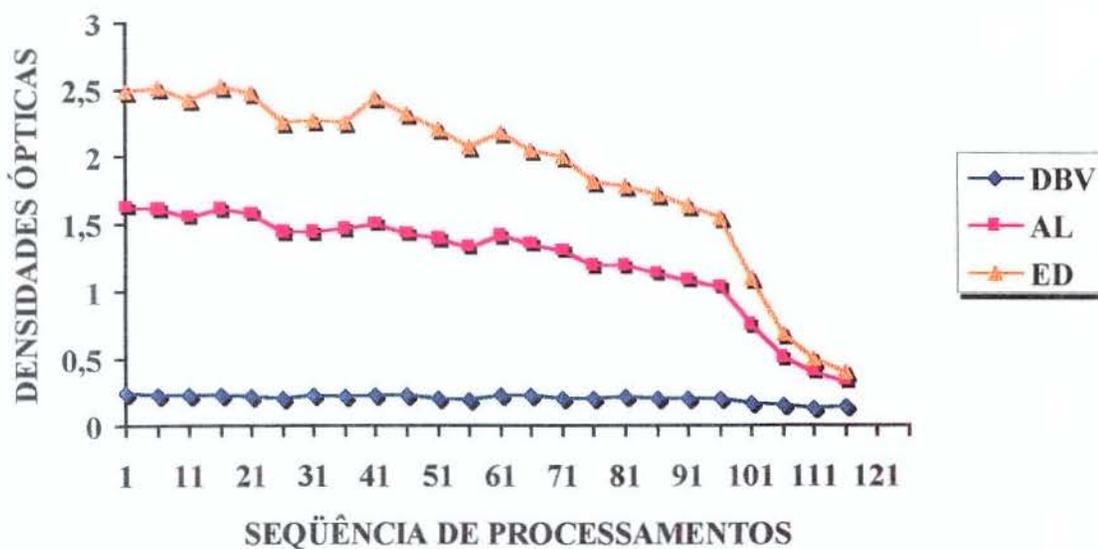
SOLUÇÃO B - ESCALA DE DENSIDADES



Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução B

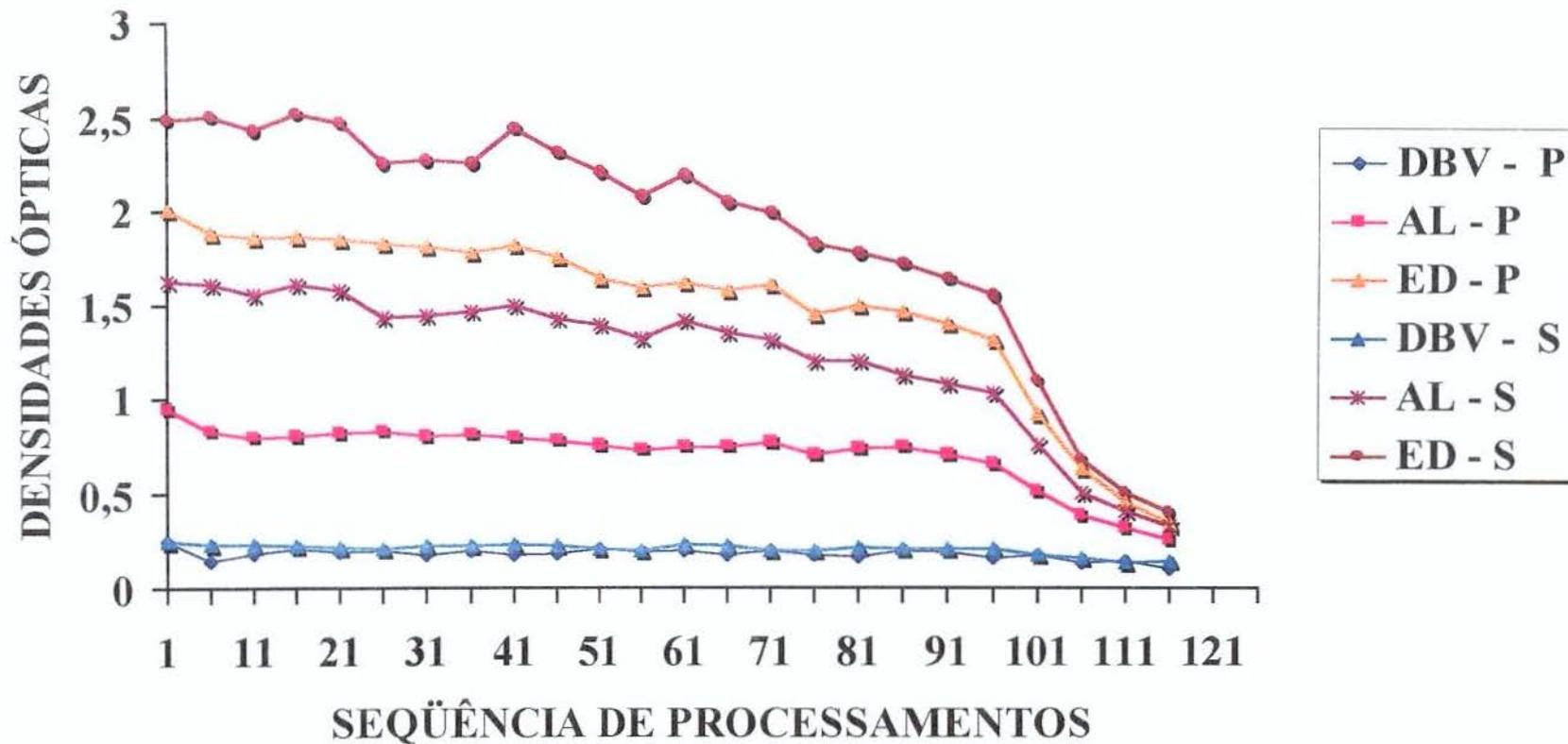
GRÁFICO 9

SOLUÇÃO B - SIMULADOR



Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução B

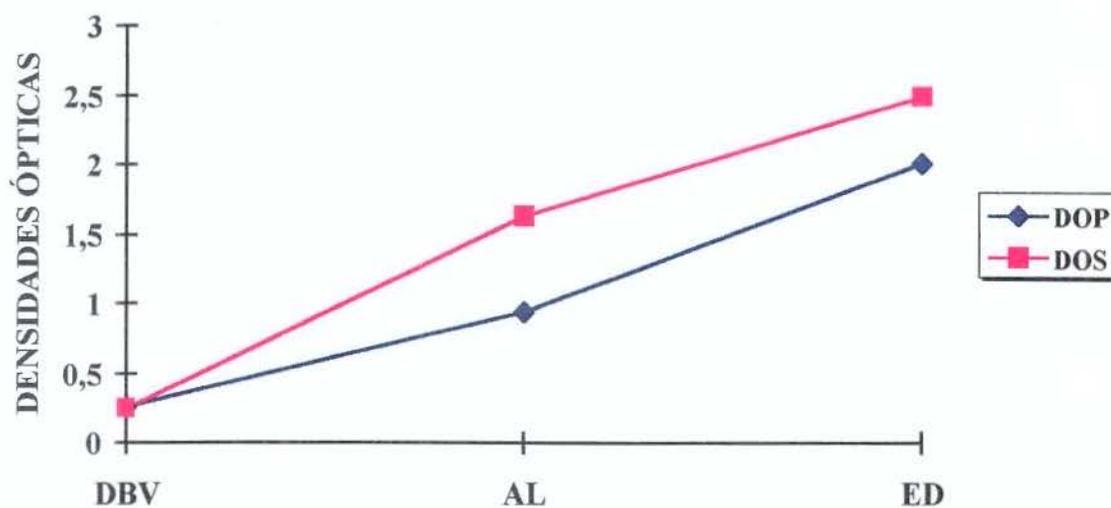
GRÁFICO 10
SOLUÇÃO B - ESCALA DE DENSIDADES + SIMULADOR



Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades (penetrômetro- P) e simulador (S), processadas na solução B

GRÁFICO 11

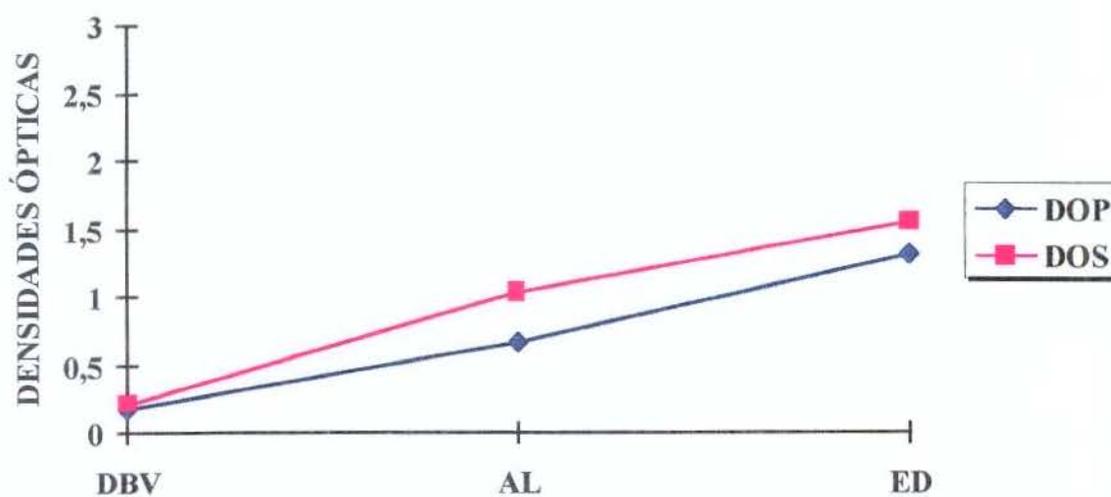
SOLUÇÃO B - RADIOGRAFIAS 01 A 05



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 1º dia

GRÁFICO 12

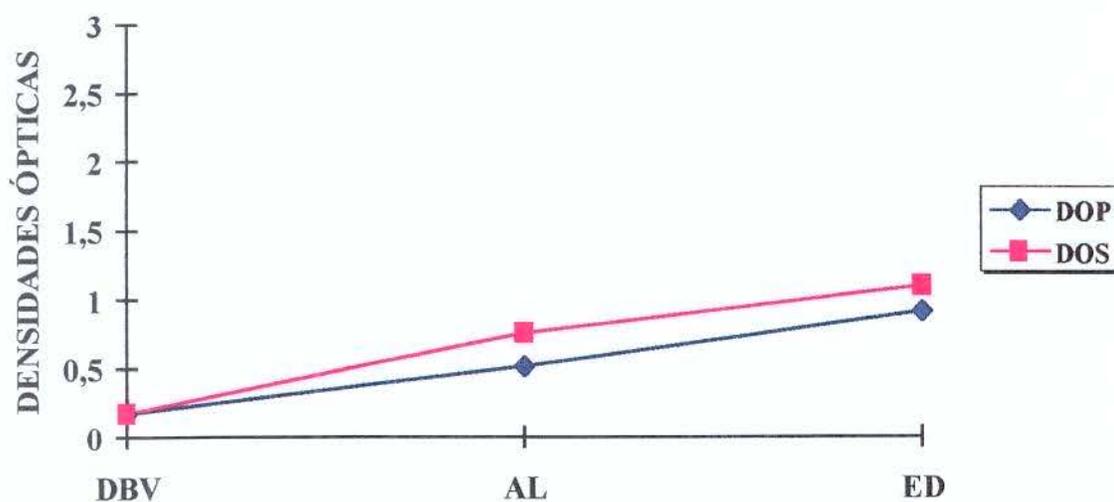
SOLUÇÃO B - RADIOGRAFIAS 96 A 100



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 26º dia

GRÁFICO 13

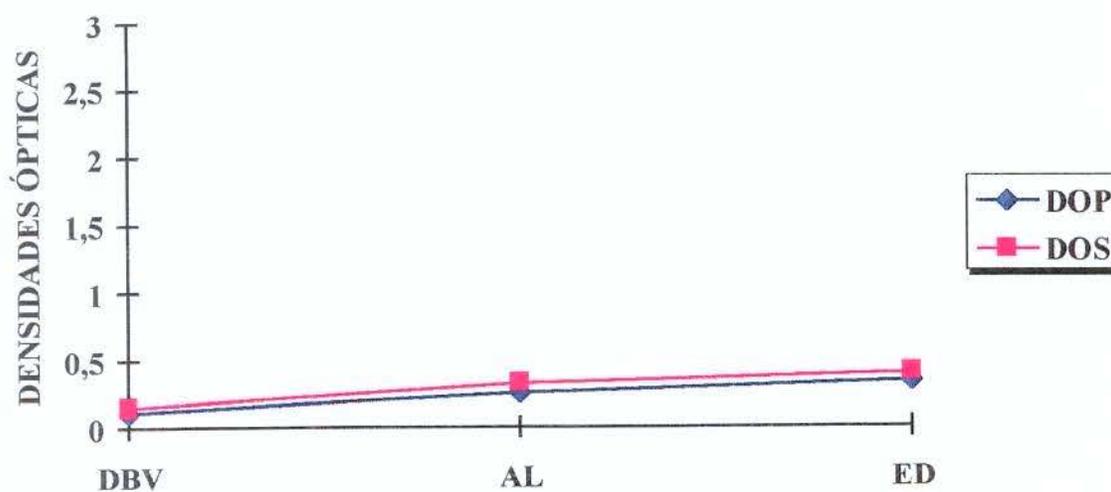
SOLUÇÃO B - RADIOGRAFIAS 101 A 105



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 29º dia

GRÁFICO 14

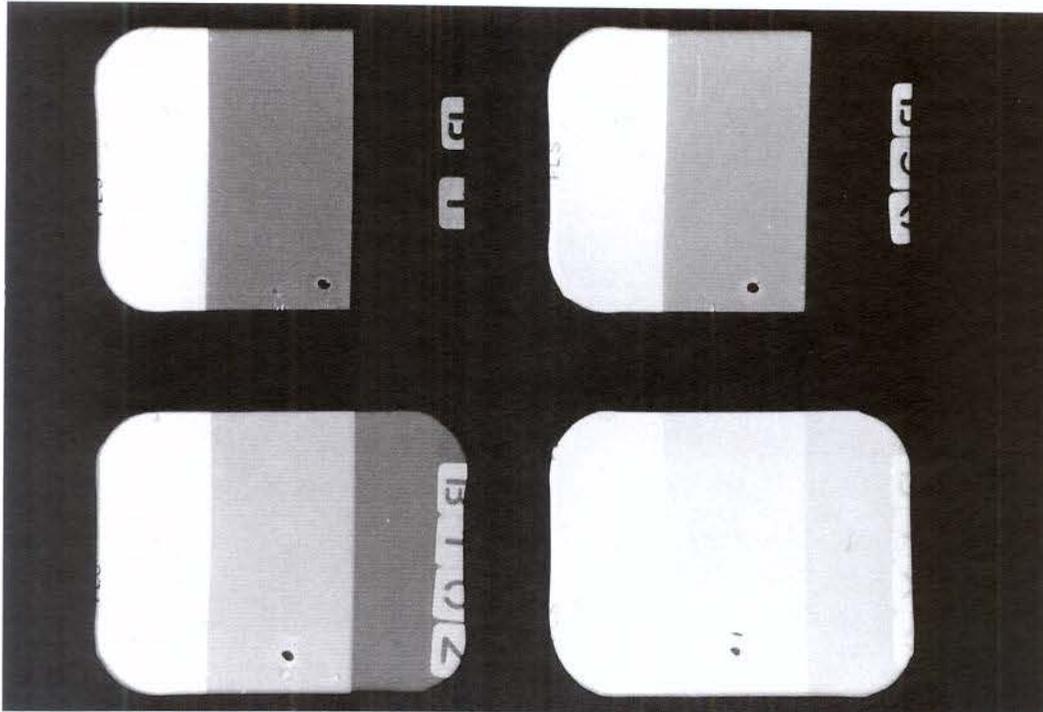
SOLUÇÃO B - RADIOGRAFIAS 116 A 120



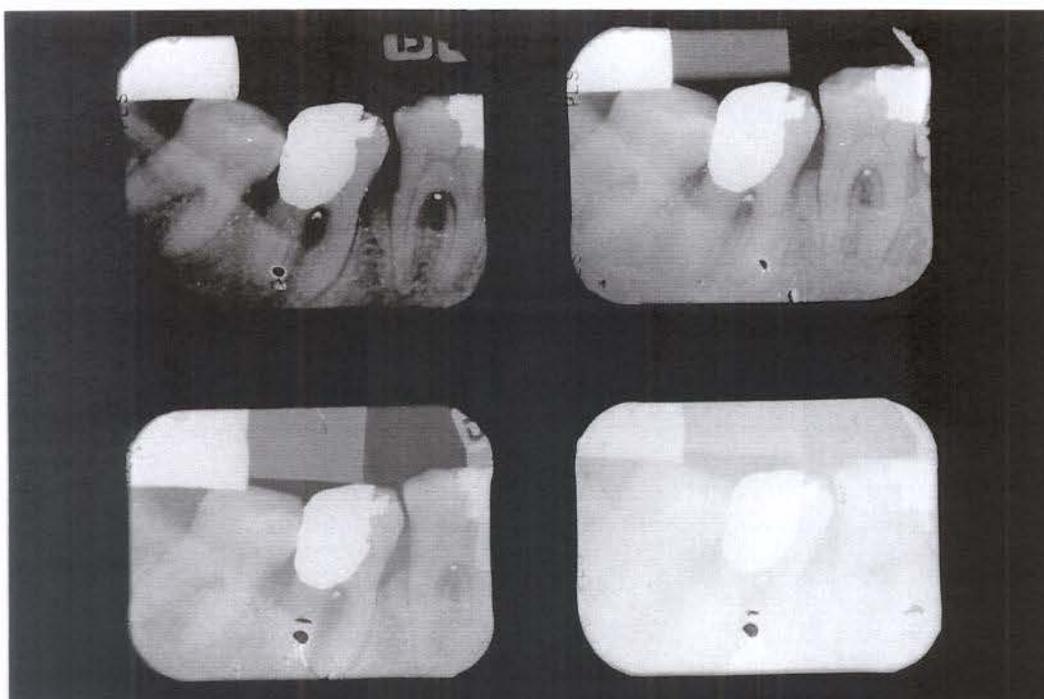
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução B no 32º dia

FIGURA 15

Radiografias da escala de densidades processadas na solução B: nº1 (superior esquerda), nº 96 (superior direita), nº101 (inferior esquerda), nº116 (inferior direita)

**FIGURA 16**

Radiografias do simulador processadas na solução B: nº5 (superior esquerda), nº 100 (superior direita), nº105 (inferior esquerda), nº120 (inferior direita)



7.3 – RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS REALIZADOS NA SOLUÇÃO D:

Todos os dados do experimento com a solução D encontram-se registrados no quadro 3. Foram processados 110 filmes em um período de 30 dias.

As médias das 3 faixas de densidades ópticas das radiografias da escala de densidades, DBV, AL e ED estão representadas no gráfico 15. As médias para a faixa de DBV apresentaram-se uniformes até o processamento 101°, quando, então, tiveram uma pequena queda até o final do experimento. As médias para a faixa de AL decresceram de maneira discreta e uniforme até o 96° processamento, a partir daí diminuíram acentuadamente. Da mesma forma, as densidades da faixa de ED caíram de modo gradual até o 96° processamento, então caíram de maneira acentuada, até alcançarem as médias de AL e DBV.

As médias das densidades ópticas das radiografias do simulador estão representadas no gráfico 16, que mostra um comportamento semelhante às radiografias da escala de densidades.

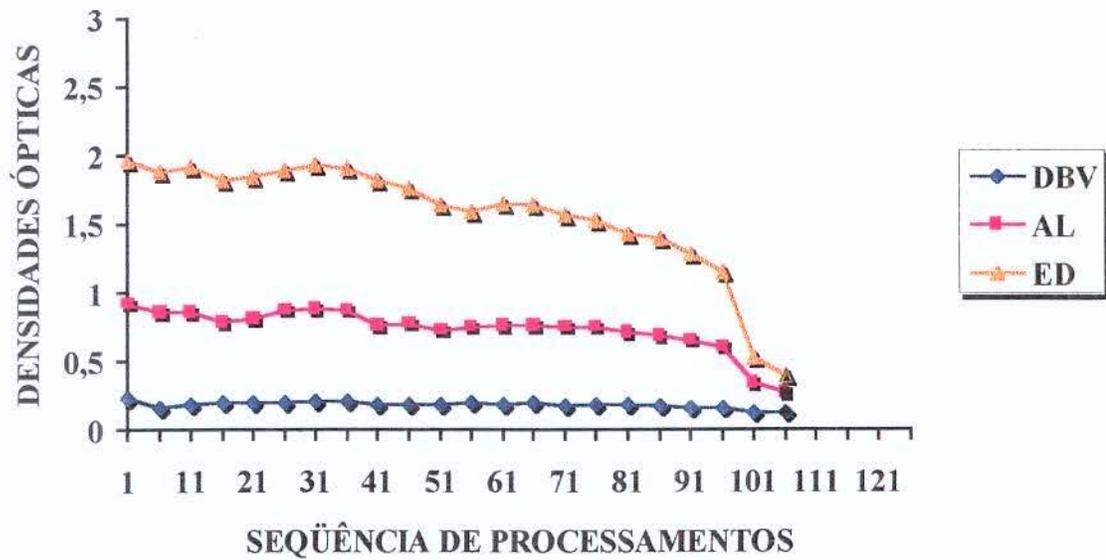
O gráfico 17 representa as médias das 3 faixas de densidades, tanto das radiografias da escala de densidades, quanto as do simulador, com o objetivo de facilitar uma análise comparativa.

QUADRO 3
Dados obtidos com os processamentos realizados na Solução D

Dias	Data	Sequência	Temperatura das Soluções			Tempo de processamento			pH		Densidade Óptica ESCALA DE DENSIDADES			Densidade Óptica SIMULADOR		
			Rev	Água	Fix	Rev	Água	Fix	Rev	Fix	DBV	AL	ED	DBV	AL	ED
1	25/08/97	1	21,5	21	21,5	4'	20''	10'	10,23	4,49	0,234	0,912	1,958	0,246	1,539	2,427
2	26/08/97	6	21	21	21	4'	20''	10'			0,163	0,857	1,882	0,237	1,562	2,438
3	27/08/97	11	21	21	21	4'	20''	10'			0,178	0,848	1,914	0,229	1,432	2,387
4	28/08/97	16	21	22	21	4'	20''	10'			0,195	0,778	1,813	0,233	1,63	2,549
5	29/08/97	21	22	22	22	4'	20''	10'			0,20	0,803	1,841	0,224	1,562	2,464
8	01/09/97	26	23	23	23	3,5'	20''	10'	10,75	4,56	0,197	0,860	1,893	0,217	1,513	2,334
9	02/09/97	31	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,203	0,878	1,931	0,211	1,516	2,385
10	03/09/97	36	23,5	23,5	23,5	3,5'	20''	10'			0,206	0,867	1,90	0,225	1,507	2,310
11	04/09/97	41	23	24	23	3,5'	20''	10'			0,182	0,756	1,811	0,217	1,435	2,365
12	05/09/97	46	24	24	24	3'	20''	10'			0,181	0,770	1,755	0,211	1,376	2,257
15	08/09/97	51	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,73	4,60	0,181	0,721	1,630	0,219	1,527	2,384
16	09/09/97	56	24	24	24	3'	20''	10'			0,197	0,747	1,581	0,209	1,353	2,112
17	10/09/97	61	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,183	0,76	1,647	0,205	1,327	2,064
18	11/09/97	66	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,19	0,762	1,632	0,206	1,341	2,042
19	12/09/97	71	25	24,5	25	2,5'	20''	10'			0,17	0,747	1,56	0,218	1,288	1,955
22	15/09/97	76	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,75	4,66	0,178	0,747	1,529	0,192	1,187	1,80
23	16/09/97	81	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,184	0,710	1,431	0,201	1,161	1,740
24	17/09/97	86	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,171	0,685	1,391	0,181	1,076	1,641
25	18/09/97	91	24	24	24	3'	20''	10'			0,156	0,644	1,277	0,19	1,026	1,524
26	19/09/97	96	24	24	24	3'	20''	10'			0,162	0,596	1,151	0,190	0,933	1,372
29	22/09/97	101	22	22,5	22	4'	20''	10'	10,57	4,71	0,122	0,338	0,528	0,149	0,503	0,639
30	23/09/97	106	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,119	0,273	0,385	0,133	0,342	0,425

GRÁFICO 15

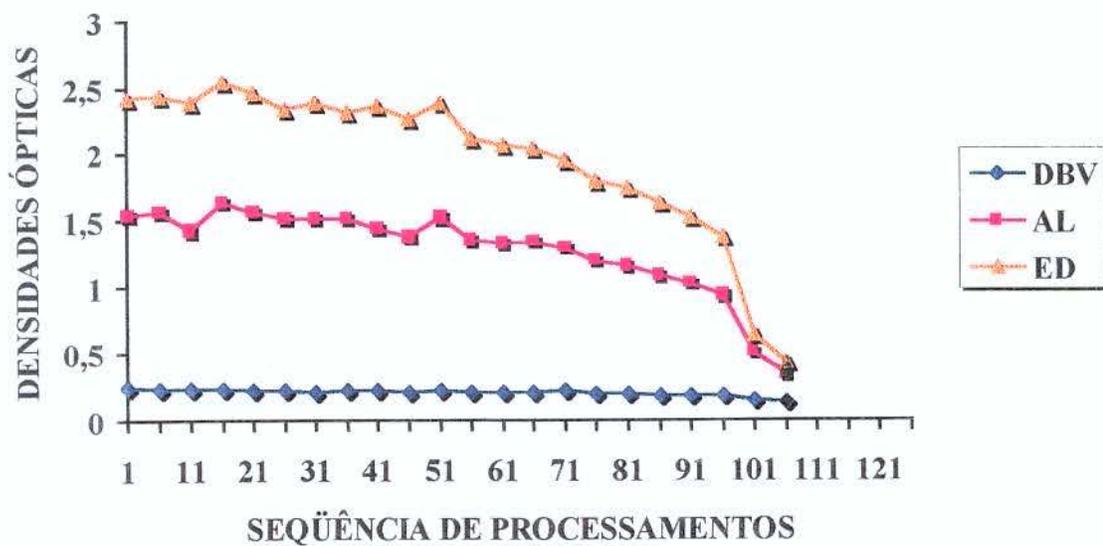
SOLUÇÃO D - ESCALA DE DENSIDADES



Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução D

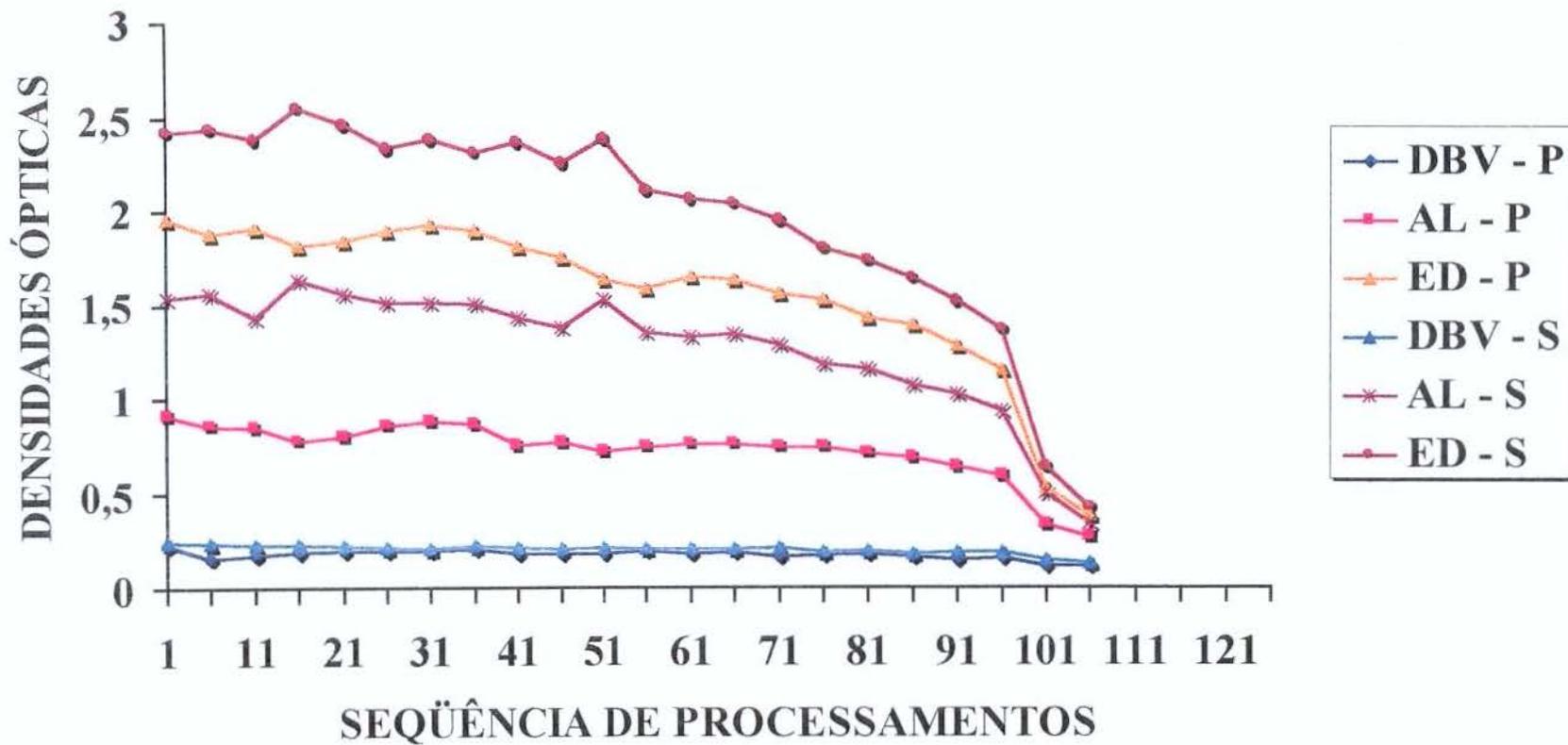
GRÁFICO 16

SOLUÇÃO D - SIMULADOR



Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução D

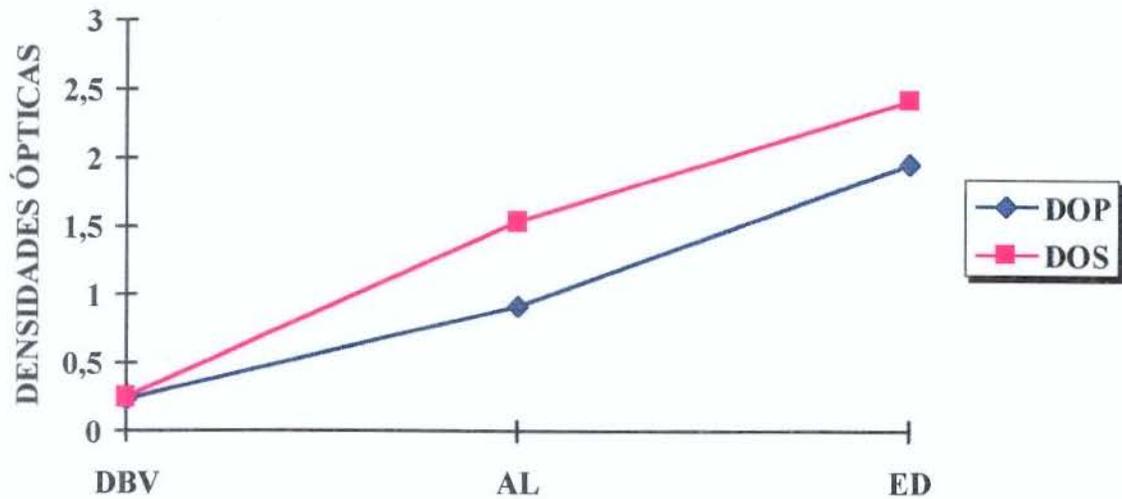
GRÁFICO 17
 SOLUÇÃO D - ESCALA DE DENSIDADES + SIMULADOR



Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades (penetrômetro- P) e simulador (S), processadas na solução D

GRÁFICO 18

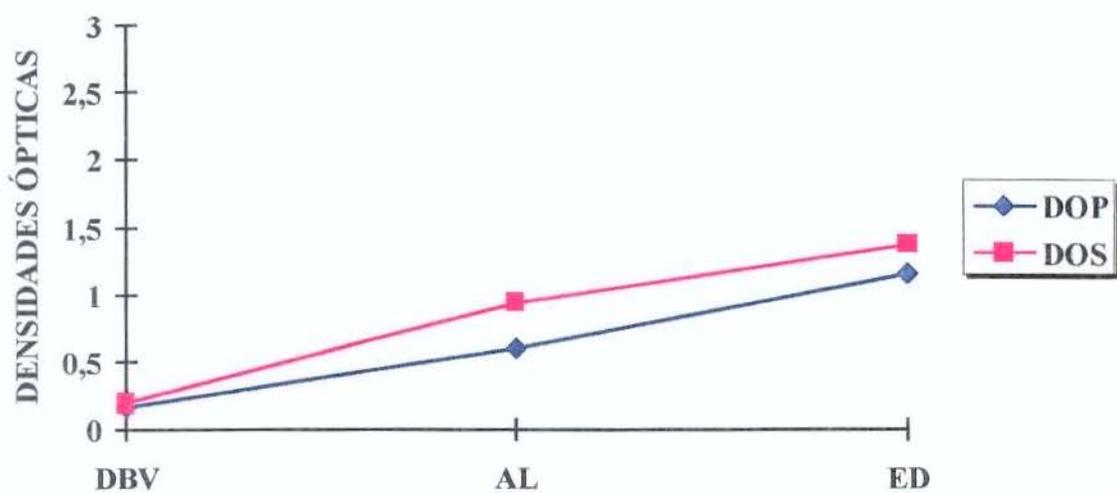
SOLUÇÃO D - RADIOGRAFIAS 01 A 05



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 1º dia

GRÁFICO 19

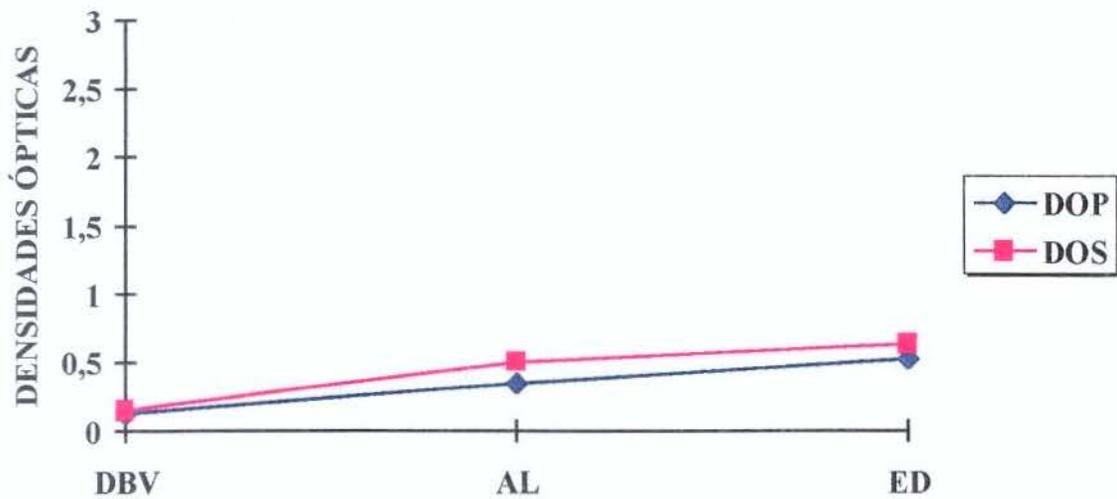
SOLUÇÃO D - RADIOGRAFIAS 96 A 100



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 26º dia

GRÁFICO 20

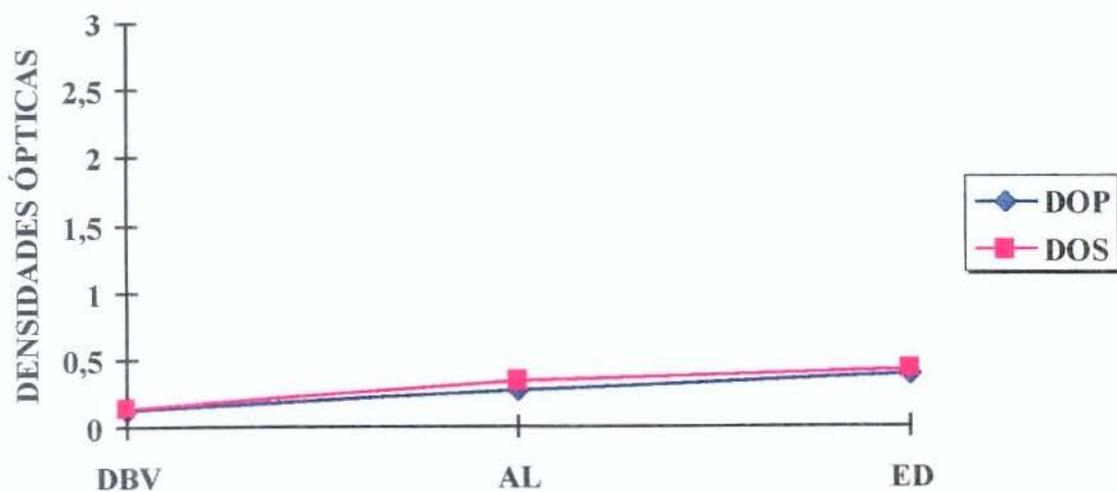
SOLUÇÃO D - RADIOGRAFIAS 101 A 105



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 29º dia

GRÁFICO 21

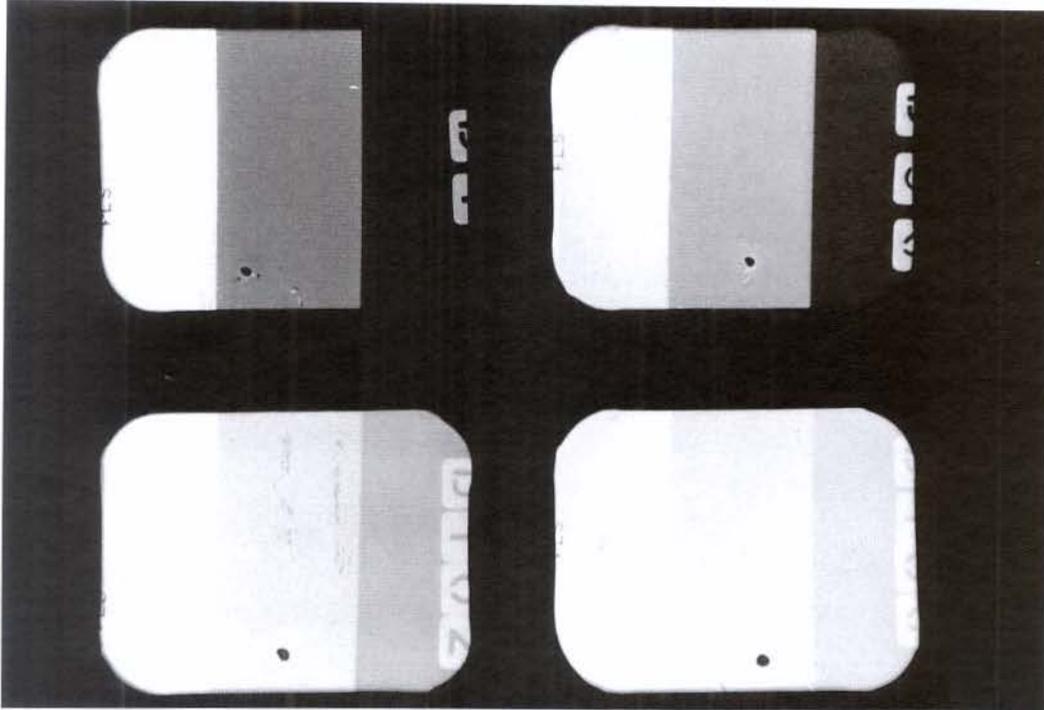
SOLUÇÃO D - RADIOGRAFIAS 106 A 110



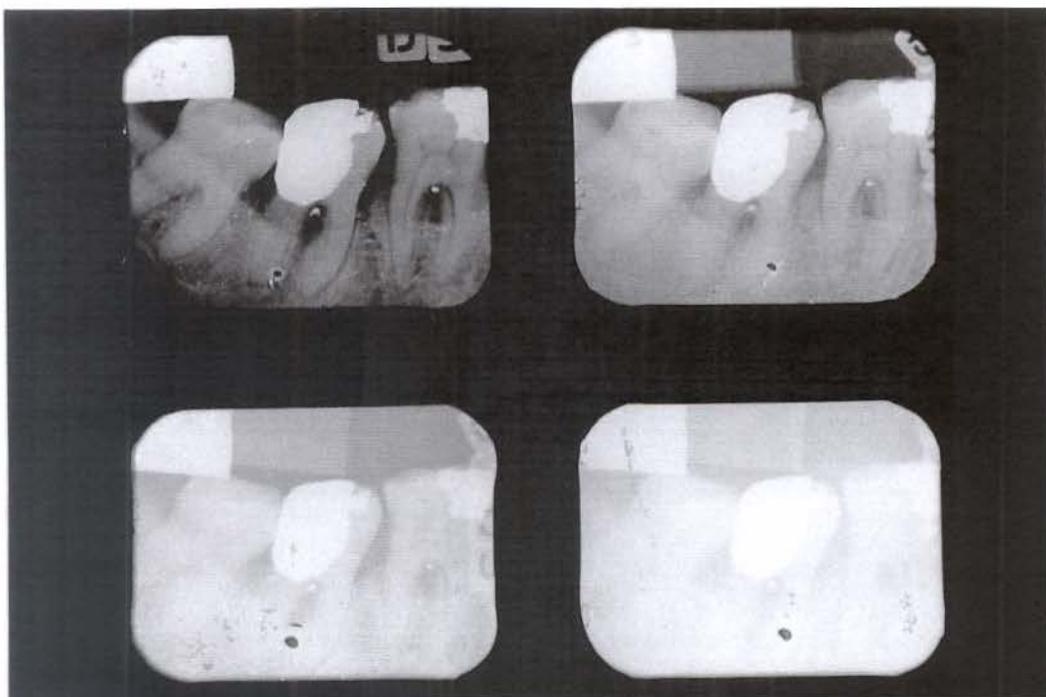
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução D no 30º dia

FIGURA 17

Radiografias da escala de densidades processadas na solução D: nº1 (superior esquerda), nº 96 (superior direita), nº101 (inferior esquerda), nº106 (inferior direita)

**FIGURA 18**

Radiografias do simulador processadas na solução D: nº5 (superior esquerda), nº 100 (superior direita), nº105 (inferior esquerda), nº110 (inferior direita)



7.4 – RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS REALIZADOS NA SOLUÇÃO E (solução correspondente aos 200 ml restantes da solução A, que foram armazenados em geladeira):

Todos os dados do experimento com a solução E encontram-se registrados no quadro 4. Foram processados 85 filmes em um período de 27 dias.

As médias das 3 faixas de densidades ópticas das radiografias da escala de densidades, DBV, AL e ED, estão representadas no gráfico 22. As médias para a faixa de DBV apresentaram-se uniformes até o processamento 56°, quando então sofreram uma pequena diminuição. As médias para a faixa de AL decresceram de maneira discreta até o processamento 56°, então caíram acentuadamente e, após isto, voltaram a decrescer de modo mais discreto. As densidades da faixa de ED diminuíram gradualmente até o 46° processamento, a partir daí tiveram uma queda mais acentuada e caíram bruscamente após o processamento 56°, voltando a decrescer de maneira mais suave, até alcançarem as médias de AL e DBV.

As médias das densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador estão representadas no gráfico 23, que mostra um comportamento semelhante às radiografias da escala de densidades, exceto na faixa de AL, onde a queda, a partir do processamento 46°, é mais visível.

O gráfico 24 representa as médias das 3 faixas de densidades, tanto das radiografias da escala de densidades, quanto as do simulador, com o objetivo de facilitar uma análise comparativa.

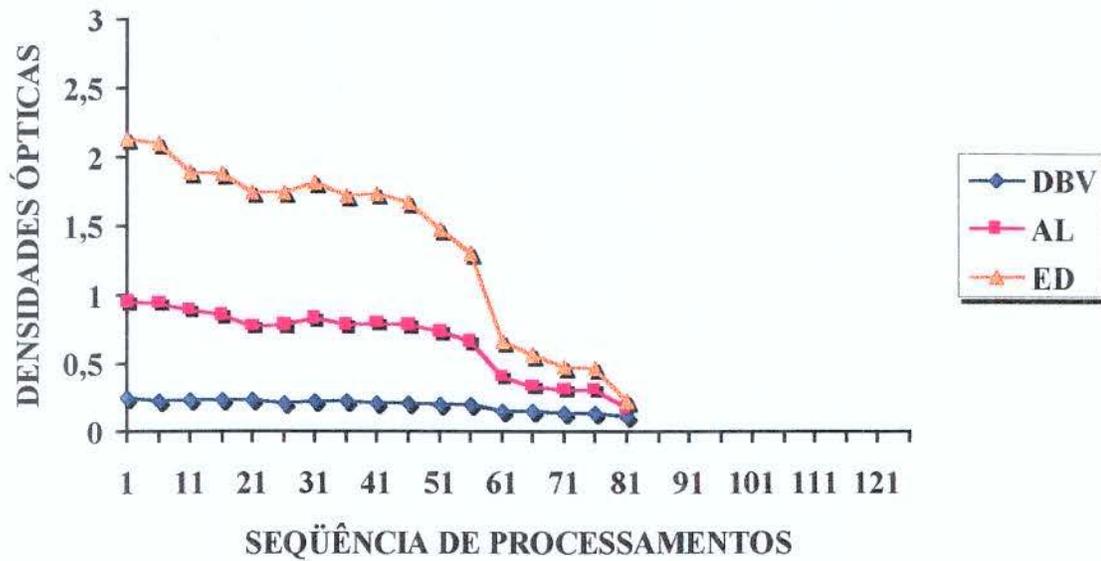
QUADRO 4

Dados obtidos com os processamentos realizados na Solução E

Dias	Data	Sequência	Temperatura das Soluções			Tempo de processamento			pH		Densidade Óptica ESCALA DE DENSIDADES			Densidade Óptica SIMULADOR		
			Rev	Água	Fix	Rev	Água	Fix	Rev	Fix	DBV	AL	ED	DBV	AL	ED
1	01/10/97	1	24	24	24	3'	20"	10'	10,32	4,36	0,238	0,948	2,129	0,277	1,592	2,69
2	02/10/97	6	24	24	24	3'	20"	10'			0,218	0,939	2,093	0,301	1,597	2,697
3	03/10/97	11	24	24	24	3'	20"	10'			0,227	0,885	1,889	0,301	1,62	2,65
7	07/10/97	16	24	24	24	3'	20"	10'			0,232	0,859	1,875	0,294	1,526	2,466
8	08/10/97	21	23,5	23,5	23,5	3,5'	20"	10'	10,93	4,54	0,233	0,766	1,744	0,296	1,534	2,591
9	09/10/97	26	24	24	24	3'	20"	10'			0,209	0,779	1,740	0,286	1,455	2,453
10	10/10/97	31	25	25	25	2,5'	20"	10'			0,224	0,835	1,817	0,276	1,46	2,437
13	13/10/97	36	27	27	27	2,2'	20"	10'			0,218	0,786	1,723	0,295	1,532	2,533
14	14/10/97	41	27	27	27	2,2'	20"	10'			0,204	0,791	1,736	0,289	1,442	2,392
15	15/10/97	46	27	27	27	2,2'	20"	10'	10,85	4,50	0,210	0,775	1,668	0,263	1,390	2,268
16	16/10/97	51	27	27	27	2,2'	20"	10'			0,195	0,732	1,477	0,267	1,274	2,0
17	17/10/97	56	26	26	26	2,5'	20"	10'			0,194	0,658	1,306	0,25	1,111	1,702
20	20/10/97	61	24	24	24	3'	20"	10'			0,145	0,40	0,66	0,18	0,591	0,812
21	21/10/97	66	23	23,5	23	3,5'	20"	10'			0,148	0,329	0,562	0,166	0,476	0,672
22	22/10/97	71	23	23,5	23	3,5'	20"	10'	10,96	4,51	0,137	0,308	0,48	0,153	0,402	0,534
24	24/10/97	76	24	24	24	3'	20"	10'			0,13	0,303	0,458	0,144	0,377	0,480
27	27/10/97	81	23	23	23	3,5'	20"	10'	10,51	4,62	0,115	0,172	0,224	0,121	0,201	0,249

GRÁFICO 22

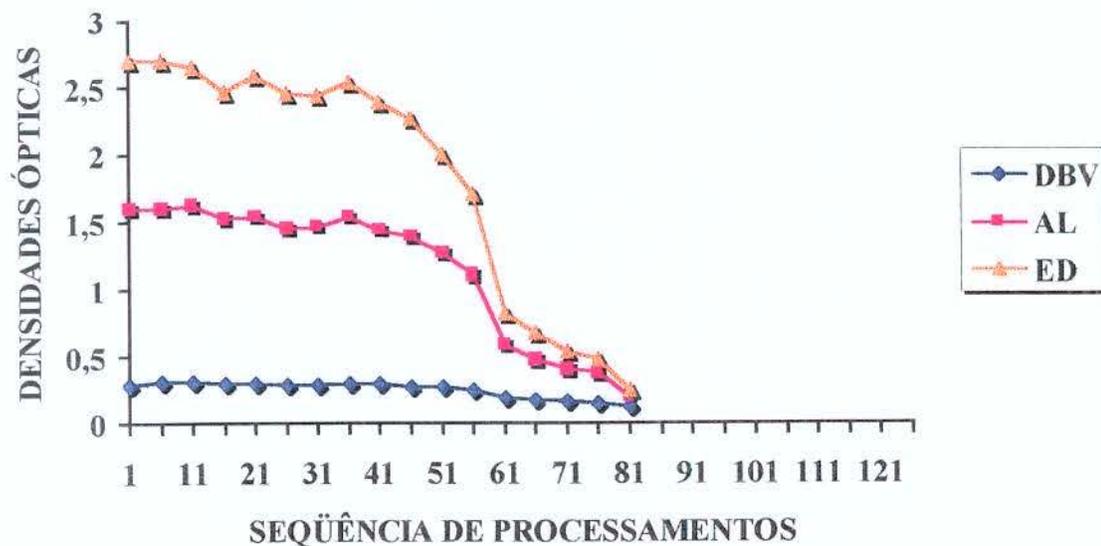
SOLUÇÃO E - ESCALA DE DENSIDADES



Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução E

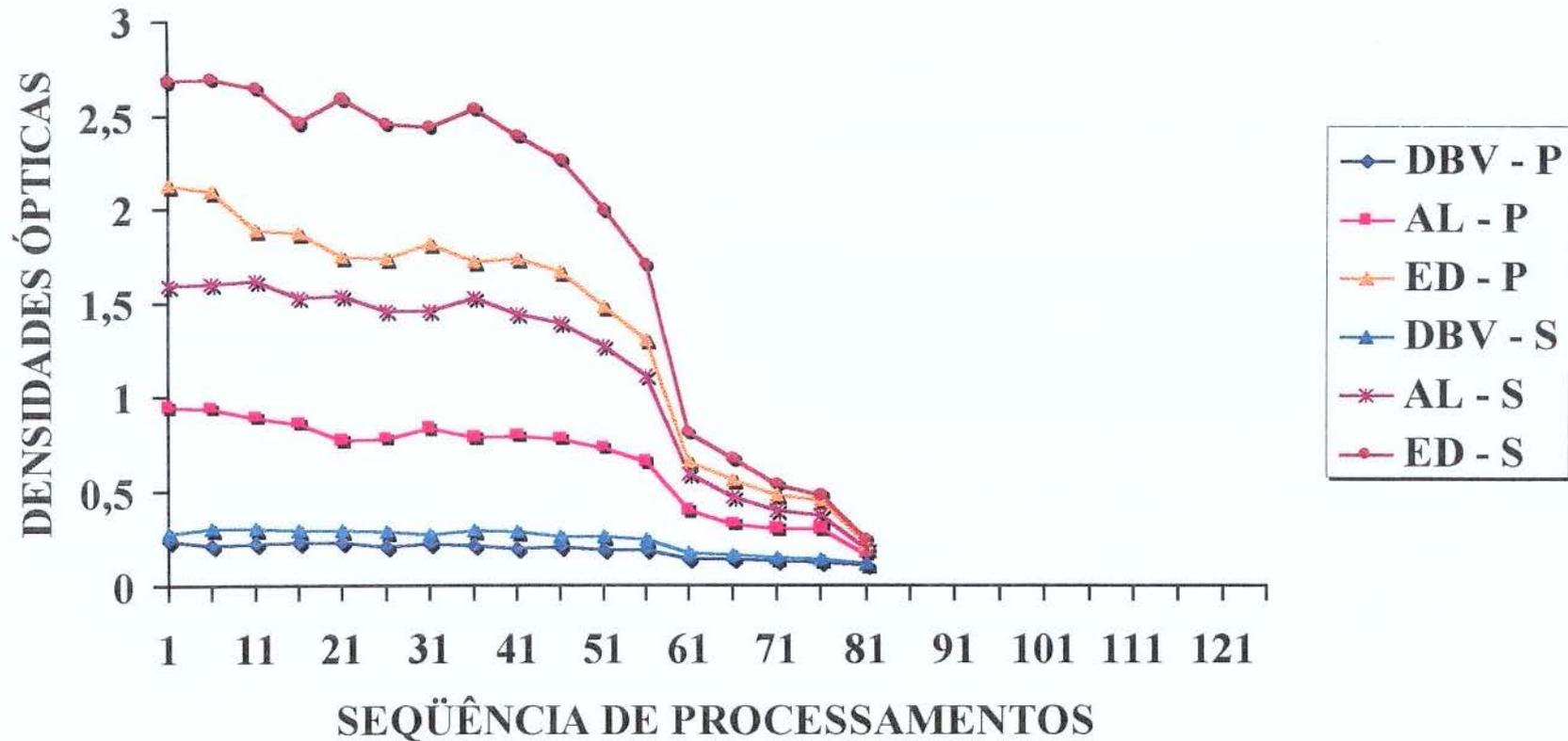
GRÁFICO 23

SOLUÇÃO E - SIMULADOR



Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução E

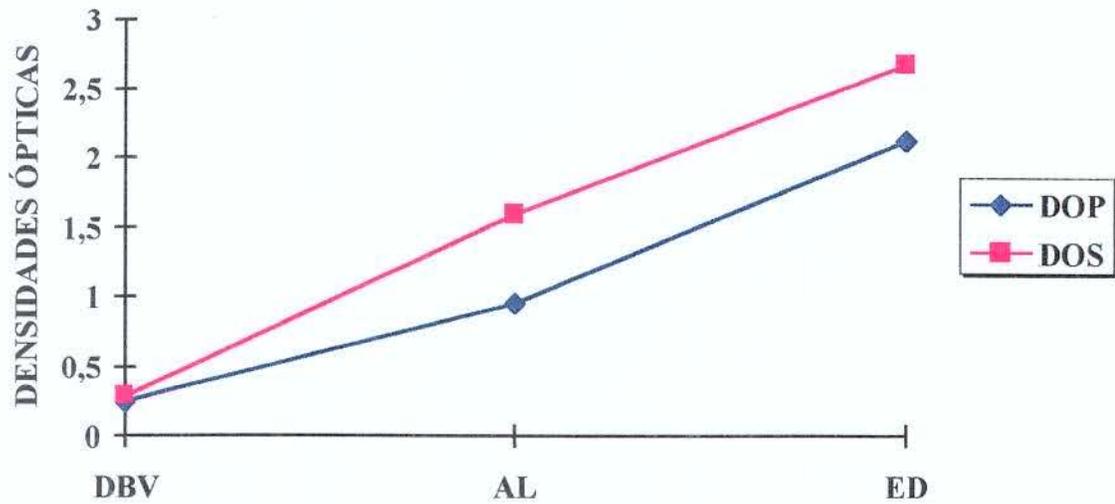
GRÁFICO 24
SOLUÇÃO E - ESCALA DE DENSIDADES + SIMULADOR



Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades (penetrômetro- P) e simulador (S), processadas na solução E

GRÁFICO 25

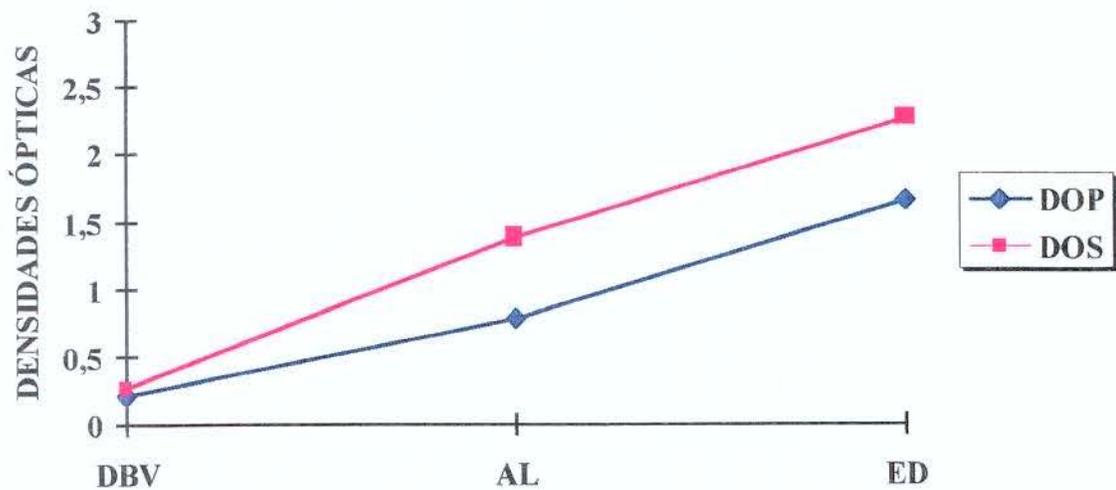
SOLUÇÃO E - RADIOGRAFIAS 01 A 05



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 1º dia

GRÁFICO 26

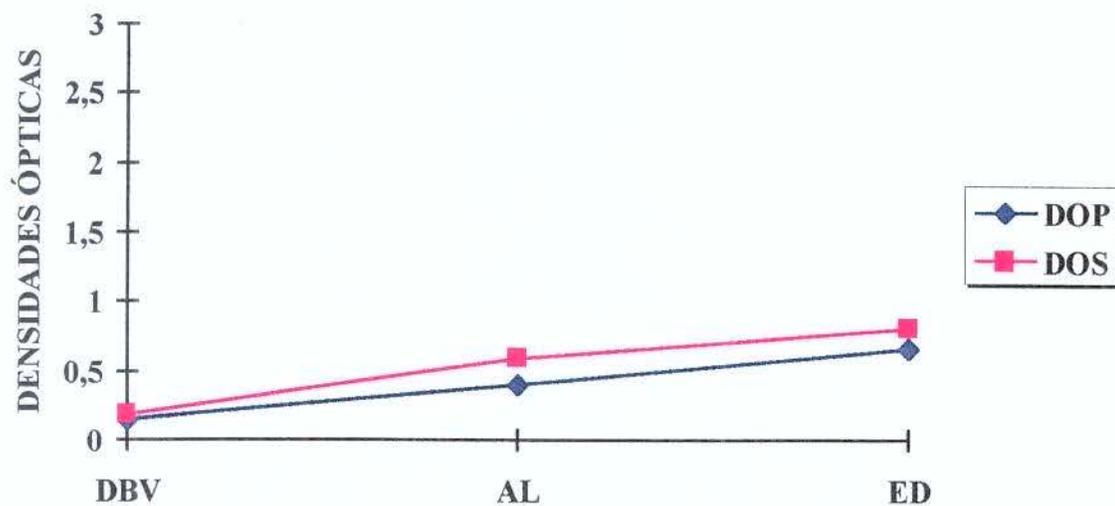
SOLUÇÃO E - RADIOGRAFIAS 46 A 50



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 15º dia

GRÁFICO 27

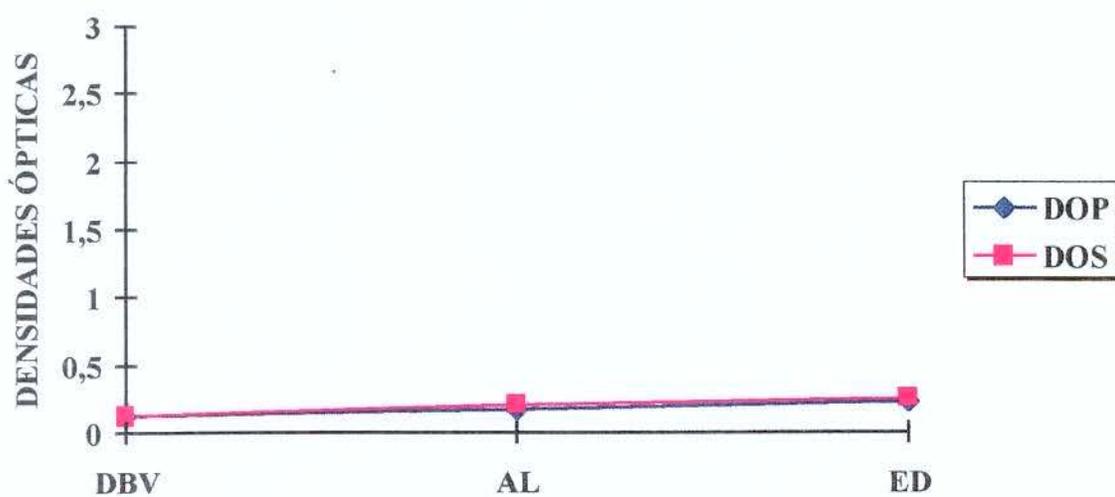
SOLUÇÃO E - RADIOGRAFIAS 61 A 65



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 20º dia

GRÁFICO 28

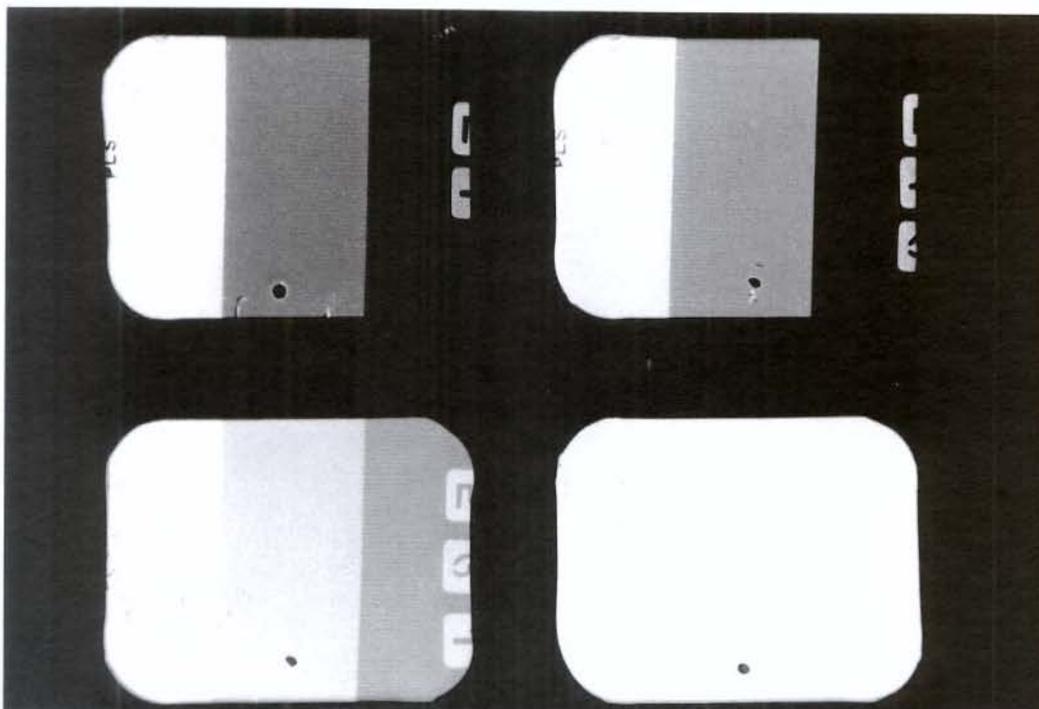
SOLUÇÃO E - RADIOGRAFIAS 81 A 85



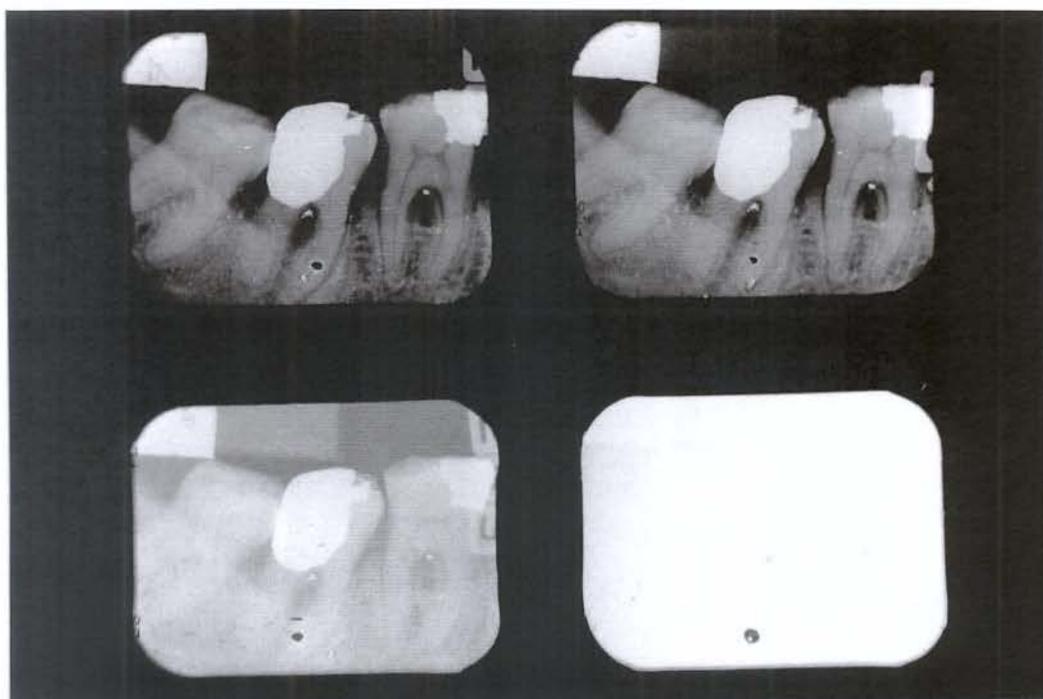
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução E no 27º dia

FIGURA 19

Radiografias da escala de densidades processadas na solução E: nº1 (superior esquerda), nº 46 (superior direita), nº61 (inferior esquerda), nº81 (inferior direita)

**FIGURA 20**

Radiografias do simulador processadas na solução E: nº5 (superior esquerda), nº 50 (superior direita), nº65 (inferior esquerda), nº85 (inferior direita)



7.5 – RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS REALIZADOS NA SOLUÇÃO F (correspondente aos 200 ml restantes da solução B, que foram armazenados em local protegido de luz e sujeito a pequenas variações de temperatura):

Todos os dados do experimento com a solução F encontram-se registrados no quadro 5. Foram processados 85 filmes em um período de 27 dias.

As médias das 3 faixas de densidades ópticas das radiografias da escala de densidades, DBV, AL e ED, estão representadas no gráfico 29. As médias para a faixa de DBV apresentaram-se uniformes até o processamento 56°, quando tiveram uma pequena diminuição. As médias para a faixa de AL decresceram de maneira discreta e uniforme até o processamento 46°, sofreram uma pequena queda, e, após o processamento 56°, decresceram de modo acentuado, voltando após a uma diminuição mais discreta. As densidades da faixa de ED caíram gradualmente até o 46° processamento, a partir daí tiveram uma maior diminuição e caíram bruscamente após o processamento 56°, voltando a decrescer mais suavemente, até alcançarem as médias de AL e DBV.

As médias das densidades ópticas das radiografias do simulador estão representadas no gráfico 30, que mostra um comportamento semelhante às radiografias da escala de densidades.

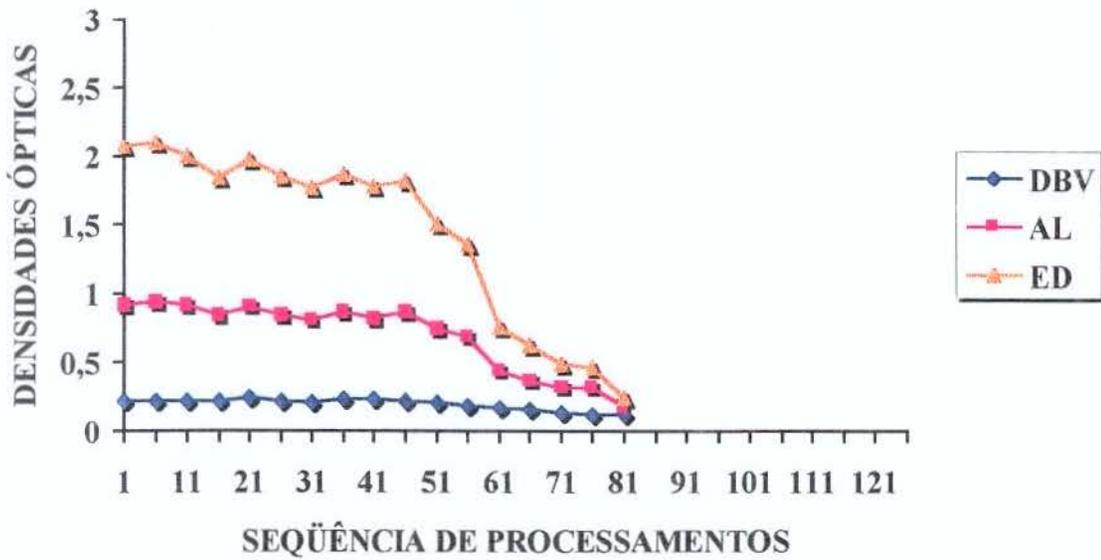
O gráfico 31 representa as médias das 3 faixas de densidades, tanto das radiografias obtidas da escala de densidades, quanto as do simulador, com o objetivo de facilitar uma análise comparativa.

QUADRO 5
Dados obtidos com os processamentos realizados na Solução F

Dias	Data	Sequência	Temperatura das Soluções			Tempo de processamento			pH		Densidade Óptica ESCALA DE DENSIDADES			Densidade Óptica SIMULADOR		
			Rev	Água	Fix	Rev	Água	Fix	Rev	Fix	DBV	AL	ED	DBV	AL	ED
1	01/10/97	1	24	24	24	3'	20''	10'	10,31	4,34	0,224	0,914	2,07	0,298	1,581	2,672
2	02/10/97	6	24	24	24	3'	20''	10'			0,218	0,934	2,092	0,296	1,639	2,779
3	03/10/97	11	24	24	24	3'	20''	10'			0,225	0,909	1,997	0,307	1,612	2,632
7	07/10/97	16	24	24	24	3'	20''	10'			0,217	0,840	1,845	0,305	1,54	2,509
8	08/10/97	21	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,91	4,56	0,248	0,905	1,977	0,307	1,574	2,651
9	09/10/97	26	24	24	24	3'	20''	10'			0,222	0,847	1,850	0,30	1,502	2,529
10	10/10/97	31	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,207	0,806	1,769	0,292	1,482	2,441
13	13/10/97	36	27	27	27	2,2'	20''	10'			0,233	0,861	1,863	0,287	1,524	2,529
14	14/10/97	41	27	27	27	2,2'	20''	10'			0,23	0,818	1,782	0,296	1,463	2,386
15	15/10/97	46	27	27	27	2,2'	20''	10'	10,90	4,61	0,216	0,863	1,818	0,263	1,406	2,298
16	16/10/97	51	27	27	27	2,2'	20''	10'			0,205	0,738	1,502	0,283	1,291	2,013
17	17/10/97	56	26	26	26	2,5'	20''	10'			0,188	0,682	1,358	0,242	1,106	1,708
20	20/10/97	61	24	24	24	3'	20''	10'			0,174	0,443	0,753	0,182	0,602	0,834
21	21/10/97	66	23	23,5	23	3,5'	20''	10'			0,159	0,367	0,62	0,164	0,485	0,684
22	22/10/97	71	23	23,5	23	3,5'	20''	10'	11,30	4,46	0,139	0,319	0,493	0,155	0,412	0,551
24	24/10/97	76	24	24	24	3'	20''	10'			0,123	0,315	0,468	0,144	0,409	0,514
27	27/10/97	81	23	23	23	3,5'	20''	10'	11,00	4,48	0,122	0,188	0,239	0,116	0,197	0,25

GRÁFICO 29

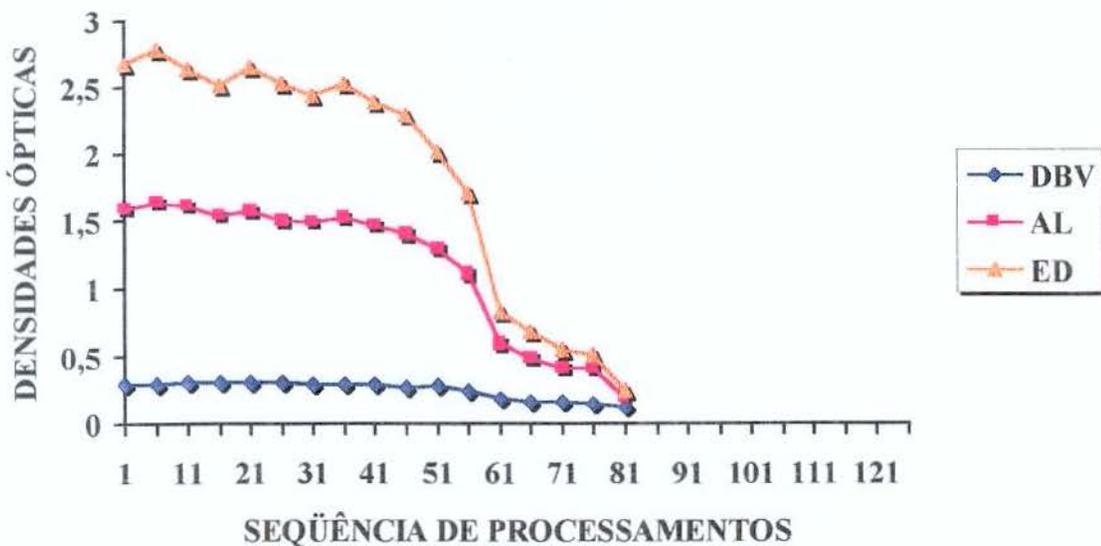
SOLUÇÃO F - ESCALA DE DENSIDADES



Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução F

GRÁFICO 30

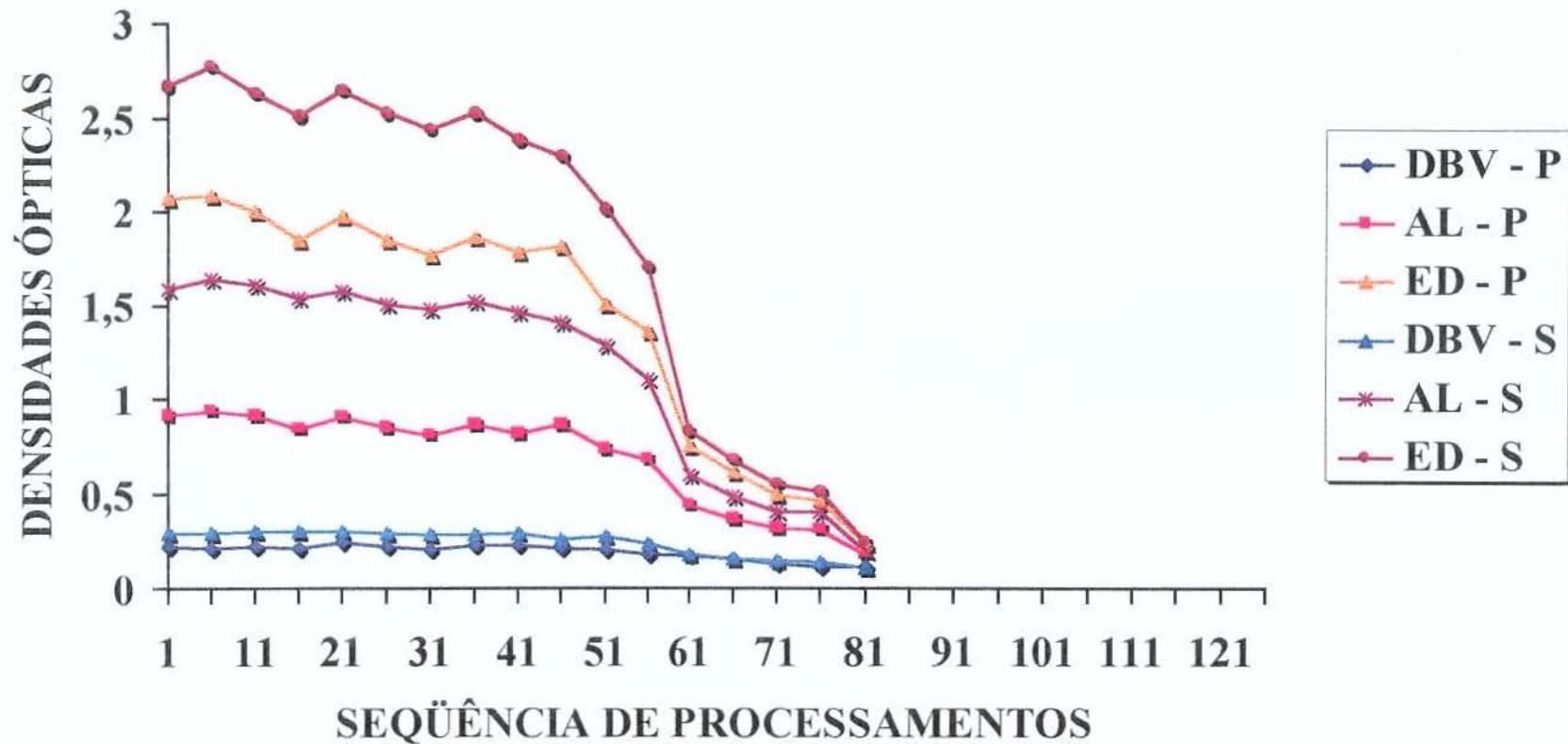
SOLUÇÃO F - SIMULADOR



Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução F

GRÁFICO 31

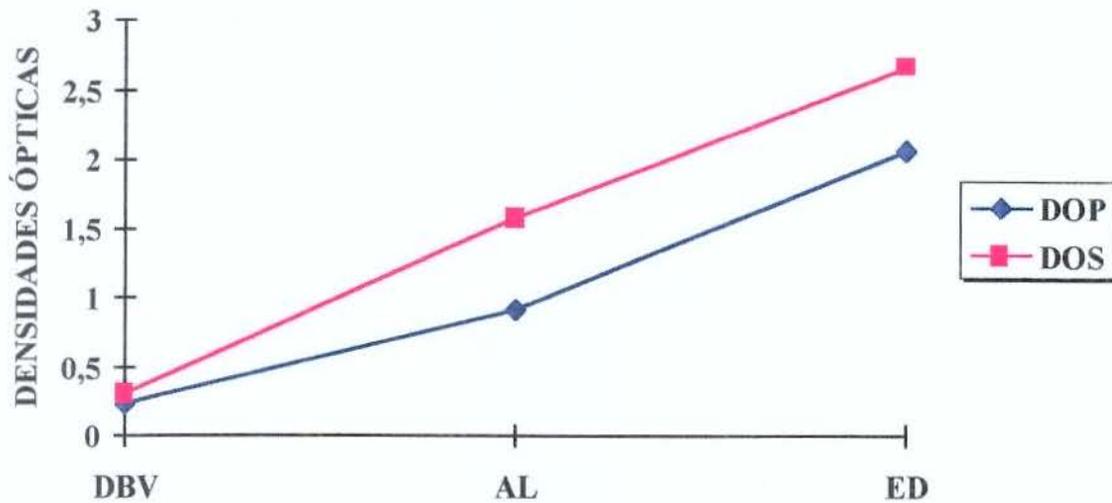
SOLUÇÃO F - ESCALA DE DENSIDADES + SIMULADOR



Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades (penetrômetro- P) e simulador (S), processadas na solução F

GRÁFICO 32

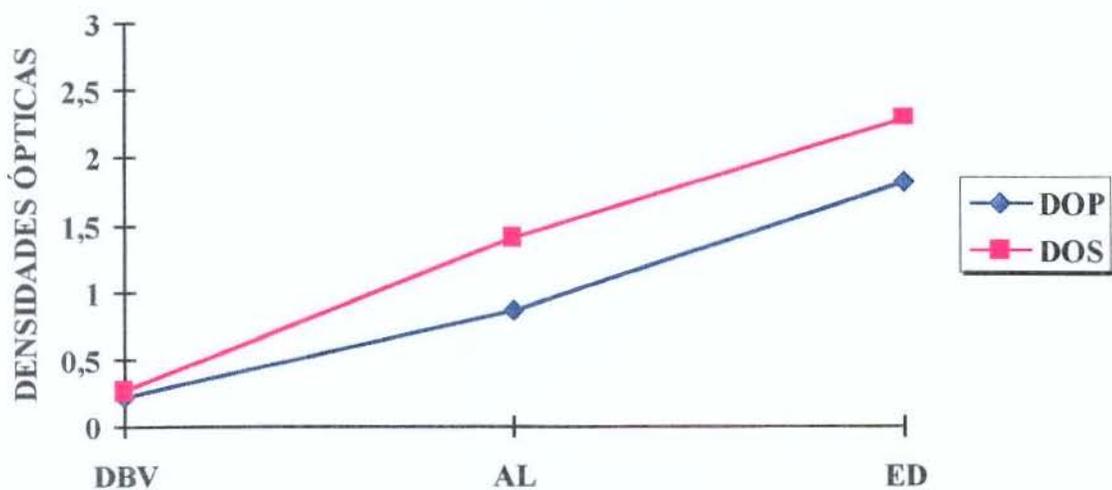
SOLUÇÃO F - RADIOGRAFIAS 01 A 05



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 1º dia

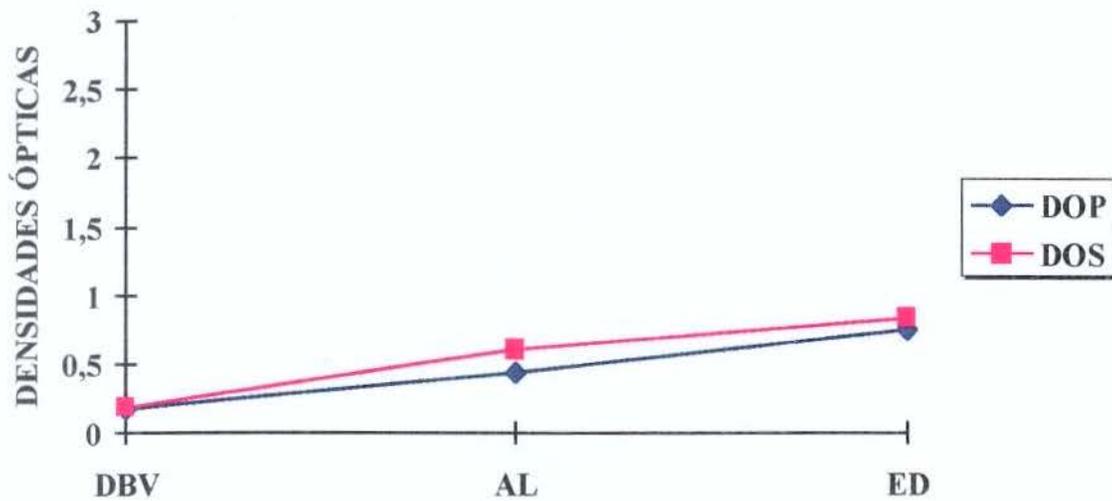
GRÁFICO 33

SOLUÇÃO F - RADIOGRAFIAS 46 A 50



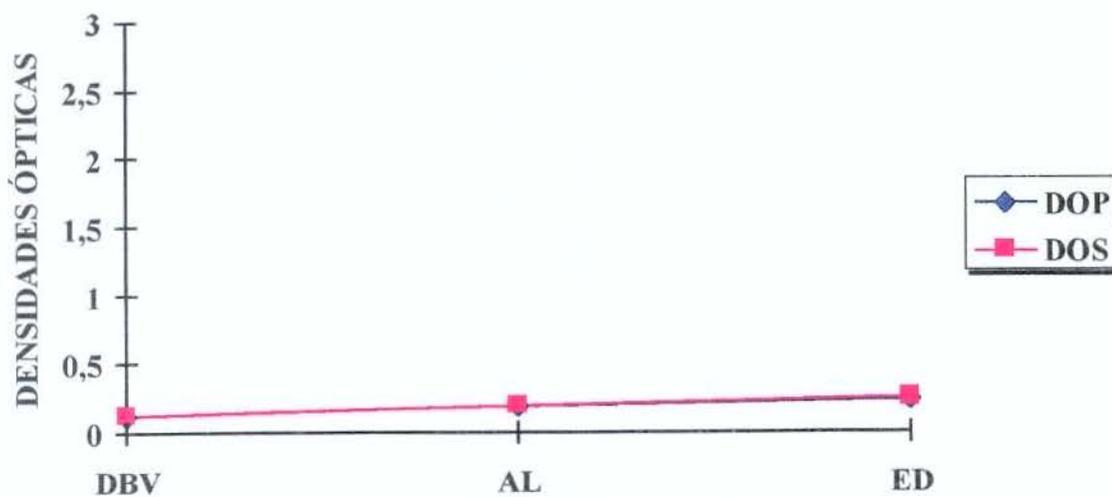
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 15º dia

GRÁFICO 34
SOLUÇÃO F - RADIOGRAFIAS 61 A 65



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 20º dia

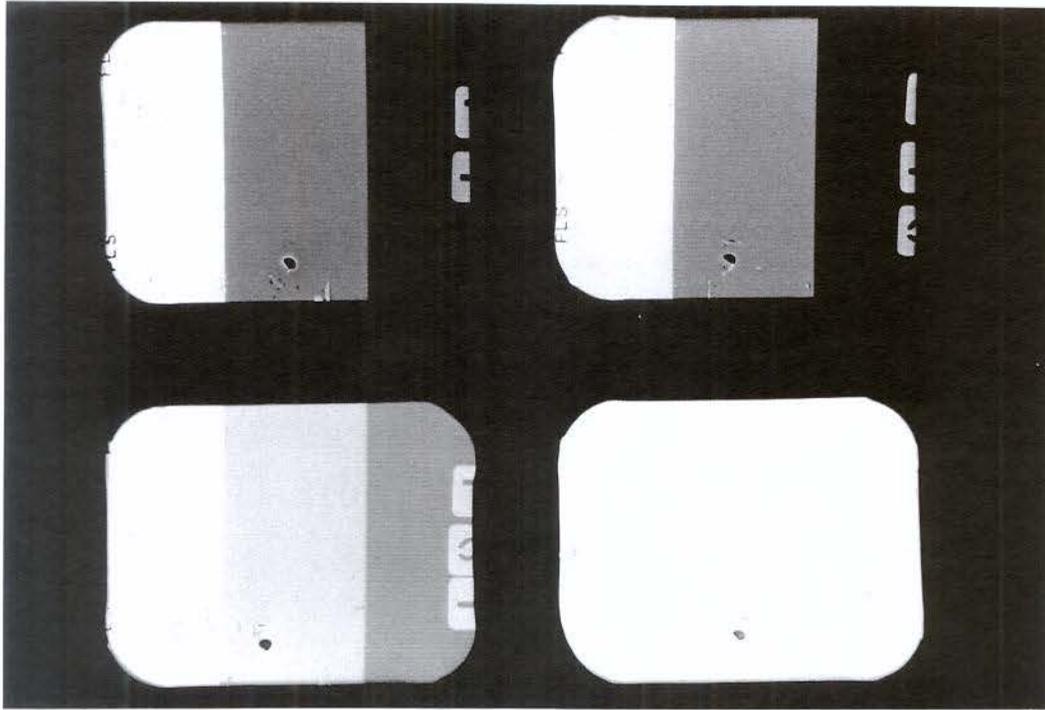
GRÁFICO 35
SOLUÇÃO F - RADIOGRAFIAS 81 A 85



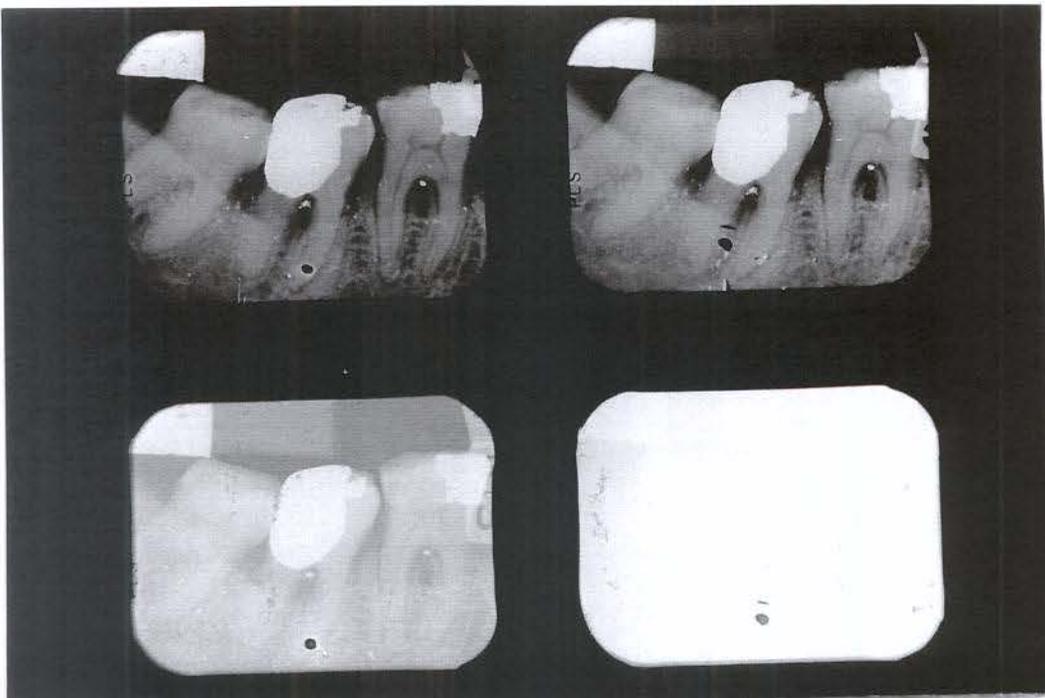
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução F no 27º dia

FIGURA 21

Radiografias da escala de densidades processadas na solução F: nº1 (superior esquerda), nº 46 (superior direita), nº61 (inferior esquerda), nº81 (inferior direita)

**FIGURA 22**

Radiografias do simulador processadas na solução F: nº5 (superior esquerda), nº 50 (superior direita), nº65 (inferior esquerda), nº85 (inferior direita)



7.6 – RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS REALIZADOS NA SOLUÇÃO G (correspondente aos 200 ml restantes da solução D, que foram mantidos ao ar livre, em contato com grandes variações de temperatura e luz ambiente, recebendo, inclusive, radiação solar):

Todos os dados do experimento com a solução G encontram-se registrados no quadro 6. Foram processados 85 filmes em um período de 27 dias.

As médias das 3 faixas de densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades, DBV, AL e ED, estão representadas no gráfico 36. As médias para a faixa de DBV apresentaram-se uniformes até o processamento 56°, quando sofreram uma pequena diminuição. As médias para a faixa de AL foram relativamente constantes até o processamento 46°, então sofreram uma pequena queda, e, após o processamento 56°, decresceram de maneira acentuada, voltando depois a cair de modo mais suave. As densidades da faixa de ED diminuíram discretamente até o 46° processamento, a partir daí tiveram uma diminuição mais acentuada e caíram bruscamente após o processamento 56°, voltando a uma diminuição mais suave, até alcançarem as médias de AL e DBV.

As médias das densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador estão representadas no gráfico 37, que mostra um comportamento semelhante às radiografias da escala de densidades.

O gráfico 38 representa as médias das 3 faixas de densidades, tanto das radiografias da escala de densidades, quanto as do simulador, com o objetivo de facilitar uma análise comparativa.

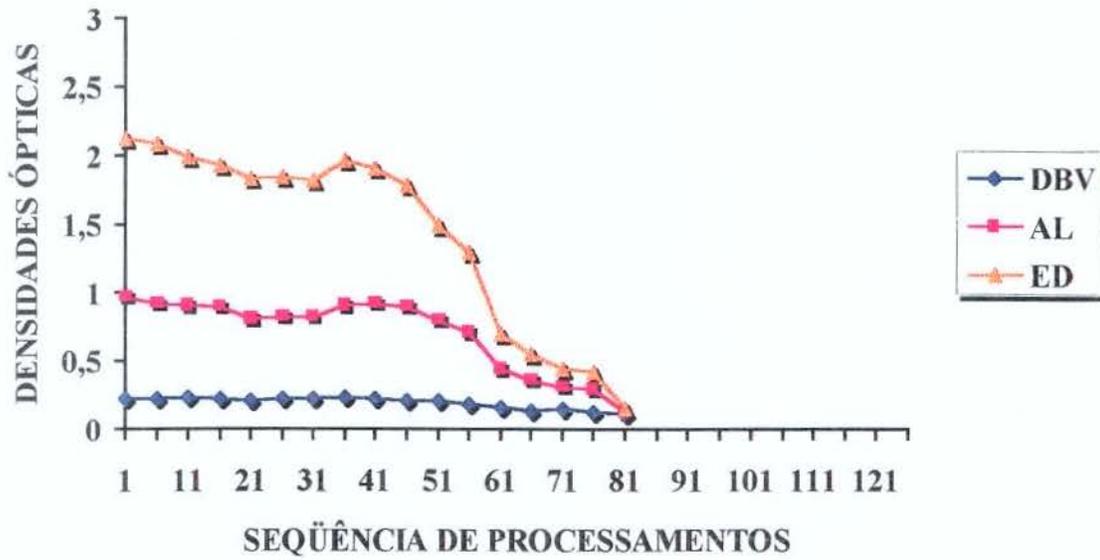
QUADRO 6

Dados obtidos com os processamentos realizados na Solução G

Dias	Data	Sequência	Temperatura das Soluções			Tempo de processamento			pH		Densidade Óptica ESCALA DE DENSIDADES			Densidade Óptica SIMULADOR		
			Rev	Água	Fix	Rev	Água	Fix	Rev	Fix	DBV	AL	ED	DBV	AL	ED
1	01/10/97	1	24	24	24	3'	20''	10'	10,34	4,31	0,219	0,965	2,126	0,306	1,661	2,801
2	02/10/97	6	24	24	24	3'	20''	10'			0,218	0,916	2,087	0,288	1,602	2,721
3	03/10/97	11	24	24	24	3'	20''	10'			0,231	0,898	1,982	0,282	1,617	2,642
7	07/10/97	16	24	24	24	3'	20''	10'			0,219	0,889	1,921	0,289	1,554	2,511
8	08/10/97	21	23,5	24	23,5	3,5'	20''	10'	10,97	4,41	0,209	0,80	1,831	0,282	1,559	2,642
9	09/10/97	26	24	24	24	3'	20''	10'			0,222	0,822	1,837	0,281	1,526	2,564
10	10/10/97	31	25	25	25	2,5'	20''	10'			0,217	0,815	1,822	0,284	1,523	2,520
13	13/10/97	36	27	27	27	2,2'	20''	10'			0,226	0,903	1,966	0,296	1,580	2,556
14	14/10/97	41	27	27	27	2,2'	20''	10'			0,214	0,912	1,904	0,291	1,536	2,462
15	15/10/97	46	27	27	27	2,2'	20''	10'	10,91	4,47	0,211	0,894	1,781	0,279	1,453	2,275
16	16/10/97	51	27	27	27	2,2'	20''	10'			0,207	0,790	1,493	0,261	1,269	1,928
17	17/10/97	56	26	26	26	2,5'	20''	10'			0,187	0,704	1,287	0,257	1,075	1,589
20	20/10/97	61	24	24	24	3'	20''	10'			0,158	0,439	0,699	0,183	0,577	0,760
21	21/10/97	66	23	23	23	3,5'	20''	10'			0,130	0,354	0,546	0,162	0,458	0,601
22	22/10/97	71	23	23,5	23	3,5'	20''	10'	10,85	4,44	0,152	0,304	0,435	0,153	0,397	0,497
24	24/10/97	76	24	24	24	3'	20''	10'			0,126	0,292	0,417	0,146	0,364	0,458
27	27/10/97	81	23	23	23	3,5'	20''	10'	10,83	4,62	0,109	0,124	0,148	0,115	0,144	0,161

GRÁFICO 36

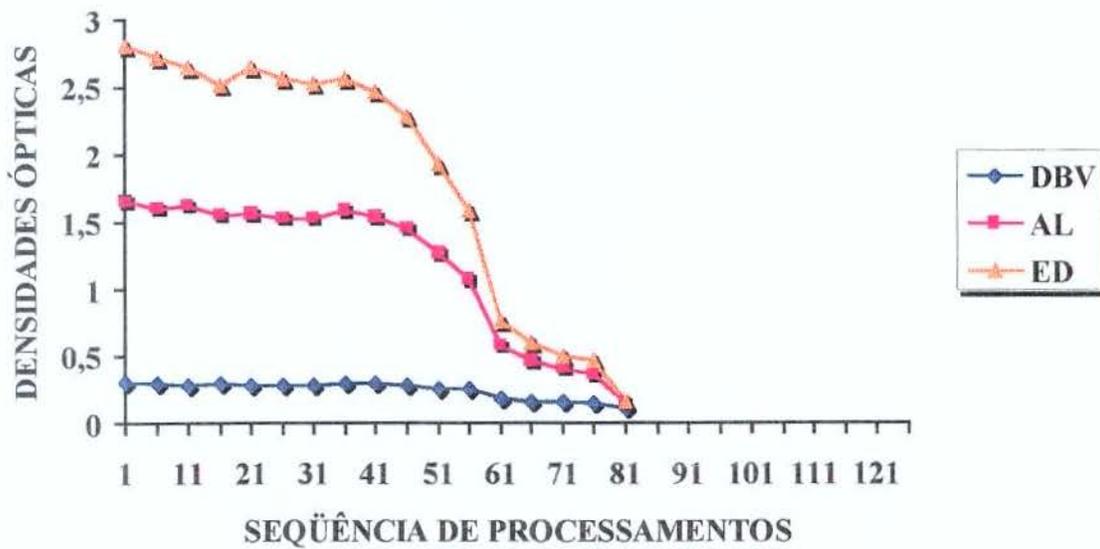
SOLUÇÃO G - ESCALA DE DENSIDADES



Densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades processadas na solução G

GRÁFICO 37

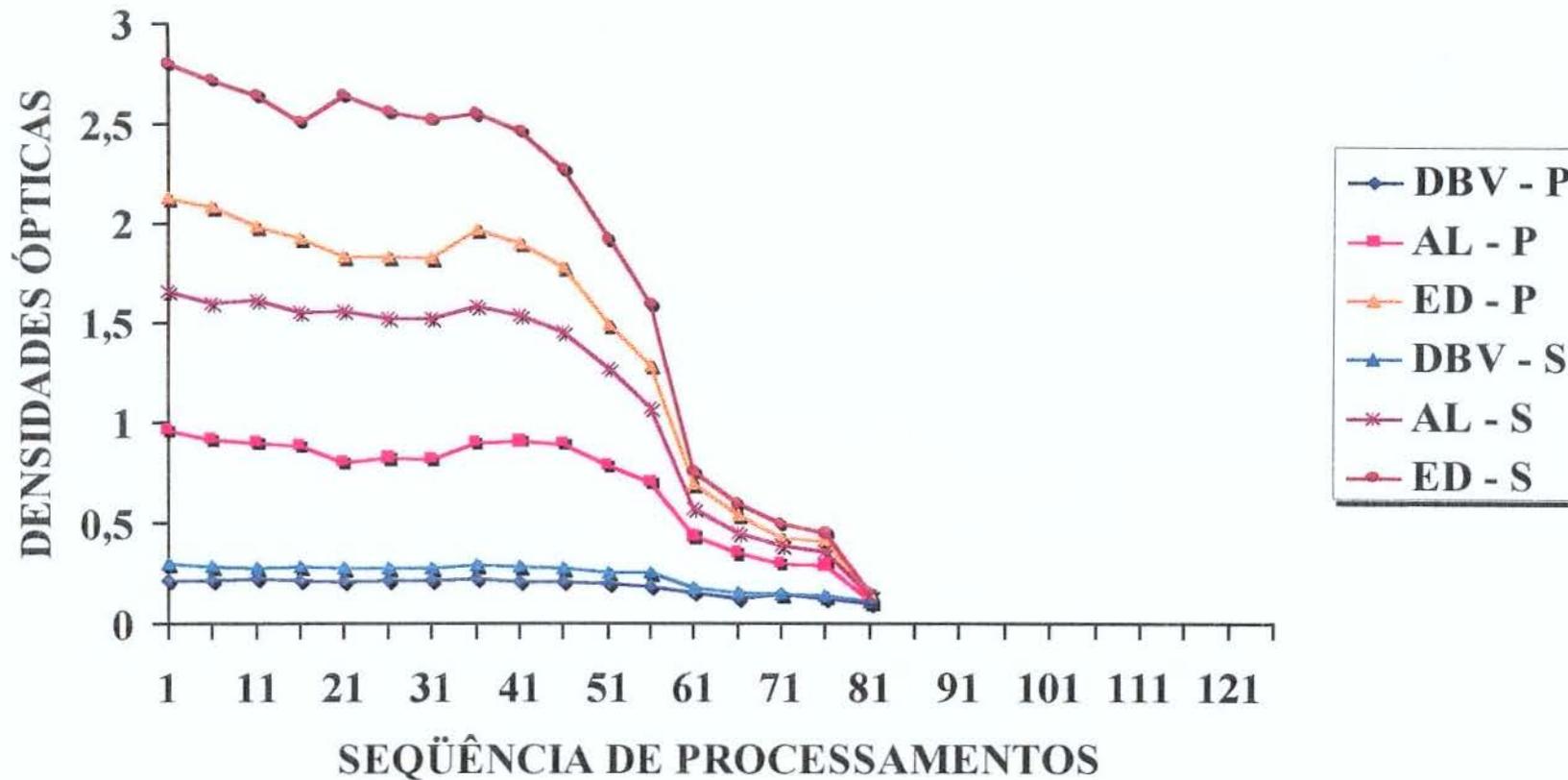
SOLUÇÃO G - SIMULADOR



Densidades ópticas resultantes das radiografias do simulador processadas na solução G

GRÁFICO 38

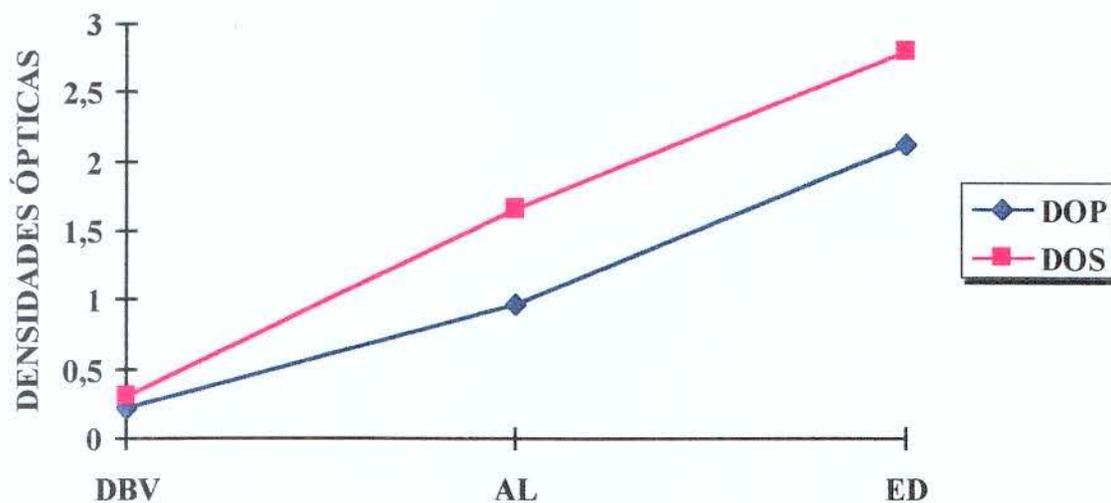
SOLUÇÃO G - ESCALA DE DENSIDADES + SIMULADOR



Análise comparativa entre as densidades ópticas resultantes das radiografias da escala de densidades (penetrômetro- P) e simulador (S), processadas na solução G

GRÁFICO 39

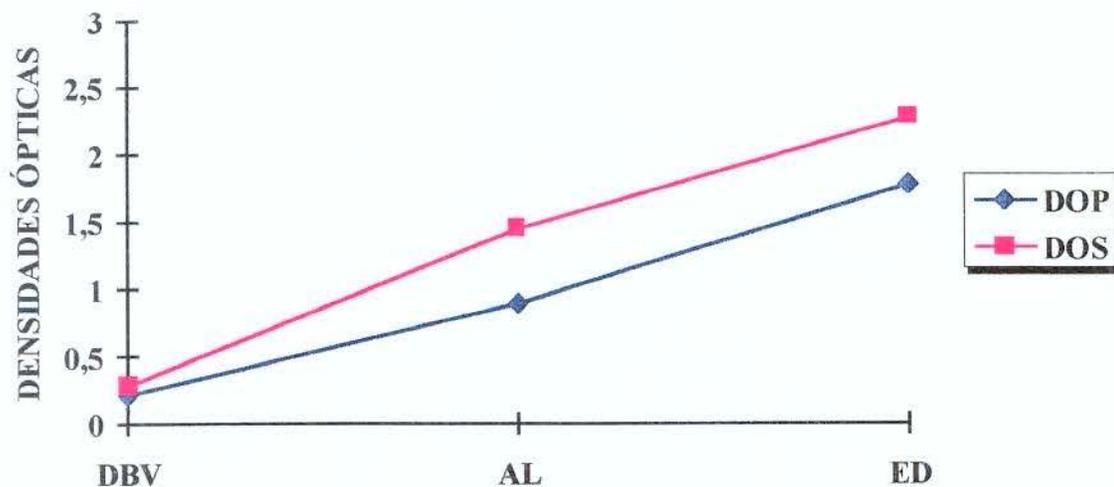
SOLUÇÃO G - RADIOGRAFIAS 01 A 05



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 1º dia

GRÁFICO 40

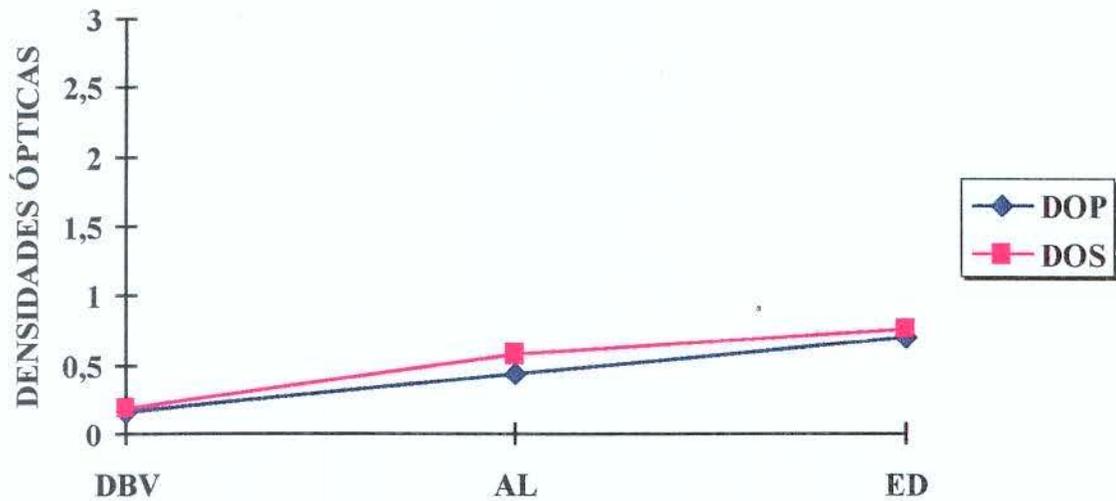
SOLUÇÃO G - RADIOGRAFIAS 46 A 50



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 15º dia

GRÁFICO 41

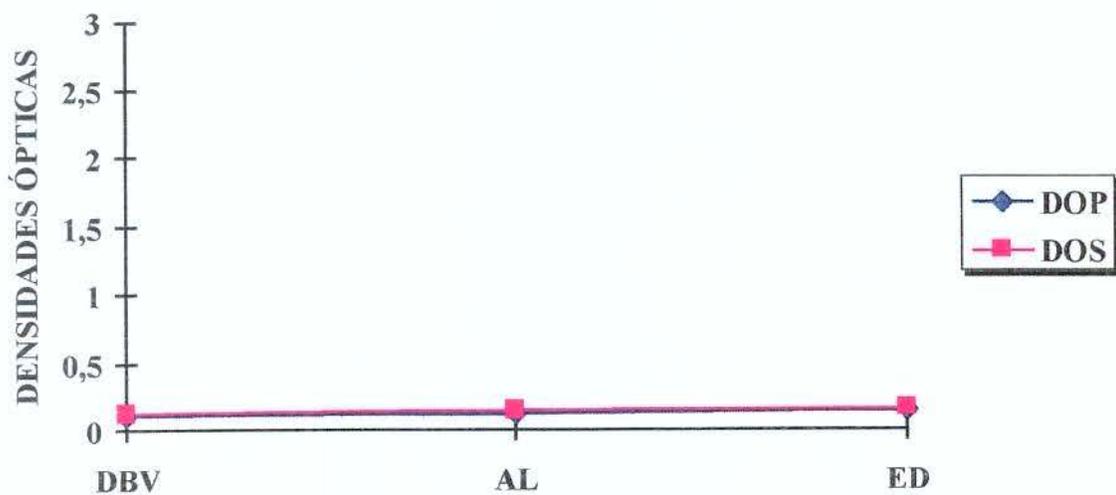
SOLUÇÃO G - RADIOGRAFIAS 61 A 65



Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 20º dia

GRÁFICO 42

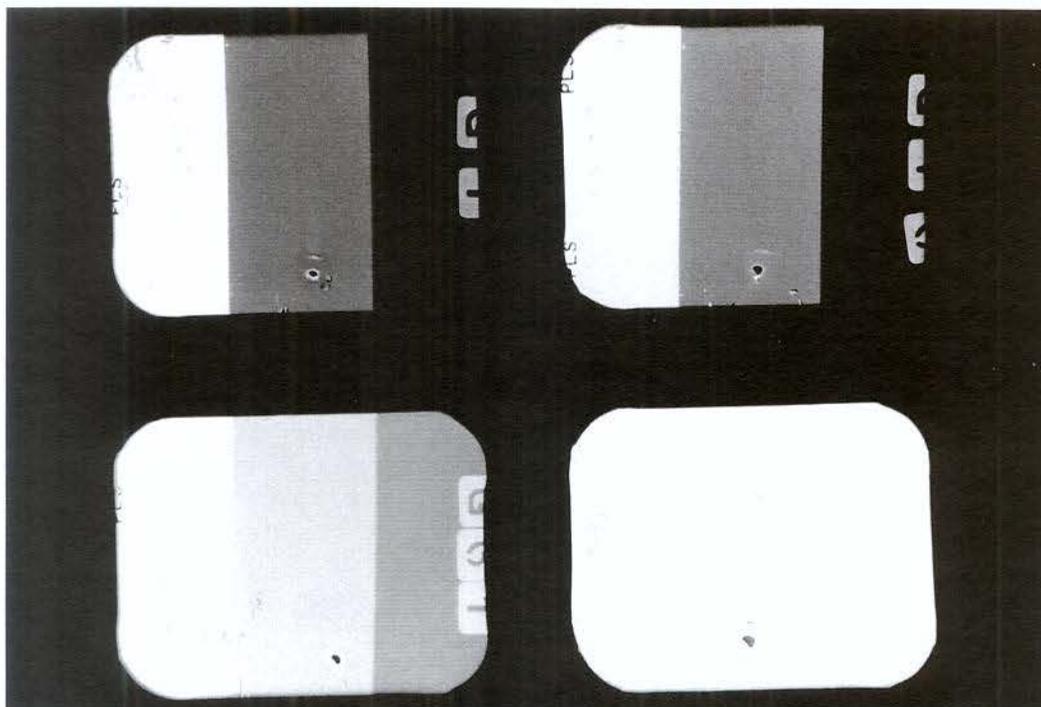
SOLUÇÃO G - RADIOGRAFIAS 81 A 85



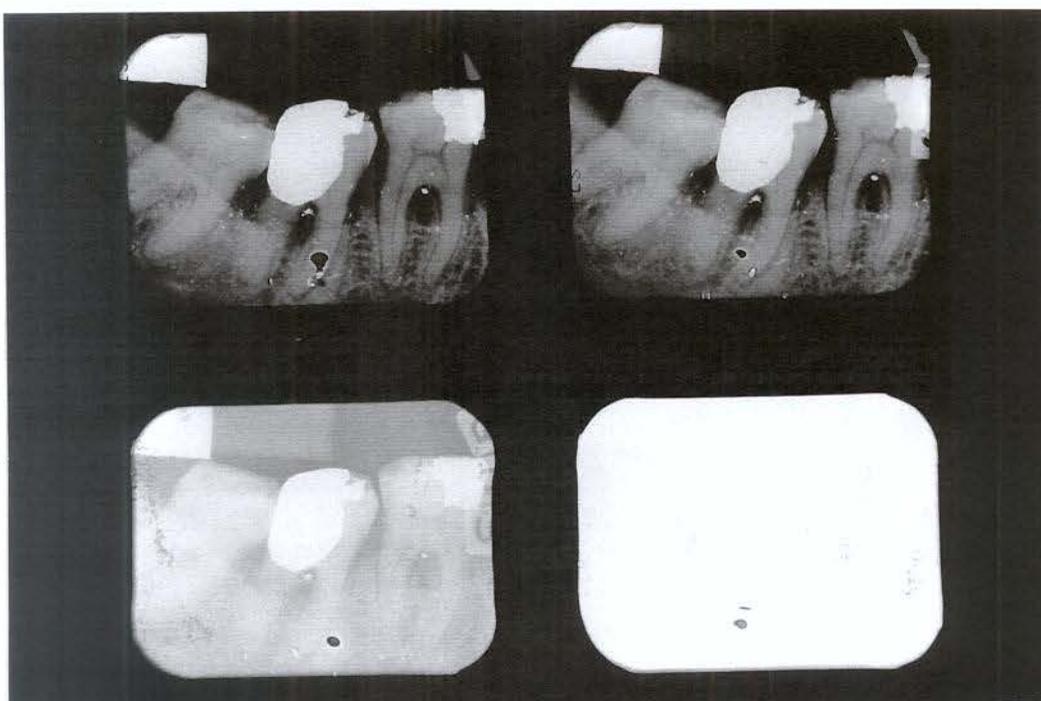
Densidades ópticas obtidas com o processamento das radiografias na solução G no 27º dia

FIGURA 23

Radiografias da escala de densidades processadas na solução G: nº1 (superior esquerda), nº 46 (superior direita), nº61 (inferior esquerda), nº81 (inferior direita)

**FIGURA 24**

Radiografias do simulador processadas na solução G: nº5 (superior esquerda), nº 50 (superior direita), nº65 (inferior esquerda), nº85 (inferior direita)



7.7 – RESULTADOS ESTATÍSTICOS

As médias de pH e temperatura, obtidas das 3 soluções reveladoras e fixadoras, nas duas etapas, bem como as médias gerais por etapa, são apresentadas a seguir.

7.7.1 - pH

O pH **inicial** dos reveladores apresentou-se:

- 10, 19 para a solução A e 10,32 para a solução E;
- 10, 20 para a solução B e 10,31 para a solução F;
- 10, 23 para a solução D e 10, 34 para a solução G;

O pH **final** dos reveladores apresentou-se:

- 9,97 para a solução A e 10,51 para a solução E;
- 10,87 para a solução B e 11 para a solução F;
- 10,57 para a solução D e 10,83 para a solução G;

O pH **inicial** dos fixadores apresentou-se:

- 4,49 para a solução A e 4,36 para a solução E;
- 4,50 para a solução B e 4,34 para a solução F;
- 4,49 para a solução D e 4,31 para a solução G;

O pH **final** dos fixadores apresentou-se:

- 4,68 para a solução A e 4,62 para a solução E;
- 4,66 para a solução B e 4,48 para a solução F;
- 4,71 para a solução D e 4,62 para a solução G;

TABELA 1

Médias obtidas para pH do revelador e fixador,
das três soluções, nas duas etapas do experimento

ORIGEM	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
Revelador	A vs E	Média	10,46	10,71
	B vs F	Média	10,60	10,88
	D vs G	Média	10,61	10,78
Fixador	A vs E	Média	4,63	4,51
	B vs F	Média	4,59	4,49
	D vs G	Média	4,60	4,45

Observa-se, pela Tabela 1, quando estudadas as duas etapas separadamente, confrontando-se as soluções provenientes dos mesmos frascos, que as maiores médias, das 3 soluções fixadoras, foram obtidas na 1ª etapa, ou seja, os fixadores da 2ª etapa apresentaram maior acidez. Nos reveladores ocorreu situação inversa; as maiores médias foram obtidas na 2ª etapa, traduzindo-se em maior alcalinidade destes reveladores. Porém estas diferenças, tanto para reveladores quanto para fixadores, podem ser consideradas bastante discretas.

A figura 25 ilustra este comportamento.

FIGURA 25

Comportamento do pH das soluções reveladoras e fixadoras, nas duas etapas do experimento

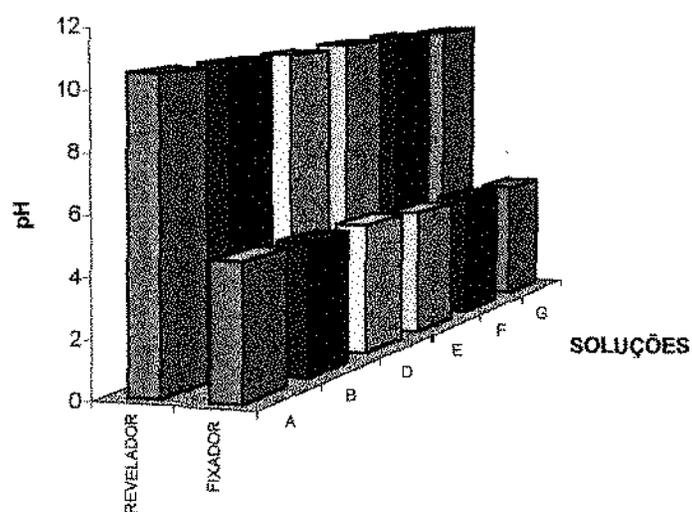


TABELA 2

Médias obtidas para pH das 3 soluções conjuntamente, nas duas etapas do experimento

ORIGEM	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
Revelador	ABD vs EFG	Média	10,55	10,79
Fixador	ABD vs EFG	Média	4,61	4,48

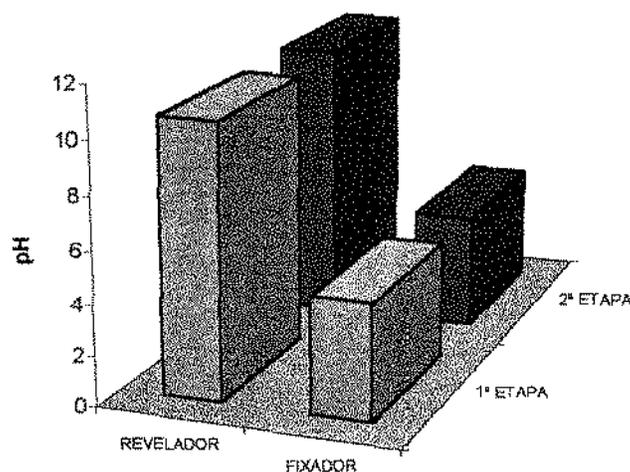
Quando estudadas as soluções da 1ª e 2ª etapas conjuntamente, observa-se que foram detectadas pequenas diferenças entre as médias de pH da 1ª e da 2ª etapa, tanto para o revelador, quanto

para o fixador. Confirmando os resultados anteriores, no fixador a maior média foi a da 1ª etapa, significando menor acidez dos fixadores A, B e D, o contrário ocorrendo no revelador, ou seja, os reveladores E, F e G apresentaram-se mais alcalinos.

A Figura 26 ilustra o comportamento discutido.

FIGURA 26

Comportamento do pH do revelador e fixador das 3 soluções estudadas conjuntamente, nas duas etapas



7.7.2 - Temperatura

TABELA 3

Médias obtidas para **temperatura** das soluções conjuntamente, nas duas etapas, para o revelador e fixador

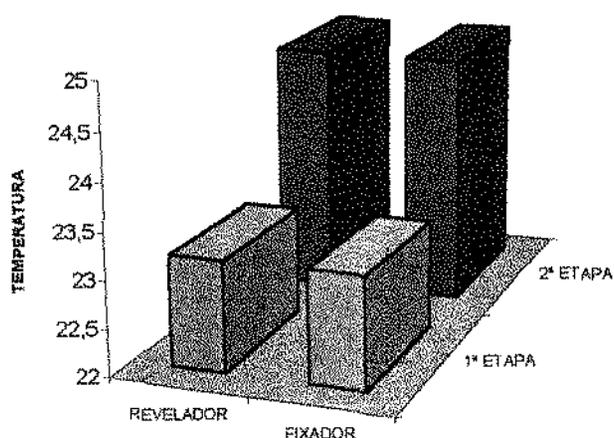
ORIGEM	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
Revelador	ABD vs EFG	Média	23,17	24,68
Fixador	ABD vs EFG	Média	23,18	24,68

Observa-se, pela Tabela 3, que houve diferenças de temperatura entre a 1ª e a 2ª etapa, para médias obtidas tanto no revelador, quanto no fixador, sendo que as maiores médias, em ambos os casos, foram obtidas na 2ª etapa.

A Figura 27 ilustra este comportamento.

FIGURA 27

Comportamento da temperatura do revelador e fixador das 3 soluções, nas duas etapas



7.7.3 – Densidades ópticas

As médias para as variáveis Densidade Base e Velamento (DBV), Alumínio (AL) e Exposição Direta (ED) das soluções provenientes dos três frascos, nas duas etapas, bem como as médias

gerais por etapa (provenientes dos três frascos conjuntamente), na escala de densidade e no simulador, são apresentadas nas tabelas 4 a 7, a seguir.

TABELA 4

Médias obtidas para Densidade Base e Velamento (**DBV**), Alumínio (**AL**) e Exposição Direta (**ED**), das radiografias expostas na **escala de densidades**, processadas nas 3 soluções, nas duas etapas; valor de t para comparação das médias, e respectiva significância estatística

VARIÁVEIS	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
DBV	A vs E	Média	0,171	0,193
		T	2,15*	
	B vs F	Média	0,182	0,197
		T	1,41 ^{ns}	
	D vs G	Média	0,180	0,191
		T	1,12 ^{ns}	
AL	A vs E	Média	0,679	0,663
		T	0,25 ^{ns}	
	B vs F	Média	0,706	0,691
		T	0,22 ^{ns}	
	D vs G	Média	0,730	0,695
		T	0,50 ^{ns}	
ED	A vs E	Média	1,454	1,387
		T	0,39 ^{ns}	
	B vs F	Média	1,498	1,441
		T	0,33 ^{ns}	
	D vs G	Média	1,565	1,428
		T	0,77 ^{ns}	

* = Significativo pelo teste t, ao nível de 5% ($\alpha \leq 0,05$).

ns = Não significativo, considerando-se um nível mínimo de significância de 5% ($\alpha > 0,05$).

Pela Tabela 4 observa-se que, na escala de densidades, quando estudadas as soluções separadamente, só foi detectada diferença

significativa para médias de DBV, nas soluções A vs E (ao nível de 5%), sendo que a maior média ocorreu na 2ª etapa (E), o mesmo acontecendo com as outras soluções (maiores médias de F e G), embora com diferenças não significativas. Para as variáveis AL e ED, que também não apresentaram diferença significativa pelo teste t em nenhuma das comparações, as médias da 1ª etapa (A, B, D) foram maiores que as da 2ª (E, F, G).

A Figura 28 ilustra este comportamento.

FIGURA 28

Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, nas 3 soluções, nas duas etapas, na escala de densidades

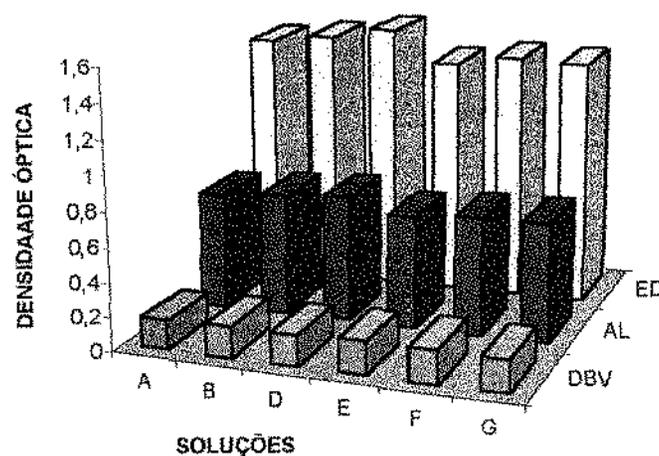


TABELA 5

Médias obtidas para Densidade Base e Velamento (DBV), Alumínio (AL) e Exposição Direta (ED) das radiografias expostas na **escala de densidades**, processadas nas 3 soluções, nas duas etapas; valor de t para comparação das médias das etapas, e respectiva significância estatística

VARIÁVEIS	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
DBV	ABD vs EFG	Média T	0,177 2,76**	0,194
AL	ABD vs EFG	Média T	0,704 0,53 ^{ns}	0,683
ED	ABD vs EFG	Média T	1,502 0,84 ^{ns}	1,419

** = Significativo pelo teste t, ao nível de 1% ($\alpha \leq 0,01$).

ns = Não significativo, considerando-se um nível mínimo de significância de 5% ($\alpha > 0,05$).

Quando estudadas as soluções conjuntamente (Tabela 5), observa-se que foi detectada diferença significativa entre a 1ª e a 2ª etapa, na escala de densidades, apenas para a variável DBV (ao nível de 1%), com maior média obtida na 2ª etapa (E, F, G). Confirmando os resultados anteriores, para as variáveis AL e ED não foram detectadas diferenças significativas entre a 1ª e a 2ª etapa, mas as maiores médias foram obtidas na 1ª etapa.

Na Figura 29 pode-se observar este comportamento.

FIGURA 29

Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, nas 3 soluções conjuntamente, nas duas etapas, na escala de densidades

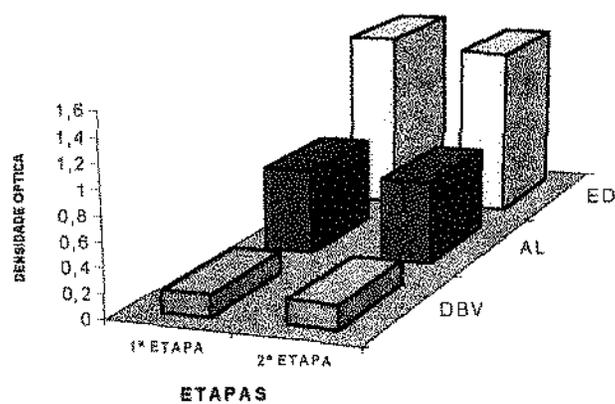


TABELA 6

Médias obtidas para Densidade Base e Velamento (DBV), Alumínio (AL) e Exposição Direta (ED), das radiografias expostas no **simulador**, processadas nas 3 soluções, nas duas etapas; valor de t para comparação das médias, e respectiva significância estatística

VARIÁVEIS	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
DBV	A vs E	Média t	0,206 2,72**	0,245
	B vs F	Média t	0,208 2,68**	0,249
	D vs G	Média t	0,207 2,52**	0,244
AL	A vs E	Média t	1,221 0,50 ^{ns}	1,152
	B vs F	Média t	1,236 0,50 ^{ns}	1,166
	D vs G	Média t	1,279 0,77 ^{ns}	1,170
ED	A vs E	Média t	1,878 0,07 ^{ns}	1,860
	B vs F	Média t	1,904 0,10 ^{ns}	1,881
	D vs G	Média t	1,982 0,48 ^{ns}	1,864

** = Significativo pelo teste t, ao nível de 1% ($\alpha \leq 0,01$).

ns = Não significativo, considerando-se um nível mínimo de significância de 5% ($\alpha > 0,05$).

Observa-se, pela Tabela 6, que no simulador, quando estudadas as 3 soluções separadamente, comparando-se as duas etapas, foram detectadas diferenças significativas para médias de DBV, nas soluções A vs E, B vs F e D vs G (ao nível de 1%), sendo que as maiores

médias ocorreram na 2ª etapa (E,F,G). Para as variáveis AL e ED não foram detectadas diferenças significativas pelo teste t em nenhuma das comparações; entretanto, todas as médias da 1ª etapa (A, B, D) foram maiores que as da 2ª etapa (E, F, G).

A Figura 30 ilustra este comportamento.

FIGURA 30

Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, nas 3 soluções, nas duas etapas, no simulador

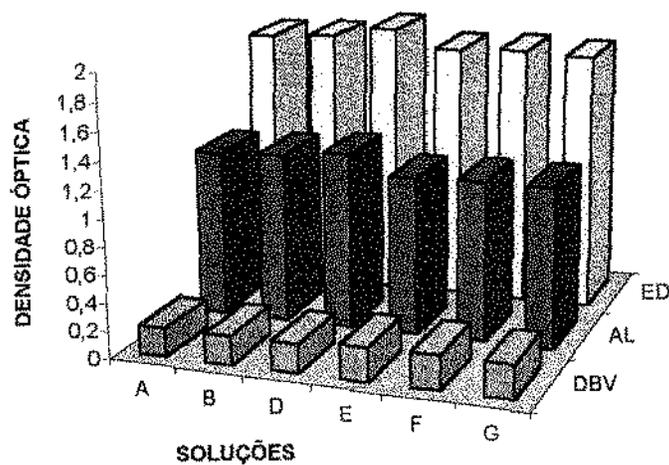


TABELA 7

Médias obtidas para Densidade Base e Velamento (DBV), Alumínio (AL) e Exposição Direta (ED), das radiografias expostas no **simulador**, processadas nas 3 soluções, nas duas etapas; valor de t para comparação das médias das etapas, e respectiva significância estatística

VARIÁVEIS	COMPARAÇÃO	ESTATÍSTICAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA
DBV	ABD vs EFG	Média	0,207	0,246
		T	4,65**	
AL	ABD vs EFG	Média	1,244	1,163
		T	1,02 ^{ns}	
ED	ABD vs EFG	Média	1,919	1,869
		T	0,36 ^{ns}	

** = Significativo pelo teste t, ao nível de 1% ($\alpha \leq 0,01$).

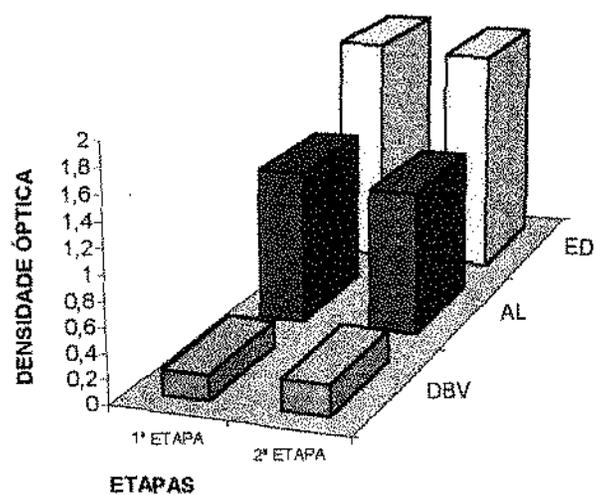
ns = Não significativo, considerando-se um nível mínimo de significância de 5% ($\alpha > 0,05$).

Quando estudadas as soluções conjuntamente (Tabela 7), observa-se que foi detectada diferença significativa entre a 1ª e a 2ª etapa, no simulador, apenas para a variável DBV (ao nível de 1%), com maior média obtida na 2ª etapa (E, F, G). Confirmando os resultados anteriores, para as variáveis AL e ED não foram detectadas diferenças significativas entre a 1ª e a 2ª etapa, mas as maiores médias foram obtidas na 1ª etapa.

Na Figura 31 pode-se observar este comportamento.

FIGURA 31

Comportamento das variáveis DBV, AL e ED, das 3 soluções conjuntamente, nas duas etapas, no simulador



DISCUSSÃO

8 – DISCUSSÃO

A interpretação radiográfica exige do cirurgião dentista uma série de conhecimentos prévios como anatomia topográfica e radiográfica da região dentomaxilofacial, técnica e processamento radiográfico, princípios de formação de imagem, patologia e outros, que fazem desta uma tarefa de difícil execução.

Sendo complexa, a interpretação pode tornar-se impossível, se realizada a partir de radiografias insatisfatórias. Sabe-se que uma radiografia só apresentará qualidade para interpretação e arquivamento, se for obtida a partir de procedimentos técnicos adequados e executados com critério por parte do cirurgião dentista, ou técnico em Radiologia. Sem dúvida, uma das etapas mais críticas dentro da obtenção de uma radiografia é o processamento, e, dentro deste, o controle da atividade das soluções é de capital importância para a manutenção de um padrão de qualidade.

As caixas de processamento, mesmo não oferecendo as mesmas condições que as câmaras escuras convencionais, são utilizadas na grande maioria dos consultórios odontológicos brasileiros (CAPELOZZA¹⁶, 1985), pois a sua praticidade e a pequena demanda de exames radiográficos realizados diariamente nestas clínicas, parecem não estimular o profissional à utilização de um ambiente especialmente construído para este fim.

Neste trabalho, procuramos, dentro do possível, simular as condições de um consultório odontológico no que diz respeito ao número médio de processamentos diários, utilização de caixas de processamento,

iluminação através de lâmpadas fluorescentes, não havendo controle da temperatura ambiente, nem das soluções de processamento. Porém executamos o processamento de forma padronizada, através do método temperatura/tempo, porque o nosso objetivo foi avaliar a degradação das soluções através de mensurações das densidades ópticas das radiografias obtidas e análise subjetiva.

Como não havia controle da temperatura das soluções, antes dos processamentos registrávamos a temperatura de cada solução e a partir daí consultávamos uma tabela que indicava o tempo de revelação daquele dia.

Estudamos três diferentes condições de armazenamento das soluções e a sua possível influência na atividade das mesmas. A primeira solução foi armazenada em geladeira, conforme é feito por um grande número de profissionais. A segunda solução foi armazenada em um local que, dentro de certos limites, a preservava do contato com grandes variações de temperatura e excesso de iluminação. A última foi mantida em um ambiente totalmente exposto à energia luminosa e à variação de temperatura, ou seja, de uma maneira considerada insatisfatória.

8.1 – Densidades ópticas

Realizamos análises densitométricas das radiografias obtidas a partir da exposição da escala de densidades e simulador, e as médias destas densidades estão representadas nos quadros e gráficos no capítulo referente aos resultados deste trabalho. Não foi intuito desta pesquisa o emprego de análise sensitométrica, ou seja, o estudo das propriedades

sensitométricas (sensibilidade, latitude e contraste) mediante a construção de curvas características; por isso não utilizamos exposições logarítmicas e nossa escala de densidades produzia nas radiografias apenas três faixas de exposição (DBV, AL e ED), o que foi suficiente para avaliarmos as alterações das densidades ópticas no decorrer do experimento.

As radiografias da escala de densidades e simulador foram realizadas da maneira mais padronizada possível, porém pode ser observado que as médias das suas densidades ópticas são diferentes, ou seja, as radiografias do simulador possuem médias mais altas. Isto deve-se a maneira de obtenção destas radiografias, pois os fatores de exposição empregados foram diferentes; além disso as radiografias do simulador foram tomadas de uma mandíbula macerada incluída em resina, que produzia radiação secundária, o que elevou as densidades ópticas por velamento. Este fato também foi constatado nos trabalhos de MONTEBELO FILHO⁴³ (1991), RIBEIRO & TAVANO⁵² (1993), SANTOS⁵⁶ (1996).

Analisando os quadros e gráficos construídos a partir das médias das densidades ópticas, pode-se observar que, apesar das médias das radiografias do simulador serem mais altas que as da escala de densidades, ambas tiveram as mesmas respostas em relação à diminuição da atividade das soluções ao longo de todo o experimento e no teste de todas as soluções.

Nos resultados estatísticos, podemos observar nas tabelas de 4 a 7 que não houveram diferenças significativas entre as médias das densidades, tanto para as radiografias da escala de densidades, quanto as do simulador, para todas as soluções testadas, o que evidencia que as

diferentes condições de armazenamento destas soluções não influenciaram na atividade das mesmas. O único dado a ser destacado é a diferença significativa a nível de 1% entre as densidades da faixa de DBV das soluções entre a primeira fase do experimento (A, B e D) e a segunda fase (E, F e G), onde as médias foram superiores. Acreditamos que isto deva-se provavelmente à época em que foi realizada a segunda etapa do experimento, pois as soluções apresentavam temperaturas mais elevadas, possivelmente aumentando as densidades das radiografias, o que está de acordo com ALCOX & WAGGENER⁴ (1971), ALCÂNTARA *et al.*² (1977), THOROGOOD *et al.*⁷⁰ (1988), que correlacionaram a elevação da temperatura com o aumento das densidades ópticas. Por meio da observação das tabelas 4 a 7 nos resultados estatísticos, é possível constatar que as médias de densidades da segunda fase do experimento para as faixas de AL e ED, ao contrário da faixa de DBV, apresentaram-se mais baixas. Na realidade o que ocorreu, e pode ser observado nos quadros de dados de 1 a 6, é que as densidades nas três faixas (DBV, AL e ED) iniciaram mais altas na segunda fase, porém nesta etapa, as soluções tiveram uma queda mais brusca da atividade, o que pode ser constatado pela observação dos gráficos comparativos, e isto fez com que suas médias de densidades se apresentassem mais baixas, principalmente nas faixas de AL e ED, onde a degradação manifesta-se de maneira mais efetiva, pois estas faixas de densidade mais elevada necessitam de maior atividade do revelador, que tem de reduzir a prata metálica um número maior de cristais. Como na faixa de DBV a ação da degradação é menos evidente, esta apresentou-se significativamente mais alta na segunda etapa do experimento. Esta explicação é reforçada pela análise das tabelas 4 e

6, que confrontam as soluções individualmente e a diferença significativa da DBV a nível de 1% para as 3 soluções, nas duas etapas, só ocorre na tabela 6, onde são analisadas as radiografias obtidas da exposição no simulador, ou seja, esta diferença se manifestou de maneira mais visível nas radiografias de densidades mais altas.

8.2 – Atividade das soluções

Os dados colhidos das duas etapas deste experimento estão contidos nos quadros de 1 a 6. Estes dados permitiram a construção de gráficos numerados de 1 a 42, que facilitam uma análise comparativa das soluções em momentos distintos, ou seja, o primeiro teste realizado com líquidos novos, utilizados imediatamente após a abertura dos frascos, e o segundo realizado com as soluções destes mesmos frascos, 37 dias após sua abertura. Durante este período as soluções permaneceram armazenadas em ambientes diferentes, como foi explicado anteriormente.

Analisando os dados estatísticos, é possível observar que as médias de densidades da 1ª para a 2ª etapa do experimento não apresentaram diferenças significativas (com exceção da DBV), porém houve diferenças entre as duas etapas quanto ao período de utilização das soluções, ou seja, as soluções provenientes dos frascos recém abertos (A, B e D), tiveram um período de utilização maior, média de 33 dias, processando um maior número de filmes, média de 120 filmes. Após o seu armazenamento sob diferentes condições (E, F e G) tiveram um período de utilização de 27 dias e processaram 85 filmes cada uma. Estes

resultados foram bastante semelhantes aos obtidos por MONTEBELO FILHO⁴³ (1991).

Na 1ª fase do experimento, as soluções A, B e D sofreram uma queda acentuada de suas atividades após o 96º processamento (26º dia), o que está bem representado nos gráficos comparativos. Já na segunda fase, estas soluções, após seu armazenamento (E, F e G) tiveram um período bem menor de atividade, pois no processamento 46º (15º dia) houve uma queda expressiva das densidades, e no 56º processamento (17º dia) as densidades caíram bruscamente, denotando uma degradação acentuada das soluções.

Este fato demonstra que as diferentes condições de armazenamento não influíram na atividade das soluções, pois tanto as médias das densidades não tiveram diferenças significativas, quanto o período de utilização foi menor na segunda etapa, independente do modo de armazenamento das soluções.

8.3 – pH

O pH das soluções reveladoras e fixadoras foram medidos semanalmente antes do início dos processamentos. Os valores estão registrados nos quadros de dados referentes a cada solução testada. As médias estão apresentadas nas tabelas 1 e 2. Neste estudo, o pH das soluções reveladoras e fixadoras sofreu pequenas variações, permanecendo quase constante.

Através dos quadros de dados, pode ser observado que o pH das soluções reveladoras na segunda etapa do experimento (soluções E, F e G)

apresentou valores mais altos do que na primeira etapa (soluções A, B e D) para todas as soluções. Outro fato a ser destacado é que, com exceção da solução A, o pH final de cada solução testada foi mais alto do que o inicial, ou seja, ao final dos testes, os reveladores apresentaram-se mais alcalinos. Teoricamente, a maior alcalinidade resultaria em melhor potencial redutor. Porém, verifica-se nestes resultados que, com exceção da DBV, não houve diferenças significativas entre as médias de densidades ópticas das soluções. Ainda, é importante ressaltar que todas as soluções reveladoras, com exceção da A, ao final do experimento, quando degradadas, apresentaram seu pH mais alcalino do que no início do experimento, quando estavam em total atividade. Isto também foi observado no experimento de SILVEIRA *et al.*⁶⁰ (1986), que apesar de não ter ocorrido a degradação da solução por eles estudada, esta já havia manifestado sinais indicativos de início de perda da atividade.

O pH das soluções fixadoras da 1ª etapa do experimento apresentou-se mais alto do que na 2ª etapa, ou seja, as soluções fixadoras A, B e D apresentaram-se menos ácidas do que as soluções E, F e G.

Todas as soluções aumentaram o pH ao final de cada teste, logo diminuíram sua acidez. De posse destes resultados, acreditamos que estas pequenas variações de pH, tanto das soluções reveladoras como fixadoras, não têm influência sobre a degradação das mesmas, o que foi observado também nos trabalhos de TAVANO & RAYMUNDO JÚNIOR⁶⁹ (1982), BARATIERI *et al.*¹² (1984), SILVEIRA *et al.*⁶⁰ (1986), MONTEBELO FILHO⁴³ (1991), RIBEIRO & TAVANO⁵² (1993), SANTOS⁵⁶ (1996).

8.4 – Temperatura

As médias das temperaturas das soluções estão apresentadas na tabela 3. Na primeira fase do experimento a média das temperaturas dos reveladores ficou em 23,17°C e dos fixadores 23,18°C; na segunda fase foi de 24,68°C para os reveladores e fixadores. Esta diferença deve-se à época de realização das duas etapas do experimento, pois a primeira etapa foi realizada entre os dias 25/08 e 29/09 (final do inverno) e a segunda etapa de 1/10 a 27/10 (primavera).

A faixa de temperatura para as soluções reveladoras e fixadoras na primeira fase situou-se entre 21°C e 25°C e na segunda fase 23°C e 27°C.

Como utilizamos o método temperatura/tempo, foi empregada a seguinte tabela para definir o tempo de revelação, conforme proposta pela Kodak, em 1964, segundo ROSA⁵³ (1975):

TEMPERATURA	TEMPO
16°C	8 min.
18°C	5 min./30 seg.
20°C	4 min./30 seg.
21°C	4 min.
24°C	3 min.
27°C	2 min./15 seg.

Para maior padronização dos processamentos, adotamos os seguintes tempos intermediários, como utilizados por SANTOS⁵⁶ (1996):

TEMPERATURA	TEMPO
19°C	5 min.
22°C	4 min.
23°C	3 min./30 seg.
25°C	2 min./30 seg.
26°C	2 min./30 seg.

As temperaturas mais elevadas na segunda etapa do experimento, e a menor vida útil das soluções neste período levam a uma concordância com INGLE *et al.*³⁴ (1965), ALCOX & JAMESON³ (1969), ALCOX & WAGGENER⁴ (1971), SILVEIRA *et al.*⁶⁰ (1986), que observaram uma maior tendência à degradação em processamentos com temperaturas elevadas. Porém acreditamos que esta pequena variação de temperatura entre as duas etapas do nosso experimento não seria suficiente para acelerar o processo de degradação das soluções E, F e G, concordando com os resultados de MONTEBELO FILHO⁴³ (1991), que não considerou significativa a influência de pequenas variações de temperatura na degradação das soluções.

CONCLUSÕES

9 – CONCLUSÕES

Os resultados dos testes realizados com as três soluções, em duas etapas, ou seja, imediatamente após a abertura dos frascos e posteriormente ao seu armazenamento em diferentes condições, permitiram-nos concluir que:

- 1- As condições de armazenamento não influíram na degradação das soluções, sendo o seu período médio de utilização até a total perda da atividade de 33 dias na primeira fase do experimento e de 27 dias na segunda fase.
- 2- O número médio de processamentos até a degradação das soluções foi de 120 filmes na primeira etapa e 85 filmes na segunda etapa.
- 3- O pH das soluções apresentou pequenas variações e não influenciou na degradação das mesmas, sendo que a maior alcalinidade final dos reveladores não determinou sua maior atividade química. Da mesma forma, nas faixas de variação apresentadas neste experimento, a temperatura das soluções não exerceu influência na sua degradação.

SUMMARY

10 – SUMMARY

The present study had as goal to evaluate if different storage conditions of developing and fixing solutions, from Kodak, ready to use, had any influence on their degradation after beginning of use. For this purpose, dentist's office conditions were simulated, with the processing Kodak films EP-21P on processing boxes.

On the first stage, the former 200 ml of each solution were used immediately after bottle opening, until total degradation, while remaining was stored under different conditions: one solution was stored in refrigerator, one in a place light – and temperature variation – protected, and the last was kept in an environment totally open to light and temperature variation, including sunlight.

The obtained results, by comparison of optical densities and subjective analysis of the processing films, allowed us to conclude that the storage conditions did not matter on the solution degradation, since the average use time was shorter in the second stage than the first stage (27 days and 33 days, respectively), in despite of the storage conditions. The average number films until solution degradation was 120 on the first stage and 85 on the second stage.

The pH and temperature of solutions had some little variation but this had no influence on degradation.

Key Words: Processing solutions, storage, degradation, Dentistry, processing boxes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

1. ACHUTTI, N.L.A., TAVANO, O., ALVARES, L.C. Estudo comparativo das propriedades sensitométricas de dois reveladores para filmes radiográficos periapicais: rápido (Gecker) e convencional. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.11, n.1, p.47-49, jan./jun. 1977.
2. ALCÂNTARA, T.M.C. et al. Avaliação de dois reveladores radiográficos através do método sensitométrico. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.11, n.1, p.35-46, jan./jun. 1977.
3. ALCOX, R.W., JAMESON, W.R. Rapid dental X-ray film processor for selected procedures. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v.78, n.3, p.517-519, Mar. 1969.
4. _____, WAGGENER, D.T. Status report on rapid processing devices for dental radiographic film. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.83, n.6, p. 1330-1333, Dec. 1971.

* De acordo com a NBR 6023, de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos periódicos em conformidade com o "World List of Scientific Periodicals".

5. ALVARES, A.L.G., ALVARES, L.C., TAVANO, O. Estudo comparativo entre os filmes radiográficos dentais Agfa-Gevaert, Kodak Ultra-speed e Kodak Ektaspeed, processados na solução Kodak. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.16, n.1, p.8-13, jan./jun. 1986.
6. ALVARES, L.C., FREITAS, A. As quantidades de brometo de potássio em alguns reveladores radiográficos e suas influências no filme periapical. **Revta Fac. Odont. Univ. S Paulo**, São Paulo, v.5, n.3, p. 271-274, jul./set. 1967.
7. _____, FREITAS, J.A.S. Estudo comparativo entre dois reveladores para raios x dental através da curva característica. **Revta Fac. Odont. Univ. S Paulo**, São Paulo, v.5, n.4, p.357-361, out./dez. 1967.
8. _____, _____, ESTEVAM, E. Alguns reveladores para filmes radiográficos dentais, estudados através da curva característica. **Archos Cent. Estud. Fac. Odont. Univ. Minas Gerais**, Belo Horizonte, v.6, n.2, p.209-222, jul./dez. 1969.
9. _____, TAVANO, O., FREITAS, J.A.S. Estudo comparativo entre alguns materiais como substitutos para o tecido mole, no que concerne à absorção de raios X e emissão de radiação secundária. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.3, n.2, p.153-166, jul./dez. 1969.

10. AMERICAN STANDARD ASSOCIATION. **American standard method for the sensitometry of medical X-ray films: PH 2.9 – 1964.** New York, 1965. 13p.
11. BARATIERI, N.M.M., RIBEIRO, R.F., TAVANO, O. **Avaliação da solução processadora rápida Ray através dos métodos sensitométrico e subjetivo.** Bauru: FOB/USP, 1988.
12. _____, TAVANO, O., NAGEM FILHO, H. Análise do processo de exaustão do revelador e reforçador rápido Kodak para raios X. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.14, n.1/2, p.61-67, jan./jun. 1984.
13. BESSA, O. **Sistema postal para o controle de qualidade de revelação de radiografias intra-orais.** Monografia - Rio de Janeiro: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1983.
14. BLOXOM, R.M., MANSON-HING, L.R. The accuracy of an X-ray film quality-assurance step-wedge test. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.62, n.4, p.449-458, Oct. 1986.
15. BROWN JUNIOR., C.E. et al. Degradation of dental radiographic processing solutions. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v.87, n.6, p.1200-1205, Nov. 1973.

16. CAPELOZZA, A.L.A. **Avaliação das condições de radioproteção em consultórios odontológicos na cidade de Bauru – SP.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 1985. 189p.
17. CASTELO, M.P.G., TAVANO, O., LOPES, E.S. Comparação sensitométrica de um revelador rápido (Rayonal) com um revelador convencional (Kodak) para filmes radiográficos periapicais. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.13, n.1, p.12-19, jan./jun. 1983.
18. CHONG, M.P., DOCKING, A.R. The sensitometric properties of dental X-ray films. **Aust. dent. J.**, Saint Leonards, v. 10, n.5, p.354-360, Oct. 1965.
19. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES. Revised American Dental Association Specifications nº22 for intraoral dental radiographic film adopted. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.80, n.5, p. 1066-1068, May 1970.
20. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS, AND EQUIPAMENT. Recommendations for radiographic darkrooms and darkroom practices. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v.104, n.6, p.886-887, June 1982.

21. FJELLSTRÖM, C. et al. Optimal processing of Ektaspeed dental film. **Swed. dent. J.**, Stockholm, v.10, n.4, p.137-143, 1985.
22. FLEMING, R.D. A comparative sensitometric X-ray film study. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.31, n.5, p.701-718, May 1971.
23. FLETCHER, J.C. A comparison of Ektaspeed and Ultraspeed films using manual and automatic processing solutions. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.63, n.1, p.94-102, Jan. 1987.
24. FREDHOLM, V., JULIN, P. Rapid developing of Ektaspeed dental film by increase of temperature. **Swed. dent. J.**, Stockholm, v.11, n.3 p.121-126, 1987.
25. FROMMER, H.H., JAIN, R.K. A comparative clinical study of group D and E dental film. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.63, n.6, p.738-742, June 1987.
26. GEIST, J.R., GLEASON, M.J. Densitometric properties of rapid manual processing solutions. Abbreviated versus complete rapid processing. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.4, p.180-184, Apr. 1995.
27. HARDMAN, P.K., TILMON, M.F., TAYLOR, T.S. Radiographic solution contamination. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.63, n.6, p.733-737, June 1987.

28. HEDIN, M. Developing solutions for dental X-ray processors. **Swed. Dent. J.**, Stockholm, v.13, p.261-265, 1989.
29. _____. Stability of rapid dental radiographic developing solutions. **Swed. Dent. J.**, Stockholm, v.1, n.1, p.19-26, 1977.
30. HEIMANSOHN, H. Quality control for dental radiographs. **Dent. Dig.**, Pittsburgh, v.71, n.2, p.60-63, Feb., 1965.
31. HENRIKSON, C.O. The speed and contrast of dental films. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.17, n.3, p.326, Mar. 1964.
32. HUNT, S. The processing of dental X-ray film. **Dent. Practnr. Dent. Rec.**, Bristol, v.22, n.4, p.113-118, Dec.1971.
33. HURTER, F., DRIFFIELD, V.C. Photo-chemical investigation and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates. **J. Soc. chem. Ind.**, London, v.9, p. 455-496, May 1890.
34. INGLE, J.L., BEVERIDGE, E.E., OLSON, C.E. Rapid processing of endodontic "Working" roentgenograms. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.19, n.1, p.101-107, Jan. 1965.

35. KAFFE, I. Objective and subjective analysis of the image quality of two Ektaspeed dental X-ray films. **Dentomaxillofac. Radiol.** Stoneham, v.19, p.55-58, May 1990.
36. KRUIT, D., VAN AKEN, J. Sensitometry of printing X-ray pictures on paper using masks. **Dentomaxillofac. Radiol.** Stoneham, v.5, n.1-2, p.44-52, 1976.
37. LOZIER, M. Significance of correct processing in intra-oral röntgenography. II. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.3, n.8, p.1060-1069, Aug. 1950.
38. LUDLOW, J.B., PLATIN, E. Densitometric comparisons of Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.79, n.1, p.105-113, Jan. 1995.
39. MADDALOZZO, D., KNOEPEL, R.O., SCHOENFELD, C.M. Performance of seven rapid radiographic processing solutions. **Oral Surg.**, v.69, n.3, p.382-387, Mar. 1990.
40. MANSON-HING, L.R., MONNIER, P.Y. Radiographic densitometric evaluation of seven processing solutions. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.39, n.3, p.493-501, Mar.1975.

41. MANSON-HING, L. R., PATEL, J.R. Densitometric evaluation of quick X-ray developing solutions. **Oral Surg.**, Saint Louis, v. 43, n.3, p.467-472, Mar.1977.
42. _____, TURGUT, E. Evaluation of film processing with concentrated solutions. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.36, n.2, p.280-286, Aug. 1973.
43. MONTEBELO FILHO, A. **Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak dental, utilizando recipientes protegidos (plástico) e desprotegidos (vidro), simulando determinadas condições de trabalho em consultórios odontológicos.** Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 1991, 166p.
44. PANELLA, J. et al. Estudo comparativo da passagem de luz através de caixas portáteis de acrílico utilizadas para processamento químico. **Âmbito Odont.**, São Paulo, n.3, p.67-69, fev. 1991.
45. PAPPAS, G.C. The role of a proper developing technique in radiation hygiene. **Columbus dent. Soc. Bull.**, Columbus, v.24, n.4, p.12-13, 1966.

46. PENTEL, L., HYMAN, M. A method of assaying X-ray developer activity. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.24, n.6, p.777-780, Dec. 1967.
47. PESTRITTO, S.T., ANDERSON, S.J., BRASELTON, J.A. Comparison of diagnostic quality of dental radiographs produced by five rapid processing techniques. **J. Am dent. Ass.**, Chicago, v.89, n.2, p.353-355, Aug. 1974.
48. PREECE, J.W. Apud LANGLAIS, R.P., LANGLAND, O.E., NORTJÉ, C.J. **Diagnostic imaging of the jaws.** Baltimore : Williams & Wilkins, 1995. p.2.
49. PRICE, C. A method of determining the sensitometric properties of emulsions and processing techniques used in dental radiography. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.50, n.1, p.94-98, July 1980.
50. _____. A sensitometric evaluation of a dental radiographic developer additive. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.53, n.4, p.429-432, Apr. 1982.

51. RAYMUNDO JUNIOR., R., TAVANO, O. Análise do comportamento do revelador Roentex (diluído 1:3 e puro) através das propriedades sensitométricas, em comparação com a solução Kodak tomada como padrão. **Revta bras. Odont.**, Rio de Janeiro, v.39, n.3, p.16-25, maio/jun. 1982.

52. RIBEIRO, R. F., TAVANO, O. Avaliação da exaustão da solução reveladora Ray em câmara escura portátil de processamento. **Revta Odont. Univ. S Paulo**, São Paulo, v.7, n.3, p. 167-171, jul./set. 1993.

53. ROSA, J.E. Considerações sobre o processamento radiográfico. **Revta catar. Odont.**, Florianópolis, v.2, n.1, p.29-36, jul./dez. 1975.

54. SÁ, M.S.H., ALVARES, L.C., TAVANO, O. Análise comparativa de variações de tempos de exposição e revelação no filme radiográfico periapical Kodak DF-58. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.16, n.1, 1-7, jan./jun. 1986.

55. SANTANA, E.L.Q. Confronto de algumas soluções reveladoras usadas em radiografias dentárias. 2ª parte. **Revta bras. Odont.**, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.24-30, mar/abr. 1982.

56. SANTOS, E. **Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak e Sillib, prontas para uso, em recipientes de plástico e de vidro, protegidos e desprotegidos, simulando as condições de trabalho em consultórios odontológicos.** Tese (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1996, 119p.
57. SELMAN, J. Sensitometry. In: _____. **The fundamentals of X-ray and radium physics.** 4. Ed. Springfield: Charles C. Thomas, 1965. p.29-54.
58. SIEDE, K. Automatic radiographic film development for the dental practice. **Quintessence int.**, Berlin, v.1, n.5, p.79-80, May 1970.
59. SILHA, R.E., SIMON, W.J. The processing of radiographic films. **Dent. Assist. J.**, Chicago, v.45,n.4, p.17-20, Apr.1976.
60. SILVEIRA, M.M.F., ALVARES, L.C., TAVANO, O. Avaliação da degradação da solução processadora Kodak para raios X (Líquido concentrado). **Estomat. Cult.**, Bauru, v.16, n.1, p.14-19, jan./jun. 1986.
61. SMITH, N.J.D. The sensitometric evaluation of dental radiographic film. **Br. Dent. J.**, London, v.129, n.10, p.455-460, Nov. 1970.

62. SPOSTO, M.R., TAVANO, O., LOPES, E.S. Avaliação do comportamento de dois reveladores (Kodak e Sillib) utilizados para filmes radiográficos periapicais, através de estudo sensitométrico. **Estomat. Cult.**, Bauru, v.13, n.1, p.61-67, jan./mar. 1983.
63. STEWART, J.L., DRISKO, R.R. An evaluation of a rapid X-ray film processing solutions. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.22, n.3, p.334-337, Sept. 1966.
64. TAMBURUS, J.R. Efeitos das variações de temperatura do revelador sobre o contraste e a densidade radiográfica. **Revta Ass. Paul. Cirurg. Dent.**, São Paulo, v.41, n.4, p.218-221, jul./ago. 1987.
65. _____, PARDINI, L.C. Avaliação da atividade redutora de duas soluções processadoras para filmes radiográficos odontológicos. **Revta bras. Odontol**, Rio de Janeiro, v.49, n.4, p.26-32, jul./ ago. 1992.
66. _____, _____, WATANABLE, P.C. Contamination of dental radiographic solutions. **Braz. dent. J.**, Ribeirão Preto, v.6, n.1, p.45-52, 1995.

72. THUNTHY, K.H., WEINBERG, R. Effects of developer exhaustion on Kodak Ektaspeed plus, Ektaspeed and Ultraspeed dental films. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.79, n.1, p.117-121, Jan. 1995.
73. TOMMASI, A.F. **Diagnóstico em patologia bucal.** São Paulo : *Artes Médicas*, 1982. p. 35.
74. VAN DE POEL, A.C.M. Een monobad met zijn film. **Ned. Tijdschr. Tandheelk.**, Amsterdam, v.77, p. 380-382, 1970.
75. _____. The Kodak DX 80R replenisher as a quick developer. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.86, n.2, p.401-403, Feb. 1973.
76. _____. Processing results with a new dental X-ray monobath. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.87, n.4, p.869-871, Oct. 1973.
77. WAINWRIGHT, W.W. Dental radiation dose: sensitometric method for determination of exposure – development factors. **Oral Surg.**, Sain Louis, v.16, n.6, p.674-682, June 1963.