**AVALIAÇÃO EM MICROSCOPIAS ÓPTICA E ELETRÔNICA DE VARREDURA DA
ADAPTAÇÃO DE TRÊS CIMENTOS ENDODÔNTICOS À DENTINA RADICULAR
SUBMETIDA À AÇÃO PRÉVIA DO LASER DE Er:YAG, EDTA E SOLUÇÃO SALINA
FISIOLÓGICA**

MÔNICA SAMPAIO DO VALE

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru da Universidade
de São Paulo, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor em
Odontologia, área de Endodontia.

(Edição Revisada)

BAURU

2001

**AVALIAÇÃO EM MICROSCOPIAS ÓPTICA E ELETRÔNICA DE VARREDURA DA
ADAPTAÇÃO DE TRÊS CIMENTOS ENDODÔNTICOS À DENTINA RADICULAR
SUBMETIDA À AÇÃO PRÉVIA DO LASER DE Er:YAG, EDTA E SOLUÇÃO SALINA
FISIOLÓGICA**

MÔNICA SAMPAIO DO VALE

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru da Universidade
de São Paulo, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor em
Odontologia, área de Endodontia.

(Edição Revisada)

Orientador:

Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia

BAURU

2001

V234a

Vale, Mônica Sampaio do

Avaliação em microscopias óptica e eletrônica de varredura da adaptação de três cimentos endodônticos à dentina radicular submetida à ação prévia do laser de Er:YAG, EDTA e solução salina fisiológica.
249p. : il. ; 30 cm.

Tese. (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. USP.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Mônica Sampaio do Vale
Assinatura:

DADOS CURRICULARES

MÔNICA SAMPAIO DO VALE

Nascimento	08 de dezembro de 1961- Fortaleza-CE
Filiação	Iago Ferreira do Vale Maria José Sampaio do Vale
1979-1982	Curso de Graduação em Odontologia - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC)
1984-1987	Curso de Pós-Graduação em Endodontia, em nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Pernambuco-FOP, da Fundação do Ensino Superior de Pernambuco
1985- 2000	Professora da Disciplina de Endodontia da Faculdade Odontologia da Universidade Federal do Ceará

1990-1996	Professora dos Cursos de Aperfeiçoamento e Especialização em Endodontia, da Faculdade de Odontologia, da Universidade Federal do Ceará
1994-1996	Coordenadora do Programa Especial de Treinamento (PET)- Odontologia-UFC
1997-2001	Curso de Pós-Graduação em Endodontia, em nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo
Associações	Conselho Regional de Odontologia do Estado do Ceará
	ABO- Associação Brasileira de Odontologia- Secção Ceará
	ABE- Associação Brasileira de Endodontia - Secção Ceará

APCD - Associação Paulista de Cirurgiões-
Dentistas

Sindicato dos Odontologistas do Estado do
Ceará

PENSAMENTOS, FRASES.....

O pensamento mais importante que já tive foi o da minha responsabilidade individual para com DEUS.

Webster

A falsa ciência gera ateus; a verdadeira ciência leva os homens a se curvar diante da divindade.

Voltaire

Para achar algum encanto em nossos sonhos é preciso, na felicidade como na desgraça, estar em paz consigo mesmo.

Mme de Stael

As pessoas te pesam? Não as carregue nos ombros. Leve-as no coração.

Dom Hélder Câmara

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.

Cora Coralina

DEDICO ESTE TRABALHO

Aos meus pais, **Iago e Maria José**

Meu reconhecimento e gratidão pelo incansável incentivo para meu crescimento profissional e pessoal, sem os quais não poderia estar hoje retribuindo todo o esforço, dedicação, amor, e por que não dizer, muitas renúncias em prol do sucesso das filhas. Deus não nos dá oportunidade para escolhermos nossos pais, mas com certeza ele me deu a maior delas: tê-los e amá-los por toda a vida.

Basta um instante para forjar um herói, mas é preciso uma vida inteira para fazer um homem de bem.

P. Brulat

DEDICO ESTE TRABALHO AINDA

Aos meus padrinhos, **Ilan e Luizete** (in memoriam)

Vocês estarão sempre na minha memória, tanto pelo amor dedicado a mim na infância e adolescência quanto pelos ensinamentos na vida profissional que só contribuíram para que eu atingisse meus objetivos na Odontologia.

DEDICO AINDA

Às minhas irmãs **Natálie, Cristiane, Márcia, Júlie, Súlie, Silvana e Cristina**, cujo convívio de amor e amizade estarão sempre nos trilhando para o caminho do Bem.

Ao meu primo-irmão **Ilan**, companheiro leal de tantas horas dessa caminhada para nosso desenvolvimento científico, seu ombro amigo me deu muita força para enfrentar mais essa etapa da vida.

Aos meus sobrinhos, **Valdir, Rafael, Iago Neto, Serginho, Bruna, Marcelle, Elias e Pedro**, que são para mim um estímulo para minha dedicação cada vez maior à família. Tenho-os como filhos e agradeço a Deus pela oportunidade de poder conscientizá-los sobre o valor do estudo, que é o melhor caminho para o sucesso na vida profissional.

DEDICO ESPECIALMENTE

A você, **Luis Roberto**

Uma pessoa especial que conheci no lugar certo e na hora certa,
Uma pessoa especial que tem palavra, mas não a usa para impor-se sobre os outros; sabe falar nas horas certas e sabe que o mais importante é ouvir primeiro; sabe que deve agir por uma boa causa e sabe que o mais importante é agir com bom senso;

Uma pessoa especial que tem sabedoria, mas não a usa apenas para si;
Sabe incentivar o seu próximo para que se eleve e sabe que o mais importante é orientar com inteligência;

Uma pessoa especial que tem beleza, mas sabe que não deve usá-la para ostentação;

Uma pessoa especial que tem amor, mas sabe que não o deve guardar para si; sabe resgatar o amor pela vida nas pessoas;

Uma pessoa especial que tem ambição, mas sabe respeitar os limites de quem o cerca; sabe respeitar os seus próprios limites e sabe que o mais importante é superar a si mesmo.

Por tudo que você representa para mim,

"..... Quero a vida sempre assim, com você perto de mim, até o apagar da velha chama.....".

Tom Jobim

AGRADEÇO ESPECIALMENTE

Ao Professor e Orientador **Dr. Roberto Brandão Garcia**,
Pela paciente e valiosa orientação; sempre solícito, me proporcionou de uma maneira tranqüila e organizada a efetivação deste trabalho.

Meu eterno obrigado

Ao Professor e Coorientador, **Dr. Paulo Amarante de Araújo**,
Pela presteza e simpatia dedicadas a mim nos ensinamentos sobre microscopia óptica, assim como pelo excelente clima de amizade sempre dispensado aos pós-graduandos desta Faculdade.

Minha sincera gratidão

Aos Professores do Departamento de Dentística/Endodontia/Materiais Dentários, Profs. Dr. **Ivaldo Gomes de Moraes**, Dr. **Norberti Bernardineli** e Dr. **Alceu Berbert**, pelo excelente convívio no departamento e ensinamentos científicos na Endodontia.

Ao Prof. Dr. **Clóvis Monteiro Bramante** e D. **Silvanira Bramante**, pela atenção e apoio a mim dispensados na minha vinda para Bauru. Tenho por vocês um carinho muito especial.

Ao Professor Dr. **José Roberto Pereira Lauris**, pela preciosa colaboração na análise estatística dos resultados.

Meus sinceros agradecimentos

Aos colegas de Pós-graduação

Ilan Sampaio do Vale, Marco Antônio Húngaro Duarte (Sal), Lílian Rosane Neuvald, Alexandre Silva Bramante e Eloy Dezan Júnior, pelo amável convívio durante esses anos de Doutorado. Crescemos com certeza, não só científica, mas também espiritualmente com mais essa etapa profissional de nossas vidas.

À Flaviana Bombarda Ferreira e Patrícia Silva e Souza, pela nossa doce amizade, que tanto me motivou e alentou nas horas boas e difíceis que enfrentei, tenho certeza que a distância física não será impecílio, mas um estímulo para continuarmos sendo as grandes amigas de sempre.

Meu muito obrigado

AGRADECIMENTOS PESSOAIS

À **Dra. Andréia Cristina Bastos Ramos**, pela presteza e disponibilidade em me ajudar na parte experimental para aplicação do laser. Nosso convívio foi muito proveitoso e com certeza ainda teremos muitas oportunidades para trabalharmos juntas em outras pesquisas.

Aos colegas de trabalho, **Profs. Sérgio Araújo Holanda Pinto e Roberto Pinheiro Borges**, pelo constante apoio ao meu afastamento para cursar o Doutorado e dedicação à disciplina de Endodontia da UFC durante minha ausência nesses anos.

Às bibliotecárias **Valéria, Cibele, Rita e Teresa**, pelo eficiente atendimento e impecável organização em todos os setores solicitados por mim na Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Bauru.

Edimauro, pelo brilhante trabalho na confecção das imagens no microscópio eletrônico de varredura, bem como pela disponibilidade e eficiência no corte dos dentes empregados neste trabalho.

Suely, pelo pronto atendimento em tudo que precisei administrativamente durante todo o Curso.

D. Neide, pelo convívio descontraído durante os atendimentos clínicos, pelo seu jeito simples e carinhoso de tratar a todos os pós-graduandos.

Patricia e Cleide, pelo carinho e atenção durante minha permanência no Departamento de Endodontia.

Nelson, da disciplina de Dentística, pelo incessante bom humor e disposição em me ajudar na aquisição de material de moldagem necessário em pesquisas realizadas no Departamento.

Sandrinha, Alcides e Lorisvalda, de Materiais Dentários, pelo convívio agradável e pronto atendimento na disciplina e sala de microscopia óptica.

Telma e Ovídio, pela grande colaboração técnica durante as pesquisas realizadas no Departamento de Bioquímica.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

Ao Departamento de Clínica Odontológica, da Faculdade de Farmácia, Enfermagem e Odontologia da Universidade Federal do Ceará.

À Direção da Faculdade de Farmácia, Enfermagem e Odontologia da Universidade Federal do Ceará.

À Reitoria da Universidade Federal do Ceará.

Ao Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

À Direção da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, na pessoa do Diretor Prof. Dr. **Aymar Pavarini**.

À Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, na pessoa do Presidente Prof. Dr. **Luiz Fernando Pegoraro**.

À CAPES

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xvii
LISTA DE TABELAS.....	xx
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xxii
RESUMO.....	xxv
1- INTRODUÇÃO.....	2
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1- Agentes quelantes.....	8
2.2- Laser em Endodontia.....	48
2.3- Cimentos endodônticos.....	82
3- PROPOSIÇÃO.....	123
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	125
4.1- Material.....	125
4.2- Métodos.....	128
4.2.1- Procedimentos operatórios.....	128
4.2.1.1- Técnica de preparo dos cimentos endodônticos.....	130
4.2.1.2- Técnica de obturação dos canais radiculares.....	131
4.2.2- Preparo dos espécimes para avaliação nas microscopias.....	133
4.2.3- Fotografias em microscopia óptica e mensuração das imagens.....	135
4.2.4- Fotografias em microscopia eletrônica de varredura e mensuração das imagens.....	139
4.2.5- Ensaio da estabilidade dimensional dos cimentos endodônticos empregados	147
4.3- Análise estatística.....	148

5- RESULTADOS.....	150
5.1- Microscopia óptica.....	150
5.2- Microscopia eletrônica de varredura.....	157
5.3- Microscopia óptica X Microscopia eletrônica de varredura.....	164
5.4- Dos Ensaio da estabilidade dimensional dos cimentos endodônticos empregados.....	166
6- DISCUSSÃO.....	168
6.1- Da metodologia empregada.....	168
6.2- Dos resultados.....	180
6.3. Considerações finais.....	199
7- CONCLUSÕES.....	202
ANEXOS.....	204
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	219
ABSTRACT.....	248

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Disco de resina com as secções apicais dos espécimes incluídas.....	138
FIGURA 2 -	Imagem em microscopia óptica de um espécime evidenciando a gutapercha (G), o cimento endodôntico (C) e fenda (F) entre a parede do canal radicular e o material obturador.....	140
FIGURA 3 -	Imagem em microscopia óptica de um espécime evidenciando a gutapercha (G), o cimento endodôntico (C) e a fenda de aspecto amarelado (F) entre a parede do canal radicular e o material obturador.....	141
FIGURA 4 -	Régua utilizada para calibragem das fotografias em microscopia óptica.....	142
FIGURA 5 -	Silicona para moldagem dos espécimes.....	144
FIGURA 6 -	Molde em silicona (A) e molde metalizado (B).....	144
FIGURA 7 -	Imagem da estrutura de superfície do cimento Endomethásone (E) 200x.....	146
FIGURA 8 -	Imagem da estrutura de superfície do cimento AH Plus (AH) 200x.....	147

FIGURA 9 -	Imagem da estrutura de superfície do cimento Ketac- Endo (K) 200x.....	148
FIGURA 10-	Imagem em microscopia eletrônica de varredura evidenciando a guta-percha (G), o cimento endodôntico (C) e fenda com aspecto de espaço vazio entre a parede do canal radicular e o material obturador (F).....	149
FIGURA 11-	Imagem em microscopia eletrônica de varredura evidenciando a fenda em alto relevo entre a parede do canal radicular e o material obturador (F).....	150
FIGURA 12-	Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador nos grupos experimentais encontrados pela análise em microscopia óptica.....	155
FIGURA 13-	Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia óptica nos grupos experimentais, destacando os cimentos.....	156
FIGURA 14-	Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia óptica nos grupos experimentais, destacando os agentes de limpeza final.....	157

FIGURA 15-	Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador nos grupos experimentais encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura.....	162
FIGURA 16-	Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura nos grupos experimentais, destacando os cimentos.....	163
FIGURA 17-	Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura nos grupos experimentais, destacando os agentes de limpeza final.....	164
FIGURA 18-	Representação gráfica comparativa dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura nos grupos experimentais.....	169

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Valores percentuais médios, desvio padrão, mediana, 1º quartil e 3º quartil das fendas parede/material obturador encontrados nos grupos experimentais estudados pela microscopia óptica.....	154
TABELA 2 -	Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os agentes de limpeza final para cada cimento endodôntico empregado.....	158
TABELA 3 -	Teste de Dunn para o cimento Ketac-Endo.....	158
TABELA 4 -	Teste de Dunn para o cimento AH Plus.....	159
TABELA 5 -	Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os cimentos endodônticos frente aos agentes de limpeza final empregados.....	159
TABELA 6 -	Teste de Dunn para a solução salina fisiológica a 0,9%.....	160
TABELA 7 -	Valores percentuais médios, desvio padrão, mediana, 1º quartil e 3º quartil das porcentagens das fendas parede/material obturador encontradas nos grupos experimentais estudados pela microscopia eletrônica de varredura.....	161

TABELA 8 -	Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os agentes de limpeza final para cada cimento endodôntico empregado.....	165
TABELA 9 -	Teste de Dunn para o cimento AH Plus.....	165
TABELA 10-	Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os cimentos endodônticos frente aos agentes de limpeza final empregados.....	166
TABELA 11-	Teste de Dunn para o laser.....	166
TABELA 12-	Teste de Dunn para o EDTA.....	167
TABELA 13-	Teste de Dunn para a solução salina fisiológica a 0,9%.....	167
TABELA 14-	Teste de Wilcoxon para comparação dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador nos grupos experimentais a partir dos valores obtidos pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura.....	168
TABELA 15-	Valores em percentuais das alterações dimensionais (contração/expansão) dos cimentos endodônticos Ketac-Endo, AH Plus e Endomethásone 1, 24, 48 e 72 horas após a presa final.....	170

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ADA.....	Associação Dentária Americana
a.c.....	área do canal
a.ci.....	área de cimento
a.f.p.m.....	área de fenda parede/material obturador
a.g.....	área de guta-percha
AH.....	AH Plus
a. l. f.....	agente de limpeza final
c/c.....	cimento/cimento
c.....	cimento
cm.....	centímetro
°C.....	graus Celsius
dpi.....	ponto por polegada (dot per inch)
E.....	Endomethásone
E/AH.....	EDTA/AH Plus
EDTA.....	ácido etileno diamino tetracético
E/K.....	EDTA/Ketac-Endo
E/E.....	EDTA/Endomethásone
Er:YAG.....	Érbio:YTRIO, ALUMÍNIO, GRANADA
ex.t.....	extensão de trabalho
F.....	Fenda
g.....	grama
GA.....	Grupo A
GB.....	Grupo B

GC.....	Grupo C
G1.....	Subgrupo 1
G2.....	Subgrupo 2
G3.....	Subgrupo 3
g/c.....	guta-percha/cimento
g/g.....	guta-percha/guta-percha
hs.....	horas
Hz.....	Hertz
i.m.....	instrumento de memória
ISO.....	Organização Internacional de Padronização
K.....	Ketac-Endo
kV.....	kilovoltagem
L/AH.....	Laser/AH Plus
L/E.....	Laser/Endomethásone
L/K.....	Laser/Ketac-Endo
mAs.....	miliamperes
min.....	minuto
mJ.....	milijoule
ml.....	mililitro
mm.....	milímetro
mm ²	milímetro quadrado
nº.....	número
pH.....	potencial Hidrogênico
pps.....	pulso por segundo

q.s.p.....quantidade suficiente para
S/AH.....Solução salina fisiológica a 0,9%/AH Plus
S/E.....Solução salina fisiológica a 0,9%/Endomethásone
S/K.....Solução salina fisiológica a 0,9%/Ketac-Endo
Sol. Fisi.....Solução Salina Fisiológica a 0,9%
%.....por cento
 μmmicrometro
 μsmicrosegundos
4X.....aumento de 4 vezes
200X.....aumento de 200 vezes

RESUMO

A adaptação dos cimentos endodônticos, Ketac-Endo, AH Plus e Endomethásone, à dentina radicular submetida à ação prévia dos agentes de limpeza final laser de Er:YAG, EDTA a 17% e Solução Salina Fisiológica a 0,9% foi estudada pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura. Foram empregados 90 caninos humanos extraídos, que após instrumentação pela técnica escalonada de memória e irrigação com hipoclorito de sódio a 1%, foram divididos em três grupos de 30, de acordo com o agente de limpeza final empregado. No grupo A, empregou-se o laser de Er:YAG intracanal, com parâmetros de 100mJ (energia real de 44mJ), 10pps, durante dez segundos, sob refrigeração a ar, com movimentos circulares no sentido apicocoronário, seguido de irrigação com 20ml de solução salina fisiológica a 0,9%. No grupo B, empregaram-se 5ml de EDTA a 17% durante cinco minutos, seguido de irrigação com solução salina fisiológica a 0,9%. No grupo C, empregaram-se 20ml de Solução Salina Fisiológica a 0,9%. Após secagem, os canais radiculares foram armazenados em solução salina fisiológica a 0,9% durante 48 horas. Cada grupo foi então dividido em três subgrupos de dez, de acordo com o cimento endodôntico. Os 90 canais radiculares foram obturados pela técnica clássica, seguida da condensação lateral ativa da guta-percha. Após comprovação radiográfica da obturação os canais foram vedados com Cimpat no terço cervical e forame apical, e as raízes armazenadas em solução salina fisiológica a 0,9% em umidade de 100% a 37°C, durante 30 dias. Em seguida, foram seccionadas transversalmente a 5mm do ápice radicular, fotografadas com aumento de quatro vezes e submetidas à análise em microscopia óptica.

Para a análise em microscopia eletrônica de varredura, as secções apicais foram moldadas em silicona Aquasil e os moldes obtidos foram metalizados e fotografados em aumentos que variaram de 50 a 200 vezes. As fotos obtidas pelas microscopias foram escaneadas e transferidas para um programa de medida de área (SigmaScan) para mensuração das áreas preenchidas pelos materiais obturadores e das possíveis fendas entre material obturador e parede do canal radicular. Diante dos resultados obtidos com a metodologia empregada e da discussão apresentada pudemos concluir que:

- 1- Os agentes de limpeza final empregados exerceram efeito diferenciado na adaptação dos cimentos testados. O laser de Er:YAG interferiu na adaptação de todos os cimentos, o EDTA melhorou a adaptação do Endomethásone e do AH Plus em relação ao laser de Er:YAG e à solução salina fisiológica a 0,9% e a solução salina fisiológica melhorou a adaptação do Ketac-Endo, em ambas microscopias empregadas.
- 2- O Endomethásone apresentou a pior adaptação entre os cimentos e o AH Plus apresentou a melhor adaptação com EDTA na microscopia eletrônica de varredura.
- 3- A associação das microscopias óptica e eletrônica de varredura mostrou ser um método confiável na detecção das fendas, sendo que a microscopia eletrônica de varredura propiciou melhor visualização.
- 4- Todos os cimentos testados apresentaram alteração dimensional, verificando-se contração para o Ketac-Endo, expansão para o Endomethásone e AH-Plus, sendo que o AH Plus mostrou-se mais próximo da estabilidade dimensional.

1- INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

A obturação ideal do sistema de canais radiculares ainda é um objetivo a ser alcançado em Endodontia, uma vez que a microinfiltração desencadeada pela falta de selamento adequado entre material obturador e parede do canal radicular ainda persiste como um dos maiores problemas pós-tratamento endodôntico. O cimento endodôntico, componente essencial no contexto da obturação, independente da classificação a qual pertence, ainda não preencheu os requisitos ideais para proporcionar total selabilidade às paredes do canal radicular. A guta-percha, como um dos materiais obturadores, desde seu emprego inicial em 1867 por BOWMAN, consolidou-se mundialmente através dos tempos como material de escolha em estado sólido; entretanto, este material é uma resina vegetal que apenas se adapta à dentina mas não se adere a ela⁵⁰, exigindo-se do cimento esta função.

Devido à obturação estar sujeita a forças, quando parte dela é removida para a preparação de retenção intra-radicular em casos de restaurações extensas ou mesmo na preparação para pinos, a boa adaptação às paredes do canal radicular torna-se uma condição necessária para permitir que as dimensões da interface guta-percha/dentina permaneçam constantes, evitando a formação de fendas entre material obturador e parede dentinária, por onde microrganismos poderiam se instalar e comprometer o sucesso do tratamento endodôntico⁵¹. Por outro lado, **INGLE; BAKLAND⁸² (1994)** consideram que se a adesão química entre dentina e cimento ou pasta não pode ser obtida, então por que não um embricamento mecânico? O material fluiria ou seria forçado para dentro dos túbulos dentinários vazios, atuando como tentáculos, resistindo ao deslocamento. **HOVLAND; DUMSHA⁸¹ (1985)** são mais críticos ainda, pois consideram que a infiltração pode ocorrer nas interfaces de cimento com a dentina, do cimento com o cone, por entre o cimento ou pela dissolução do mesmo. Conclui-se, então, que o ponto crítico está no cimento endodôntico, fato este constatado já em **1986**

por **BEATTY; VERTUCCI; ZAKARIASEN**⁸ quando detectaram maior infiltração ao empregar técnicas em que o cimento era utilizado em quantidades excessivas, tais como nas técnicas do cone único e na de obturação apenas com cimento endodôntico. Nas condições clínicas, é muito difícil obter uma camada uniforme de cimento endodôntico ao longo do canal radicular, e isto causa alterações dimensionais de intensidade e direção variadas^{107,130,179,183,189}.

O selamento apical, proporcionado pela obturação, é um pré-requisito fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico¹⁸⁵. **VALDRIGHI**¹⁶⁷ (1976) enfatiza que o processo de reparo periapical terá dificuldade para evoluir se, no terço apical, surgirem espaços na obturação, pois ao invés da neo-formação de tecido duro, poderá haver formação de tecido granulomatoso, oriundo de um processo inflamatório crônico. Portanto, o papel da obturação será de servir como barreira à infiltração de fluidos orgânicos e conseqüentemente à proliferação de microrganismos, que serão nocivos para o periápice. **FIGUEIREDO; ESTRELA**⁵³ (1999) ressaltam que todo o espaço criado deve ser ocupado por material inerte, para que o fluido tecidual não o faça. Esse fluido, em contato com o cimento endodôntico, pode solubilizá-lo, permitindo a infiltração. A deterioração do fluido estagnado no espaço criado é tóxica e induz à reação inflamatória, instalando a lesão periapical. O selamento do espaço vazio torna-se então crítico, não no sentido de que a ausência do material obturador represente fracasso no procedimento endodôntico, mas, certamente, torna-o mais susceptível ao insucesso, aumentando ainda o risco de infecção¹⁸⁷.

Qualquer forma de adaptação à parede de dentina está relacionada à remoção da camada residual ("smear layer"), estudada pela primeira vez por **MCCOMB; SMITH**¹¹⁴ em 1975, caracterizando-a como estrutura composta de material orgânico e inorgânico resultante da ação da instrumentação e irrigação do canal radicular^{46,53}. Essa camada residual pode interferir na adaptação dos materiais obturadores às paredes do canal ao interpor uma interface adicional⁷¹. **RODE; FERREIRA SANTOS**¹³⁸ (1990)

ressaltam que existem duas camadas residuais distintas, uma profunda, mais fina e aderida à dentina, que oclui os túbulos dentinários, formando verdadeiros tampões, e que serviria como uma barreira protetora a uma possível invasão microbiana e à perda de líquidos, o que alteraria a permeabilidade dentinária. A outra camada, superficial, é mais espessa, mais heterogênea, desorganizada e contaminada, porém mais facilmente desagregável. Pesquisadores que apóiam a remoção da camada residual justificam que ela serve como um reservatório ou substrato para microrganismos, e que pode romper-se e predispor o canal radicular à penetração microbiana^{117,142}, sendo que sua remoção melhora a adesão de materiais à dentina, devido à retenção micromecânica facilitada¹⁷. Aqueles que criticam sua remoção argumentam que ela pode atuar como uma barreira física contra penetração e colonização bacteriana dos túbulos dentinários melhorando o selamento do canal radicular⁴¹.

O terço apical do canal radicular, por ser uma região de acesso dificultado para atuação das soluções irrigadoras e agentes quelantes, está sujeito a uma maior permanência desta camada residual^{32,90}, o que implicaria numa menor limpeza e desinfecção dos canais acessórios, nos casos de dentes com necrose pulpar e menor adaptação do material obturador às paredes do canal radicular. Para a remoção da camada residual tem-se empregado agente quelante de íons cálcio desde **1957**, quando **OSTBY**¹²⁵ propôs o uso de um sal derivado de um ácido fraco e orgânico, o etileno diamino tetracético sal dissódico (EDTA), que é um ácido orgânico tetracarboxílico, que pela flexibilidade de sua molécula e especial disposição espacial de seus átomos e grupos químicos atua por quelação. Devido às suas propriedades de quelar íons metálicos, o EDTA é muito eficaz para eliminar cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn). Em Endodontia sua ação de quelar íons Ca^{++} da dentina e remoção da camada residual facilita o preparo químico-mecânico dos canais radiculares atresícos de modo sensível e inócuo, além de oferecer outras vantagens tais como maior adesão do cimento obturador à parede dentinária^{46,150}. **SEN; WESSELINK;**

TURKUN¹⁵⁰ (1995) enfatizam que quando a camada residual não é removida a durabilidade do selamento apical e coronário deveria ser avaliada por um longo período e consideram ser o EDTA e o hipoclorito de sódio (NaOCl) as soluções irrigadoras mais adequadas para remoção da referida camada .

Segundo **NIKIFORUK; SREEBNY¹²² (1953)**, o pH ideal para a descalcificação dentinária com soluções de EDTA deve estar próximo do pH neutro, ou seja, 7,5 e segundo **HOLLAND et al⁷⁶ (1973)** dos sais derivados do EDTA, o que apresenta um pH 7,7 é o sal trissódico, indicado quando se pretende um efeito descalcificador mais acentuado.

Por outro lado, o Laser está sendo cada vez mais pesquisado nas áreas médicas e atualmente está sendo empregado em Odontologia para diversas finalidades, enfatizando que na Endodontia sua importância é destacada durante o preparo químico-mecânico, pela capacidade de desinfecção dos canais radiculares e remoção da camada residual, por meio do processo de ablação pelos lasers de alta intensidade^{6,67,121}. Entre os lasers destaca-se o de Er:YAG, que possui o meio ativo sólido (ou meio amplificador), que é o cristal de terra rara Érbio, inserido em uma matriz hospedeira de Ytrio, Alumínio e Granada (YAG), para bombardeamento de fótons, os quais se propagam na direção do eixo entre espelhos, embutidos em um ressonador do aparelho de laser. Estes fótons são amplificados nas sucessivas passagens, antes de deixarem a cavidade através do espelho semitransparente, proporcionando a emissão do feixe laser⁴⁵. O laser de Er:YAG, após a remoção da camada residual deixa os túbulos dentinários expostos com mínimo efeito térmico sobre a estrutura dental. Esses fatores nos levaram a empregá-lo em um dos grupos experimentais deste estudo, contribuindo assim para as pesquisas relacionadas à adaptação de material obturador às paredes do canal radicular.

Levando-se em consideração que o terço apical do canal radicular é o segmento mais difícil para remoção completa da camada residual, avaliou-se neste trabalho, pela

Microscopia Óptica e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a adaptação de três cimentos endodônticos frente a três agentes de limpeza final das paredes dos canais radiculares. O objetivo foi encontrar a melhor interação entre agente de limpeza final e cimento, que possibilite uma obturação endodôntica com o mínimo de fendas, já que não se encontrou, ainda, um cimento que preencha todas as propriedades físico-químicas necessárias para caracterizá-lo como ideal e com ênfase no terço apical, área crítica selecionada para este estudo. É crítica pela dificuldade de limpeza, citada anteriormente, e pelo fato de que é até esse nível que se limitam as remoções de materiais obturadores para a inserção de retentores intra-radiculares, e quanto melhor a adaptação dos cimentos obturadores às paredes, bem como a estabilidade dimensional dos mesmos, menores serão os riscos de deslocamento do material obturador, evitando a formação de fendas que comprometem o sucesso do tratamento endodôntico.

2- REVISÃO DA LITERATURA

2- REVISÃO DA LITERATURA

2.1- AGENTES QUELANTES

As primeiras substâncias utilizadas depois da água, na irrigação dos canais radiculares foram os ácidos, com **CALLAHAN²³ em 1894** utilizando o ácido sulfúrico a 40% e as enzimas proteolíticas, que foram descartados posteriormente pela toxicidade que ocasionavam os primeiros e a incapacidade de dissolução do tecido necrótico das enzimas proteolíticas. Já as soluções halogenadas foram empregadas como agentes desinfetantes, desde 1820, quando Labarraque introduziu o hipoclorito do sódio¹⁸, passando a ser empregado em Endodontia em 1936, como solução irrigadora coadjuvante do preparo químico-mecânico, atuando como um poderoso agente antimicrobiano usado até os dias de hoje. Nas suas várias concentrações, associado ou não a outros fármacos, age sobre as proteínas, provoca desnaturação, tornando-as solúveis em água, facilitando sua remoção e age como lubrificante. Além da ação bactericida, é desodorizante e clareador de dentina¹²⁹.

Em **1953, NIKIFORUK; SREEBNY¹²²** propuseram o uso de ácidos orgânicos, dando preferência ao EDTA (ácido etileno diamino tetracético) para descalcificar (quelar) tecidos duros, com o propósito de remover a camada residual ("smear layer"), termo atribuído à camada de material composto de dentina, remanescentes de tecido pulpar e processos odontoblasticos e algumas vezes bactérias, formada pela instrumentação dos canais radiculares e que tem uma aparência amorfa, irregular e granular sob microscopia eletrônica de varredura¹⁵⁰.

O EDTA foi então introduzido na Endodontia em **1957 por OSTBY¹²⁵**, alegando ser inócuo à polpa e tecidos periapicais.

MARSHALL; MASSLER; DUTE¹¹⁰ (1960) estudaram as mudanças na dentina radicular, utilizando canais radiculares de 253 dentes recém-extraídos humanos

unirradiculados, que foram instrumentados manualmente e submetidos a uma das seguintes soluções: ácido sulfúrico, nitrato de prata, eugenol, solução de bicarbonato de sódio, peróxido de hidrogênio, hipoclorito de sódio, ou solução de EDTA. Em seguida, foi aplicado 0,03ml de um dos quatro radioisótopos (S^{35} , I^{131} , Na^{22} e P^{32}) por 24 horas. Os dentes foram então hemisseccionados e autogramas foram preparados. A análise destes autogramas mostrou que o terço cervical e médio radiculares foram muito permeáveis a todos os radioisótopos. Entretanto, a área apical da dentina radicular foi altamente impermeável aos isótopos. O tratamento com o emprego de medicamentos teve comparativamente pequeno efeito na dentina apical. O EDTA, eugenol, e a solução de bicarbonato de sódio produziram uma leve diminuição na permeabilidade dentinária, porém não foi significativa. O EDTA por cinco minutos produziu mudanças na permeabilidade dentinária a diferentes isótopos que foram muito similares às aquelas produzidas pela formalina e nitrato de prata. Já a descalcificação pelo EDTA reduziu a permeabilidade apenas discretamente.

OSTBY¹²⁶ (1962) ao relatar seis anos de experiência clínica e laboratorial com o ácido etileno diamino tetracético (EDTA) no tratamento endodôntico constatou o efeito do EDTA sobre a dentina, a polpa e os tecidos periapicais, por meio de um experimento em que foram utilizados dentes recém-extraídos, onde se realizou a biopulpectomia. Em seguida, alguns dos dentes foram imersos na solução de EDTA, enquanto em outros levou-a dentro do canal radicular, vedando os extremos dos dentes com cera. Todos os dentes foram mantidos numa estufa a 37°C, variando de 20 minutos até 96 horas. Foram realizados cortes por desgaste das raízes para observação em microscópio com luz polarizada e fluorescente. Este exame revelou que o canal radicular vazio estava rodeado por uma zona bem definida de dentina totalmente desmineralizada, cuja espessura era proporcional ao tempo de aplicação. Entre esta zona e a dentina intacta, foi observada uma zona de dentina parcialmente desmineralizada nos casos em que os dentes haviam sido imersos na solução de EDTA. As raízes em cujos canais se colocou

EDTA não apresentavam esta última zona e a zona totalmente desmineralizada que rodeava o canal alcançou somente certa espessura, observação que prova que o EDTA tem ação autolimitante. Afirmou ainda que o EDTA não é bactericida nem bacteriostático, porém inibe o crescimento dos microrganismos, destruindo os mesmos por inanição, ao produzir a quelação dos íons metálicos. Ressalta assim que o EDTA reduz o tempo da limpeza mecânica de forma notável.

FEHR; OSTBY⁴⁹ (1963) avaliaram o agente quelante EDTAC e ácido sulfúrico a 50% na dentina do canal radicular “in vitro” e constataram que o EDTAC mostrou um rápido, mas efetivo efeito desmineralizante. Com cinco minutos de exposição ao EDTAC se obteve uma camada parcialmente desmineralizada de 20 a 30 microns, evidenciada microrradiograficamente. As exposições acima de 48 horas removeram completamente os sais minerais do interior da camada dentinária a uma profundidade de 50 microns.

HOLLAND et al⁷⁶ (1973) compararam os efeitos de quatro produtos à base de EDTA, nas paredes dentinárias dos canais de dentes unirradiculados. Os produtos testados foram : Endo-prep, EDTA ultra Duradent (fórmula de Ostby), EDTAC e um sal sódico de EDTA preparado pelos autores com EDTA dissódico 20,1 gr; hidróxido de sódio 2,3 gr; água destilada 100ml. Os produtos à base de EDTA permaneceram no interior dos canais radiculares por cinco, 15, 30 minutos e 24 horas. Para os três primeiros tempos, outros três grupos foram utilizados, nos quais as soluções desmineralizadoras eram trocadas duas vezes a cada cinco minutos. Foram empregados três dentes para cada grupo experimental. Como controle utilizaram dentes que receberam apenas água no interior dos canais radiculares. As peças foram incluídas em metacrilato e cortadas transversalmente ao nível da porção média da raiz, obtendo-se 8µm de espessura. Os cortes foram corados pela técnica de Von Kossa e o halo de descalcificação medido com o auxílio de um microscópio óptico e uma ocular micrométrica. Os resultados obtidos permitiram concluir que: a- existem diferenças na velocidade de quelação entre os produtos estudados; b- O Endo-prep e o EDTA ultra

Duradent apresentaram a mais baixa ação quelante. O EDTAC e o EDTA, preparado pelos autores mostraram resultados semelhantes; c- A renovação constante dos produtos à base de EDTA, no interior do canal, permite a obtenção de maior halo de descalcificação.

SEIDBERG; SCHILDER¹⁴⁷ (1974) quantificaram o efeito químico do EDTA (0,5M e pH 8,3) preparado adicionando-se EDTA pó a uma solução de hidróxido de sódio sobre a dentina. Uma técnica físico-química empregando o método gravimétrico foi empregada. Foi encontrado que quando o EDTA foi empregado em excesso, 73% dos componentes inorgânicos da dentina avaliada puderam ser quelados. A área de reação, que foi diretamente relacionada à superfície da área exposta, foi mais rápida dentro da primeira hora. A reação atingiu o equilíbrio dentro de sete horas apesar da superfície da área envolvida, indicando que o EDTA é quimicamente autolimitante na quelação do material inorgânico da dentina. Demonstraram ainda que o pH deve ser alcalino para o efeito do EDTA ser ótimo.

SELA et al¹⁴⁸ (1975) avaliaram os efeitos do ácido fosfórico a 50% durante um minuto sobre o esmalte de cavidades preparadas em 20 terceiros molares permanentes extraídos, na adaptação do Silicato e Adaptic às paredes cavitárias, empregando o método de réplica, com Xantopren. Após confeccionadas, tanto as réplicas quanto os espécimes foram mantidos em solução salina até o momento da metalização dos mesmos para análise em microscopia eletrônica de varredura. Os autores escolheram esse método com o objetivo de garantir que nenhuma contração dos materiais obturadores causada pelo vácuo, necessário para a análise em microscopia eletrônica de varredura, iria ocorrer. No exame macroscópico das obturações, imediatamente após o polimento não constataram imperfeição. Algumas vezes, nas obturações com Adaptic foi difícil distinguir a linha limítrofe entre o material obturador e o esmalte. Entretanto, o exame das margens de obturação com um estereomicroscópio óptico (5x e 10x) revelou fendas marginais. O exame posterior dos espécimes com o microscópio eletrônico de

varredura com aumentos de 22 e 24 vezes revelou fissuras entre as obturações e as paredes cavitárias. As fissuras nos espécimes foram idênticas àquelas obtidas com o método da réplica. As imperfeições marginais, tais como pequenas fissuras entre material e esmalte nas obturações com Adaptic só puderam ser observadas com maior aumento em microscópio eletrônico de varredura. Entretanto, estas fendas eram diferentes para as cavidades que sofreram ataque ácido. A separação marginal foi irregular em largura e forma; as fissuras eram menores e mais largas em relação à circunferência total da mesma obturação. A adaptação do silicato às margens cavitárias não foi melhorada pelo ataque ácido.

WAYMAN et al¹⁷³ (1979) avaliaram a eficácia das soluções de ácido láctico, três concentrações de ácido cítrico (10%, 25% e 50%), hipoclorito de sódio a 5,25% e solução salina fisiológica como irrigantes do canal radicular. Empregaram dentes unirradiculados humanos, recém-extraídos para avaliar a quantidade de hidroxiprolina e cálcio removidos por estes irrigantes, assim como seus efeitos sobre a superfície dos canais, sob análise em microscopia eletrônica de varredura. Resultados mostraram que a solução de hipoclorito de sódio a 5,25% produziu sete vezes mais hidroxiprolina do que as preparações de ácido láctico ou cítrico, indicando que o hipoclorito de sódio produz uma dissolução de tecido orgânico significativamente maior. Os valores de cálcio indicaram o efeito destas soluções sobre os componentes dentinários inorgânicos. Resultados mostraram que as soluções de ácido láctico e ácido cítrico dissolveram sete a nove vezes mais cálcio do que o hipoclorito de sódio. Foi concluído que a associação da solução de ácido cítrico a 10% como lubrificante, seguido por solução de hipoclorito de sódio a 2,5% como irrigante, e novamente solução de ácido cítrico produziram paredes dos canais limpas com túbulos dentinários abertos. O ácido láctico deixou um filme sobre a superfície, provavelmente por causa de sua maior viscosidade e remoção incompleta. O hipoclorito de sódio produziu uma superfície de canal mais limpa do que a solução salina controle, mas não removeu os restos teciduais dos túbulos dentinários que

resultaram da instrumentação do canal radicular. Os túbulos abertos e paredes limpas são desejáveis para permitir maior penetração de medicamentos intracanal ou materiais obturadores dentro dos túbulos dentinários.

CÂNDIDO²⁴ (1980) investigou pela microscopia eletrônica de varredura, o efeito de limpeza mecânica de vários agentes, sobre a superfície dentinária de 34 dentes humanos, recém-extraídos. Os agentes utilizados foram: ácido bórico a 2%, ácido fosfórico a 37%, ácido cítrico a 50%, EDTA a 15%, solução aquosa de Ca(OH)_2 , Tergidrox, Tubulicid, água destilada, Cavidry, peróxido de hidrogênio a 3%, solução salina fisiológica e Tergentol. Estes agentes foram aplicados na superfície dentinária, por ação de esfregação, durante um minuto. Os resultados foram baseados em 144 microfotografias com magnitude de 2430 vezes. As fotomicrografias foram codificadas e o efeito de limpeza avaliado por quatro duplas de examinadores calibrados. Pela análise estatística de variância pôde ser concluído que: 1- o efeito de limpeza dos agentes estudados foi significativo; 2- os agentes foram catalogados em grupos na seguinte ordem decrescente de limpeza: 2.1- ácido cítrico a 50%, ácido fosfórico a 37%, EDTA a 15%; 2.2- Tubulicid, ácido bórico a 2%; 2.3- Cavidry, Tergentol, água destilada, peróxido de hidrogênio a 3%, soro fisiológico, Tergidrox, solução aquosa de Ca(OH)_2 .

MORAES¹¹⁹ (1981) avaliou a infiltração marginal nas obturações de canais radiculares em função de agentes irrigadores e cimentos obturadores. Foram utilizados 200 caninos humanos recém-extraídos, que foram instrumentados pela técnica telescópica de memória, sendo divididos em cinco grupos de 40, em função do irrigante usado durante a instrumentação, como segue: Grupo 1- água destilada; Grupo 2- água destilada seguida do EDTA de Ostby por dois minutos; 3- EDTA de Ostby por 15 minutos; 4- RC Prep associado ao líquido de Milton (hipoclorito de sódio a 1%); 5- Endo PTC associado ao líquido de Milton. Após a impermeabilização das superfícies radiculares, exceto o ápice, os canais foram obturados com condensação lateral passiva. O emprego do AH-26 com 20% de hidróxido de cálcio no pó ou do óxido de

zinco-eugenol, propiciou formação de subgrupos com 20 dentes cada. Então, os dentes foram imersos em solução de Rhodamine- B por 24 horas, e depois em solução de $^{131}\text{I}\text{Na}$, pelo mesmo tempo. A seguir, eles foram seccionados longitudinalmente para a obtenção de auto-radiografias de suas hemisseções. As infiltrações de $^{131}\text{I}\text{Na}$ marcadas nas imagens foram medidas pela projeção das autoradiografias e os resultados, transformados em milímetro. As hemisseções foram examinadas ao microscópio por epifluorescência para medir-se a infiltração da Rhodamine-B. As análises estatísticas dos dados permitiram as seguintes conclusões: 1- Dos cimentos obturadores, o AH-26 com 20% de hidróxido de cálcio no pó permitiu menor infiltração marginal do que o óxido de zinco-eugenol; 2- sobre os materiais irrigadores, a ordem crescente de menor infiltração marginal para maior foi assim constatada: 1- EDTA de Ostby por dois ou 15 minutos; 2- água destilada, Endo PTC associado ao líquido de Milton; 3- RC Prep associado ao líquido de Milton.

OLIVEIRA¹²⁴ (1982) avaliou a eficiência de limpeza de algumas soluções irrigadoras sobre a parede dentinária do canal. Para tal foram utilizados 25 caninos humanos recém-extraídos, os quais após a abertura coronária foram instrumentados e irrigados com as seguintes soluções irrigadoras: EDTA, ácido cítrico 1%, Tergentol, Dehyquart-A e líquido de Dakin. Após esses procedimentos os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise no microscópio eletrônico de varredura. A avaliação dos resultados consistiu na ordenação das fotomicrografias dos espécimes em teste: da mais limpa para a menos limpa, o que permitiu as seguintes conclusões: 1- a eficiência de limpeza das soluções irrigadoras obedece à seguinte ordem decrescente: EDTA, ácido cítrico, Dehyquart-A, Tergentol e líquido de Dakin; 2- as diferenças constatadas entre as soluções irrigadoras foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre: EDTA x líquido de Dakin e EDTA x Tergentol; 3- não se constataram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) no poder de limpeza das soluções irrigadoras em relação aos terços cervical, médio e apical.

YAMADA et al¹⁸⁶ (1983) testaram a eficácia de limpeza dos canais radiculares de 40 dentes humanos recém-extraídos empregando instrumentação manual e irrigação com 1ml de hipoclorito de sódio a 5,25% entre cada instrumento e irrigação final com 20ml de várias soluções ou combinações de soluções, tais como solução salina fisiológica, hipoclorito de sódio a 5,25%, EDTA a 8,5,% e a 17% (pH 7,7), e ácido cítrico a 25% (pH 1,6). Na análise em microscopia eletrônica de varredura pôde ser evidenciado que: 1- a solução salina fisiológica sozinha não limpa eficientemente o canal; 2- O hipoclorito de sódio a 5,25% sozinho produz uma limpeza superficialmente, mas fracassa na remoção da camada residual; 3- as soluções quelantes sozinhas removeram eficientemente a camada residual, mas deixaram grande quantidade de restos teciduais superficialmente. O emprego combinado de 10ml de EDTA a 17% tamponado com pH 7,7 seguido de irrigação com 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% promoveram os melhores resultados na remoção de ambos restos teciduais e camada residual.

WHITE; GOLDMAN; LIN¹⁷⁹ (1984) avaliaram a influência da remoção da camada residual dos canais radiculares na capacidade de penetração de cimentos obturadores nos túbulos dentinários. Cinquenta dentes unirradiculados recém-extraídos foram instrumentados e irrigados com 1ml de NaOCl a 5,25% entre cada instrumento. Em seguida, os dentes foram divididos em dois grupos de 25, foram secos com pontas de papel absorvente. Os dentes do grupo 1 receberam uma irrigação final de 20ml de hipoclorito de sódio a 5,25%. Os dentes do grupo 2 receberam uma irrigação final com 10ml de EDTA a 17% pH 7,5, seguido imediatamente por 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% e secos com cones de papel absorvente. Cinco dentes de cada grupo serviram como controle (não obturados), que após irrigação final e secagem, foram seccionados longitudinalmente para avaliação em microscopia eletrônica de varredura, onde fotomicrografias foram obtidas dos terços coronário, médio e apical em vários aumentos. Os dentes do grupo experimental foram obturados com PHEMA, um plástico hidrofílico e

dez dentes de cada grupo foram obturados com um material à base de silicone. Foram em seguida radiografados, obturados com Cavit coronariamente e mantidos em umidade de 100% a 37°C. Em seguida, foram descalcificados em ácido nítrico a 5%, a estrutura dental remanescente foi dissolvida com hipoclorito de sódio a 5,25%, sendo então preparados para análise em microscopia eletrônica de varredura. Como resultado, no grupo 1, os cinco dentes não obturados que receberam irrigação final com 20ml de hipoclorito de sódio a 5,25% mostraram presença da camada residual em todos os locais onde os instrumentos atuaram. No grupo 2, os cinco dentes que foram irrigados inicialmente com 10ml de EDTA a 17% seguido de 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% mostraram ausência da camada residual, principalmente nos terços coronário e médio. No terço apical, ainda havia áreas com camada residual e os restos teciduais haviam sido removidos. Nos dentes obturados com pHEMA, houve alteração dimensional em consequência da desidratação provocada pela preparação para análise em microscopia eletrônica de varredura. No grupo 2, os dez dentes obturados com pHEMA e os dez modelos em silicone que receberam irrigação final com 10ml de EDTA a 17% seguido por 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% foram similares ao grupo 1. No terço apical, onde houve menos remoção de camada residual, a frequência de material obturador que penetrou nos túbulos dentinários foi mínima. Entretanto, foi melhor que no grupo 1. Como conclusão, o efeito combinado de EDTA a 17% seguido pela irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25% removeu eficientemente os restos teciduais; a presença da camada residual impediu a penetração dos dois materiais plásticos nos túbulos dentinários e sua ausência possibilitou a penetração e retenção do material às paredes, aumentando assim a interface entre material obturador e a dentina e a capacidade de obturação do material, impedindo a infiltração coronária e apical.

MADISON; KRELL¹⁰⁸ (1984) avaliaram o efeito do EDTA no selamento apical de 22 dentes unirradiculados tratados endodonticamente. Os canais radiculares foram instrumentados até a lima Kerr 50 e irrigados com solução de hipoclorito de sódio a

2,5%. A técnica escalonada de memória foi empregada usando como solução irrigadora o hipoclorito de sódio sozinho ou uma solução aquosa de REDTA em combinação com hipoclorito de sódio. Os dentes foram obturados com guta-percha pela técnica da condensação lateral empregando cimento de Grossman. A infiltração apical nos espécimes foi avaliada pela medição da penetração de uma solução de azul de metileno a 1%, seguida da estocagem dos dentes a 37°C durante duas semanas. Os resultados não mostraram diferenças significantes na penetração entre os grupos, independente da solução irrigadora usada. Concluíram os autores que o selamento apical não é afetado pela irrigação com REDTA durante a instrumentação seguida pela obturação imediata. Os efeitos a longo prazo na microinfiltração apical não puderam ser determinados.

GOLDBERG et al⁶⁶ (1985) avaliaram o efeito do EDTAC como agente irrigante no selamento apical de obturações de canais radiculares e compararam com a solução controle de água destilada. Os dentes foram obturados usando condensação lateral da guta-percha e cimento Diaket A. O selamento apical foi avaliado por penetração bacteriana, análise de viabilidade e estudo em microscopia eletrônica de varredura. A análise estatística mostrou não haver diferença significativa entre os grupos controle e experimental.

GOLDBERG; MASSONE; SPIELBERG⁶⁵ (1986) avaliaram “in vitro” o efeito de soluções irrigadoras sobre a obturação de canais laterais de 66 dentes unirradiculados humanos. Os dentes foram divididos em três grupos: grupo controle: canais radiculares instrumentados e irrigados com água destilada; grupo A: canais radiculares instrumentados e irrigados com EDTA a 15% e grupo B: canais radiculares instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 5%. Todos os canais foram obturados com guta-percha condensada lateralmente e Diaket. As radiografias foram tomadas no sentido mesiodistal e vestibulolingual e o número de canais laterais obturados em vários dentes foi contado. O grupo tratado com EDTA a 15% mostrou um

número significativamente maior de canais laterais obturados do que os grupos irrigados com água destilada ou hipoclorito de sódio.

BERG et al¹² (1986) compararam a capacidade de limpeza de cinco soluções irrigadoras (Salvizol a 0,5%, hipoclorito de sódio a 5,25%- Chlorox, Gly-oxide em combinação com hipoclorito de sódio a 5,25%- Amosan, REDTA, e solução salina como controle) em 25 dentes unirradiculados retos humanos recém-extraídos, que foram instrumentados com limas Kerr até a $\approx$ 70 no forame apical, empregando-se 0,5ml da solução teste entre cada instrumento. Para a irrigação final empregaram 3ml da solução teste. Os canais radiculares foram secos com pontas de papel absorventes e deixados secar ao ar. Em seguida as raízes foram seccionadas, desidratadas em concentrações crescentes de álcool etílico (50, 75 e 100%) durante 24 horas e levadas ao dessecador durante a noite a 60°C, metalizados e examinadas em microscópio eletrônico de varredura com 15kV. Fotomicrografias com aumento de 1000 e 2000 vezes foram obtidas dos terços cervical, médio e apical radiculares e examinadas por dois endodontistas quanto à presença de camada residual, em escores que variaram de um a cinco. Os resultados obtidos foram os seguintes: em baixo aumento (1000 vezes), todos os canais pareceram estar superficialmente limpos; b) em grande aumento (2000 vezes), o Salvizol, hipoclorito de sódio, Gly-Oxide com hipoclorito de sódio, e solução salina fisiológica falharam na remoção da camada residual; e c) O REDTA removeu a camada residual em todos os terços radiculares. A análise de variância revelou que o REDTA foi a solução irrigadora mais efetiva na remoção da camada residual.

EVANS; SIMON⁴⁸ (1986) avaliaram pela penetração de tinta da Índia o selamento apical produzido pela gutta-percha termoplastificada injetada com e sem a presença de cimento e camada residual em 64 dentes humanos extraídos, que foram divididos em oito grupos. Eles foram obturados pela técnica da gutta-percha termoplastificada injetada ou da condensação lateral usando cimento Procosol ou sem cimento. Os resultados mostraram que a gutta-percha termoplastificada injetada não

promoveu um selamento apical à penetração do corante quando usada sem o cimento, mesmo quando a camada residual era removida. O cimento foi a única variável significativa responsável pelo selamento apical. Enfatizaram que o emprego da gutapercha termoplastificada injetada deveria ser acompanhada de cimento, independente da remoção ou não da camada residual.

BAUMGARTNER; MADER⁷ (1987) compararam pela microscopia eletrônica de varredura a capacidade de limpeza da solução salina fisiológica a 0,9% com a solução de hipoclorito de sódio a 5,25% e EDTA a 15% usados alternadamente em ambas superfícies instrumentadas e não instrumentadas das paredes de canais radiculares. Constataram uma típica camada residual nas superfícies instrumentadas de espécimes irrigados com solução salina fisiológica e hipoclorito de sódio. O EDTA desmineralizou muito a camada residual de superfícies instrumentadas e expôs os orifícios de alguns túbulos dentinários subjacentes. O hipoclorito de sódio removeu todos os remanescentes pulpare e pré-dentina em superfícies não instrumentadas. A combinação de hipoclorito de sódio e EDTA usados alternadamente removeu completamente a camada residual de superfícies de canais radiculares instrumentados, bem como os remanescentes pulpare e pré-dentina de superfícies não instrumentadas. Além disso, também expôs calcosferitas, com aparência erosionada, sobre as superfícies não instrumentadas .

CERGNEUX et al³¹ (1987) compararam o selamento de canais radiculares que tinham sido previamente irrigados quimicamente com EDTA ou mecanicamente com ultra-som, usando 60 dentes unirradiculados num estudo “in vitro”. Os canais foram manualmente instrumentados sob copiosa irrigação com hipoclorito de sódio e em seguida foram divididos em três grupos experimentais: grupo I (grupo controle), os canais foram imediatamente obturados sem preparação prévia, no grupo II (grupo com ultra-som) os canais foram submetidos ao ultra-som antes de serem obturados, e no grupo III (grupo do EDTA) os canais foram irrigados com EDTA por quatro minutos antes

de serem obturados. Todas as raízes foram então submetidas ao teste de infiltração com solução de azul de metileno e centrifugadas a 3500g durante 20 minutos, antes de serem transversalmente seccionados em vários níveis do ápice. A quantidade de infiltração foi assim registrada: 0 - nenhuma infiltração, 1- infiltração visível em até 1/3 do total da circunferência; 2- A infiltração maior que 1/3 e menor ou igual a 2/3 da circunferência; 3- infiltração >2/3 da circunferência. Os resultados mostraram algumas diferenças na infiltração entre os três grupos em níveis próximos do ápice. Os canais tratados previamente com EDTA mostraram a menor infiltração, enquanto aqueles tratados com ultra som mostraram significativamente menos infiltração quando comparados com o grupo controle.

WHITE; GOLDMAN; LIN¹⁸⁰ (1987) avaliaram a influência da camada residual na penetração de materiais de obturação nos canais radiculares de 54 dentes extraídos, que foram instrumentados e irrigados com 20ml de hipoclorito de sódio a 5,25% (grupo I) e com irrigação final com 10ml de EDTA a 17, 5%, pH 7,5 seguido imediatamente por irrigação final com 10ml de NaOCl a 5,25% (grupo II) e, após secagem com cones de papel absorvente os dentes de cada grupo foram obturados com os seguintes materiais: Hydron, Endo-fill, AH-26 e Roth 801, e em seguida fechados com Cavit. Três dentes de cada grupo serviram como controle (não obturados). Após 96hs a 37°C e 100% de umidade os espécimes foram fraturados e seccionados e os materiais foram examinados nos terços radiculares cervical, médio e apical pela microscopia eletrônica de varredura. Sob as condições deste estudo todos os cimentos empregados penetraram mais nos túbulos dentinários quando a camada residual tinha sido removida antes da obturação. Quando a camada residual estava presente durante a obturação, a penetração tubular do material foi imprevisível e infreqüente, independente do tipo de material e terço radicular.

ZUOLO et al¹⁹¹ (1987) estudaram o efeito do EDTA a 15% com pH 7,3 e suas associações com tensoativos (tergentol- EDTAT, cetavlon- EDTAC e cloreto cetil

piridino- EDTACP) na permeabilidade da dentina radicular de 25 incisivos centrais superiores humanos extraídos, instrumentados e irrigados com 3ml de solução irrigadora final a ser testada, seguida de irrigação final com 3ml de solução salina fisiológica. Após secagem, os dentes receberam reagentes químicos do ensaio histoquímico (ácido rubeânico, sulfato de cobre e hidróxido de amônio) para determinar a permeabilidade dentinária, seguida da quantificação pela análise morfométrica. A associação mais efetiva em promover o aumento da permeabilidade dentinária radicular foi o EDTAC. A solução de EDTA ficou numa posição intermediária e o EDTA-cetil piridino, EDTA-tergentol e solução salina fisiológica promoveram o menor aumento da permeabilidade. O terço apical apresentou-se menos permeável que os terços médio e coronário.

CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ³² (1989) compararam a efetividade de diferentes procedimentos de irrigação na remoção da camada residual, utilizando 40 canais radiculares curvos manualmente preparados “in vitro” sob irrigação copiosa com hipoclorito de sódio a 3%. Dez canais serviram como controle (grupo 1). Os outros 30 foram igualmente distribuídos nos três grupos experimentais e subsequente irrigados com: grupo 2-Ultra-som (Cavi-Endo) com hipoclorito de sódio a 3% durante dois minutos; grupo 3- 2ml de EDTA a 15% durante três minutos; grupo 4- ultra-som (Cavi-Endo) com EDTA a 15% durante três minutos. Na análise em microscopia eletrônica de varredura, a aparência da camada residual foi analisada sobre a abertura dos túbulos dentinários nos segmentos coronário, médio e apical. A irrigação com hipoclorito de sódio produziu consistentemente superfície com camada residual. A agitação ultra-sônica do hipoclorito de sódio removeu a camada residual moderadamente, enquanto o EDTA produziu superfícies quase livres de camada residual. O ultra-som em associação com EDTA não melhorou a capacidade de dissolução deste agente quelante. Uma diminuição na eficiência dos procedimentos de irrigação foi também observada ao longo da porção apical dos canais.

PETSCHLT; HICKEL; EBERT¹³³ (1989) avaliaram pelo microscópio eletrônico de varredura com aumento de 1000 e 5000 vezes a penetrabilidade de alguns cimentos endodônticos (N2, Ketac Cem, AH-26, Endomethásone, Diaket, Tubliseal e Harward) nos túbulos dentinários de 70 dentes, após a remoção da camada residual. Foi constatado que os tipos de cimentos estudados penetraram a uma distância de até 100µm da luz do canal radicular. Uma grande penetração foi encontrada com o Ketac Cem e cimento Harward (100µm), com o Ketac Cem penetrando mais na parte orgânica do túbulo dentinário. Concluíram os autores que a camada residual deve ser removida para possibilitar maior penetração do material obturador dentro do túbulo dentinário e hermeticidade da obturação com a parede do canal, além de minimizar a infiltração entre ambos. Ressaltaram os autores que os materiais plásticos, devido à sua baixa viscosidade, podem penetrar melhor nos túbulos dentinários.

RAWLINSON¹³⁶ (1989) investigou pela microscopia eletrônica de varredura a eficácia de dois métodos de preparação do canal radicular (ultra-sônico e manual) e a efetividade de diferentes substâncias para remover a camada residual (hipoclorito de sódio a 0,25% associado e não associado ao ácido cítrico a 50%) para possibilitar a penetração de resina autopolimerizável de baixa viscosidade (empregada para selamento de fissuras) como material obturador do canal radicular. Constatou o autor que o grupo instrumentado pelo ultra-som (Cavi Endo) e irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 0,25% e agitação final com solução de ácido cítrico 50% produziu uma parede de canal muito limpa, livre de camada residual nos terços radiculares médio e coronário, melhor que o grupo controle só com solução salina e que os grupos com instrumentação manual, e com agitação final com ácido cítrico por um minuto. Entretanto, a obturação do canal radicular com resina de baixa viscosidade autopolimerizável, usada em condições de simulação das condições in vivo, fracassou na penetração nos túbulos dentinários abertos a uma extensão significativa, principalmente em nível de terço apical, provavelmente devido à falta de completa

remoção de umidade intratubular, realizada pelo método do cone de papel absorvente. Com base nestas observações feitas com microscopia eletrônica de varredura, a resina de baixa viscosidade não pareceu adequada como material de obturação, porque ela provavelmente não se adaptará satisfatoriamente à parede do canal. E, se o tratamento endodôntico fracassa, estas resinas são impossíveis de serem removidas do canal radicular sem que haja muita destruição do tecido dental.

CARLSON; SIMON²⁶ (1990) avaliaram a importância da camada residual e do bisel na infiltração de obturações retrógradas com amálgama, utilizando dois grupos de dentes, instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% nos quais a camada residual foi removida com REDTA a 17% dos canais radiculares, no primeiro grupo e deixada dentro das raízes no segundo grupo. O terceiro grupo não recebeu bisel. Na divisão dos grupos alguns preparos receberam ação do hipoclorito de sódio isoladamente, outros, REDTA mais hipoclorito, o que era da mesma forma feito, na superfície biselada. Todos os dentes foram selados coronariamente com cianoacrilato e retrobturados com amálgama após preparação do canal radicular, e então preenchidos com corante da China. Em seguida, foram imersos em solução salina e a alteração em cor foi avaliada por dois observadores, e classificada em nula, moderada e severa. Após o teste de infiltração foi encontrada uma correlação entre percolação, presença do ápice biselado e eliminação da camada residual. Os autores concluíram que: 1- a presença de um bisel apical aumenta significativamente a probabilidade de percolação; 2- a ausência da camada residual nas raízes aumenta significativamente a probabilidade da infiltração; 3- combinando bisel apical e eliminação da camada residual em nível de canal há um aumento significativo na infiltração apical.

PASHLEY¹³¹ (1990) acredita que a presença ou ausência da camada residual é uma variável muito importante para a ocorrência de infiltração de bactérias e produtos bacterianos para a dentina. Considera esta camada residual um verniz cavitário natural que reduz a permeabilidade da dentina muito mais que qualquer verniz cavitário artificial,

entretanto, sua presença limita a capacidade de ligação de vários agentes de união por causa de suas baixas forças coesivas. A remoção dessa camada, no entanto, aumenta a capacidade de união dos materiais usados em contato com a dentina e permite um selamento mais hermético do material obturador no canal. Apesar das vantagens de sua retirada, a presença da camada residual está diretamente ligada ao nível de difusão dos produtos bacterianos, sendo este muito menor quando a camada residual está presente.

CENGİZ; AKTENER; PISKIN³⁰ (1990) avaliaram pela microscopia eletrônica de varredura o efeito da orientação do túbulo dentinário na remoção da camada residual por algumas soluções irrigadoras (solução fisiológica, EDTA a 15% e EDTA a 15% seguido de hipoclorito de sódio a 5,25%) em canais radiculares. Utilizaram 15 dentes anteriores e 15 canais artificiais obtidos de cinco molares, cujo esmalte foi removido e após seccionamento e desprezo das raízes, prepararam três cavidades em cada bloco de dentina coronária remanescente. Cada bloco foi cortado em três partes com um disco diamantado para preparar 15 canais artificiais. Os canais naturais e artificiais foram instrumentados com limas Kerr até a número 70 nos artificiais e até a número 40 nos naturais, e então divididos em três grupos. O primeiro grupo foi irrigado com 20ml de solução fisiológica, o segundo com 20ml de EDTA a 15%, e o terceiro com 10ml de EDTA a 15%, seguido por 10ml de solução de NaOCl a 5,25%. Em seguida, todos os canais foram secos com cones de papel absorvente, seccionados, desidratados em seqüência de concentração crescente de álcool etílico (50, 75 e 100%) durante oito horas, levados durante a noite ao dessecador a 60° C, metalizados e examinados num microscópio eletrônico de varredura. Os terços coronário, médio e apical dos canais naturais e toda a extensão dos canais artificiais foram analisados. Os resultados mostraram que a camada residual tanto em canais artificiais quanto naturais foi similar na aparência e respondeu similarmente a todas as soluções irrigadoras e nos canais artificiais, foi observado que a orientação do túbulo dentinário não tinha efeito detectável na formação e remoção da camada residual; mesmo em canais artificiais a camada

residual formada consistiu de uma porção superficial e outra impactada dentro dos túbulos dentinários. Explicaram os autores ainda, que o mecanismo de impacção da camada residual dentro dos túbulos dentinários pode ser devido: 1- ao instrumento que ao fazer um movimento linear coronoapical perpendicular aos túbulos dentinários compacta a camada residual. Desse modo, não haverá penetração nos túbulos pela camada residual a menos que haja contato entre eles. Uma vez que tenha havido penetração, a orientação dos túbulos dentinários pode ser importante; 2- ao resultado da rotação do instrumento, que causaria desgaste centrífugo da camada residual, que penetraria nos túbulos dentinários se eles estivessem apropriadamente orientados; 3- ao resultado da ação de capilaridade, onde a penetração ocorreria como consequência de forças adesivas entre os túbulos dentinários e a camada residual. Os autores concluíram então que: 1- os dois primeiros mecanismos não explicam completamente o fenômeno de impacção dos túbulos dentinários, porque nenhuma diferença na penetração foi encontrada com túbulos dentinários de diferentes orientações; 2- a solução salina fisiológica não tem efeito sobre a remoção da camada residual em canais artificiais e naturais; 3- a irrigação com EDTA a 15% e NaOCl a 5,25% remove a camada residual mais efetivamente do que o EDTA a 15% sozinho.

GETTLEMAN; MESSER; ELDEEB⁶³ (1991) avaliaram a influência da camada residual na adesão de cimentos à dentina em 120 dentes (40 para cada cimento) anteriores humanos, recentemente extraídos. Os dentes foram seccionados longitudinalmente, e as superfícies internas foram aplainadas e alisadas com discos diamantados em velocidade de 200 a 300rpm, com o objetivo de criar uma camada residual. A metade de cada dente foi deixada com a camada residual intacta, enquanto a outra metade teve a camada residual removida pela lavagem com EDTA a 17% e pH 7,7 durante três minutos, seguido por hipoclorito de sódio a 5,25%. A avaliação foi realizada em microscopia eletrônica de varredura. Usando um gancho de alumínio especialmente projetado, o cimento foi colocado dentro de um reservatório de 4mm de largura x 4mm

de profundidade que foi então adaptado ao dente com ângulo de 90° e possibilitado tomar presa por sete dias em 100% de umidade a 37°C. Uma força tênsil (com velocidade de 1mm/min após a presa) em máquina universal de ensaios foi aplicada. Os resultados mostraram significantes diferenças ($p < 0,001$) entre AH-26, Sultan (à base de óxido de zinco-eugenol), e Sealapex, constatando-se que o AH-26 foi o mais forte e o Sealapex o mais fraco. A única diferença significativa, considerando a presença ou ausência da camada residual, foi encontrada com AH-26, que teve uma adesão mais forte quando a camada residual foi removida.

SAUNDERS; SAUNDERS¹⁴² (1992) avaliaram o efeito da remoção da camada residual na infiltração coronária de obturações radiculares, usando dois cimentos endodônticos. Sessenta dentes unirradiculados com ápices completos foram instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 2%. Os dentes foram divididos em quatro grupos de 15. Dois grupos foram tratados com ácido cítrico a 40% para remover a camada residual. Dois grupos de dentes, um com e outro sem camada residual, foram obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha com Tubliseal ou um cimento de ionômero de vidro, Vitrebond. Os dentes foram estocados por uma semana, termociclados, e a extensão da infiltração coronária determinada para cada grupo após imersão em tinta da Índia por 90 horas. Os dentes foram desmineralizados, desidratados e imersos em salicilato de metila que os deixou transparentes. A medida linear da penetração do corante foi registrada. A extensão da infiltração para os grupos nos quais a camada residual foi deixada intacta foi $4,26 \pm 1,53\text{mm}$ e $6,83 \pm 1,65\text{mm}$ para o Vitrebond e Tubliseal, respectivamente. Quando a camada residual foi removida, a principal profundidade de infiltração para o grupo Vitrebond foi $1,13 \pm 0,29\text{mm}$, e $3,72 \pm 1,23\text{mm}$ para o grupo Tubliseal. Houve uma diferença estatisticamente significativa na infiltração entre os grupos ($p < 0,001$). Com ambos os cimentos, aqueles dentes com camada residual removida mostraram menos infiltração do que espécimes com camada residual intacta ($p < 0,001$). Os espécimes obturados com Vitrebond infiltraram menos do que os

dentes obturados com Tubliseal, ambos tanto com camada residual intacta, quanto removida ($p < 0,001$).

GAVINI⁵⁸ (1992) avaliou pela microscopia eletrônica de varredura a capacidade da solução salina fisiológica, EDTA a 17%, ácido cítrico a 25% e hipoclorito de sódio a 1%, para diminuir a formação da camada residual ou facilitar a sua remoção, quando associadas a diferentes volumes, logo após o preparo do canal radicular, utilizando-se de limas Kerr-Flex, com o auxílio do creme de Endo-PTC, neutralizado pelo hipoclorito de sódio a 1% e posterior irrigação final com Tergentol/Furacin. Como resultado, observou-se que a associação de 6ml de EDTA a 17% e 6ml de hipoclorito de sódio a 1% proporcionou superfície dentinária mais livre de microssujidades, e que o aumento do volume (de 3 para 6ml) das soluções irrigadoras auxilia significativamente na obtenção de maior número de canalículos dentinários visíveis. A importância da natureza química das soluções na eliminação de restos teciduais e da camada residual foi constatada quando a solução salina fisiológica, embora com o mesmo volume final das outras soluções, removeu menos camada residual do que as outras soluções irrigadoras empregadas.

KHOURI DIEP⁹⁰ (1992) avaliou a ação do EDTA em diferentes formas de apresentação e diferentes técnicas de aplicação quanto: - ao grau de limpeza produzido sobre as paredes do canal radicular; - ao grau de limpeza nos terços cervical, médio e apical do canal radicular; - ao efeito de limpeza, considerando as paredes proximal e lingual do canal radicular. Foram utilizados 60 primeiros e segundos pré-molares inferiores extraídos. Após as aberturas coronárias, os dentes foram instrumentados com a técnica telescópica com recuo programado e divididos em dez grupos, de acordo com o tipo de apresentação, técnicas de aplicação do EDTA e a parede a ser avaliada, conforme a seguinte distribuição: Grupo 1: água destilada durante o preparo, EDTA no final por um minuto e água destilada ao final na parede proximal; Grupo 2- água destilada durante o preparo, EDTA no final por um minuto e água destilada no final, na

parede lingual; Grupo 3- água destilada, EDTA, alternadas para cada instrumento, parede proximal; Grupo 4- água destilada, EDTA- alternadas para cada instrumento, parede lingual; Grupo 5, hipoclorito de sódio a 1%, EDTA alternados para cada instrumento e água destilada ao final, parede proximal; Grupo 6- hipoclorito de sódio a 1%, EDTA , alternadas para cada instrumento e água destilada ao final, parede lingual; Grupo 7- EDTAC durante o preparo, água destilada ao final, parede proximal; Grupo 8- EDTAC durante o preparo, água destilada ao final, parede lingual; Grupo 9- água destilada para cada instrumento e ao final, parede proximal; Grupo 10- água destilada para cada instrumento e ao final, parede lingual. Após estes procedimentos, os dentes foram seccionados e avaliados no microscópio eletrônico de varredura. As fotomicrografias obtidas foram ordenadas em ordem decrescente, a partir daquela que apresentava a superfície mais limpa até a menos limpa, alcançando-se as seguintes conclusões: 1- a utilização de produtos à base de EDTA propiciaram, de um modo geral, melhor limpeza das paredes dos canais do que o grupo controle; 2- a eficiência de limpeza das diferentes formas de apresentação e técnicas de aplicação do EDTA obedecem à seguinte ordem decrescente: a) EDTAC durante a instrumentação, b) EDTA um minuto após a instrumentação, c) EDTA alternado com água destilada, d) EDTA alternado com hipoclorito de sódio a 1%, e) água destilada; 3- não se observou diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) entre os grupos com relação às diferentes formas de aplicação do EDTA; 4- quanto ao grau de limpeza obtido nos terços radiculares, a ordenação do mais limpo para o menos limpo foi a seguinte: a) terço cervical, b) terço médio, c) terço apical; 5- entre os terços cervical e médio não se constatou diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$), porém ela foi significativa ($p<0,05$) quando comparada ao terço apical; 6- No que se refere ao grau de limpeza, considerando as paredes do canal radicular, a ordenação obtida foi: a) proximal, b) lingual; 7- não se encontrou diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) na análise das paredes proximal e lingual.

GENÇOGLU; SAMANI; GUNDAY⁶² (1993) avaliaram a capacidade de selamento apical de duas técnicas de guta-percha termoplastificada. Um total de 128 dentes unirradiculados foram instrumentados até a lima nº.60 e irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25%. A camada residual de 61 canais radiculares foi removida com 10ml de EDTA a 17%, seguido de irrigação final com 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25%. Um dente com e outro sem camada residual foram seccionados longitudinalmente e examinados no microscópio eletrônico de varredura com aumento de 500 e 1000 vezes. Os outros dentes foram irrigados com irrigação final com hipoclorito de sódio a 5,25% sozinho. Em seguida, os dentes foram divididos em seis grupos que foram obturados com a técnica do Ultrafil, Thermafil e condensação lateral, empregadas com cimento de Grossman (Sultan). Seis canais radiculares não foram obturados, servindo como controle. Pelo teste de penetração do corante azul de metileno a 1% por duas semanas constatou-se que o Thermafil mostrou a mínima infiltração com camada residual presente e Ultrafil a mínima infiltração sem a camada residual. As duas técnicas de guta-percha termoplastificada mostraram significativamente menos infiltração do que a técnica de condensação lateral com e sem a camada residual. A remoção da camada residual reduziu a infiltração significativamente em todos os grupos.

OKSAN et al¹²³ (1993) avaliaram o efeito da camada residual na penetração de quatro cimentos endodônticos nos túbulos dentinários. Sessenta e quatro incisivos inferiores e superiores humanos extraídos, foram empregados. Após a remoção das coroas, as polpas foram extirpadas e os canais radiculares instrumentados. Os dentes foram então divididos em dois grupos. Os dentes no grupo controle foram irrigados com solução salina fisiológica e o grupo experimental tratado com 10ml de EDTA a 17% seguido de 10ml de NaOCl a 5,25%. Cada grupo experimental foi dividido em quatro subgrupos e os canais radiculares obturados com Diaket, N2 Universal, SPAD e Forfenan como recomendado pelos fabricantes. Os dentes foram então armazenados em 100% de umidade a 37°C durante 48 horas, seccionados longitudinalmente e

examinados em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 1600 vezes. Uma avaliação quantitativa da penetração do cimento dentro dos túbulos dentinários foi realizada nas partes coronárias, média e apical de cada canal radicular. Foi observado que a camada residual impediu a penetração dos cimentos nos túbulos. Entretanto, no grupo experimental, a penetração dentro dos túbulos foi melhor com Diaket, N2 e SPAD, do que com Forfenan ($p < 0,01$). Os autores concluíram que esta penetração pode ser afetada pelas propriedades físicas e químicas dos materiais de obturação do canal radicular.

BERNARDINELI¹³ (1993) avaliou a adaptação às paredes cavitárias e o selamento marginal apical de alguns materiais usados ou promissores para obturações retrógradas em 180 caninos humanos extraídos e, verificou a possível correlação entre essas avaliações, em função também de alguns agentes de irrigação utilizados no preparo cavitário apical. Os materiais utilizados e testados comparativamente para esse fim, foram: pastas Lysanda e Coe-Pak e cimentos N-Rickert, Chelon-Silver, Renew Light e Opatow E.B.A. Os irrigadores avaliados em conjunto com tais materiais foram: solução fisiológica, solução de hipoclorito de sódio a 1% e o EDTA (Inodon). Os canais radiculares foram instrumentados, irrigados com solução salina fisiológica e obturados com guta-percha e cimento de óxido de zinco-eugenol pela técnica de condensação lateral. As amostras foram na sequência impermeabilizadas, com exceção do ápice biselado. Cavidades apicais com broca esférica nº2 foram preparadas após a distribuição aleatória dos 18 grupos que receberam durante o preparo, irrigações com solução fisiológica, hipoclorito de sódio a 1% e solução fisiológica, após aplicação prévia do EDTA por três minutos. Cada uma das soluções irrigadoras aplicadas após a secagem da cavidade, receberam os materiais retrobturadores acima relatados. A imersão em azul de metileno por 24 horas foi feita, após a qual as amostras foram metalizadas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 75x. Os dentes foram desgastados no sentido vestibulolingual para o registro dos índices de

infiltração apical. Na análise dos resultados, onde se propôs verificar os desajustes dos materiais retroobturadores e suas possíveis correlações com o índice de infiltração apical em função de algumas soluções irrigadoras, observou-se que: 1- Em relação ao desajuste, embora se tenha observado diferenças significantes entre as soluções irrigadoras nas comparações individuais não houve significância estatística; 2- Houve influência dos materiais retroobturadores com significância estatística 3- Em relação às infiltrações marginais, a solução fisiológica mostrou significativamente menores índices que as outras duas soluções que se equivaleram entre si; 4- Quanto à infiltração marginal houve influência dos materiais retroobturadores com significância estatística entre: a- Renew, Pasta Lysanda e Coe-Pak, que apresentaram equivalência entre si e foram significativamente melhores que os outros três cimentos; b- cimento N-Rickert e o E.B.A. se equivaleram entre si e foram melhores que o Chelon-Silver, havendo diferença estatística significativa, apenas entre o N-Rickert e o Chelon-Silver, que foi o pior de todos os cimentos. As interações registraram diferenças estatísticas significantes com influências causadas tanto pelos materiais retroobturadores, quanto pelas substâncias irrigadoras; 5- A possível correlação entre desajuste e infiltração marginal se mostrou positiva em relação à solução fisiológica, negativa quanto à solução de Milton e não muito bem definida em relação ao EDTA, mostrando uma tendência não muito bem evidenciada de que quanto maior o desajuste, maior a infiltração.

FIDEL et al⁵⁰ (1994) avaliaram a adesão à dentina de vários cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio (Sealer 26, Apexit, CRCS e Sealapex), usando o cimento de Grossman (FillCanal- à base de óxido de zinco/eugenol) como controle. Molares humanos extraídos foram empregados, cujas superfícies oclusais foram desgastadas até aparecer a dentina. As raízes foram fixadas em base de resina acrílica e os dentes foram estocados em uma estufa a 37°C e umidade relativa de 95%, até serem usados. Foram em seguida divididos em dois grupos: com e sem o uso de EDTA (duas gotas) sobre a superfície oclusal dentinária por cinco minutos. Utilizaram

cilindros de alumínio (10mm de altura x 6mm de diâmetro interno) com alça de aço inoxidável, que foram fixados na superfície dentinária e obturados com o cimento selecionado. Eles foram submetidos à força usando um arame e um sistema de polia com uma alteração gradual da força pelo aumento da massa depositada na extremidade livre do fio, até que o cilindro contendo o cimento se rompesse da superfície dentinária. Pelo cálculo da força de tração de adesão dos cimentos constataram que: 1- nos testes empregando EDTA, o Sealer 26 apresentou a maior adesão, entretanto, quando o EDTA não foi empregado, CRCS apresentou a maior adesão; 2- O FillCanal, Sealapex e Apexit sem EDTA apresentaram os níveis mais baixos de adesão. Com a aplicação de EDTA, Sealapex e Apexit apresentaram a mais baixa adesão; 3- Com a aplicação do EDTA, a maioria dos cimentos mostrou um aumento na sua adesão, com exceção do Sealapex. Ambos Apexit e Sealapex são cimentos que apresentam baixa adesão.

VASSILIADIS; SKLAVOUNOS; STAVRIANOS¹⁶⁹ (1994) utilizaram cinco dentes extraídos após preparação biomecânica (grupo A) e 11 extraídos de 1 a 7 anos após tratamento endodôntico (grupo B) para avaliar a profundidade de penetração e aparência do cimento de Grossman nos túbulos dentinários. O hipoclorito de sódio a 1% foi usado como solução irrigadora e uma técnica de condensação lateral com um cimento tipo Grossman foi usado para obturação. Os dentes foram fraturados, preparados e visualizados no microscópio eletrônico de varredura equipado com um espectrômetro dispersivo eletrônico. Todas as paredes dos canais do grupo A estavam cobertas com uma camada residual espessa. O cimento estava presente na maioria dos túbulos dentinários do grupo B, a uma distância que variou de 200 a 900µm da luz do canal radicular, sendo que o terço médio radicular foi o mais penetrado. A camada residual não impediu o cimento de penetrar nos túbulos dentinários. As diferenças na profundidade de penetração ou na aparência do cimento não puderam ser atribuídas aos diferentes períodos de tempo em que os dentes permaneceram no arco após o tratamento endodôntico.

GAVINI⁵⁹ (1994) avaliou “in vitro”, com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura, a capacidade de dois sistemas de irrigação (pressurizado e ultra-sônico) de removerem a camada residual, quando empregados de maneira associada à solução salina fisiológica, EDTA a 17%, ácido cítrico a 25%, hipoclorito de sódio a 1 e 2% e Tergentol/furacin, em volume constante e após o preparo químico-mecânico do canal radicular. Foram utilizados 48 caninos humanos retos, unirradiculados, que foram instrumentados com limas Kerr-Flex e irrigação com creme de Endo PTC, neutralizado com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Após a instrumentação, a amostragem foi dividida, em dois grupos de 24 dentes: Grupo G1- irrigação pressurizada (com o dispositivo Idealjet) e G2 - irrigação ultra-sônica (sistema endosônico Enac). Os grupos G1 e G2 foram subdivididos em seis grupos, sendo cada um composto por quatro espécimes (cada espécime usando solução salina fisiológica, EDTA a 17%, ácido cítrico a 25%, hipoclorito de sódio a 1 e 2% e Tergentol/Furacin). Os dentes tiveram suas cavidades pulpares seladas por intermédio de algodão, guta-percha e Cavit, e em seguida foram seccionados transversamente para avaliação no microscópio eletrônico de varredura. O autor mediante as condições estabelecidas para o experimento, concluiu que 1- não existe diferença estatística significativa, quanto à capacidade de remover a camada residual, entre o sistema pressurizado e o ativado (ultra-sônico); 2- a utilização de agentes descalcificantes (EDTA a 17% e ácido cítrico a 25%), proporcionou os melhores resultados, propiciando a visualização de um número maior de canalículos dentinários, livres de microssujidades.

GARBEROGLIO; BECCE⁵⁶ (1994) avaliaram o efeito de seis soluções irrigadoras sobre a camada residual criada pela instrumentação manual “in vitro” em seções médias e apicais de 53 canais radiculares. As soluções avaliadas foram: hipoclorito de sódio a 1% e a 5%, uma combinação de ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10%, EDTA a 0,2%, 3% e 17%. Após instrumentação e irrigação com a solução irrigadora selecionada, os espécimes foram desidratados em soluções crescentes de

etanol, metalizados e examinados pelo microscópio eletrônico de varredura. Fotografias de áreas representativas dos terços médio e apical foram obtidas com aumento que variou de 20 a 5000 vezes empregando-se escores de 0 (ausência de camada residual) a 3 (espessa camada residual, aberturas dos túbulos dentinários indiscerníveis) para avaliação da quantidade de camada residual. As duas soluções de hipoclorito de sódio não removeram a camada residual, mesmo quando o hipoclorito de sódio a 5% foi esfregado nas paredes dos canais radiculares. O EDTA a 0,2% foi mais efetivo do que o hipoclorito de sódio, mas não removeu completamente a camada residual, especialmente nos orifícios dos túbulos dentinários. As outras três soluções removeram efetivamente a camada residual, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada entre elas ($p>0,05$). A solução de EDTA a 3% foi tão efetiva quanto o ácido cítrico-fosfórico e o EDTA a 17%. O EDTA, entretanto, não mostrou o efeito desmineralizante marcado sobre as paredes dentinárias e túbulos quanto à solução acídica. Devido às soluções de EDTA mudarem de pH durante a desmineralização, o efeito é auto-limitante, quando o pH diminui, tanto o raio de desmineralização dentinária, quanto a quantidade de dentina dissolvida diminuem. O EDTA a 3% devido sua concentração e tensão superficial mais baixas e menor viscosidade pode ser menos irritante para os tecidos periapicais do que o EDTA a 17%.

WEIGER et al¹⁷⁶ (1995) determinaram a força tênsil de um cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem) para cimentação de coroas nas paredes de 63 canais radiculares retos, após pré-tratamento com agentes de limpeza final. Após instrumentação até a lima 50, irrigação com solução salina fisiológica a 0,9% e secagem com pontas de papel absorventes, os canais radiculares foram divididos em sete grupos, de acordo com os agentes: hipoclorito de sódio a 1% + EDTA a 20%, ácido fosfórico a 37%, ácido nítrico a 2,5%, ácido cítrico a 6%, ácido poliacrílico a 10% e 20% e solução salina fisiológica a 0,9% como controle. Sete dentes representativos da limpeza com os agentes empregados foram examinados em microscopia eletrônica de varredura com aumento

que variou de 1500 e 5000 vezes. Cilindros de dentina de 4mm de diâmetro foram preparados da metade coronária de cada raiz, perpendicular ao eixo radicular. As áreas do canal radicular expostas foram cobertas com Ketac-Cem. Usando uma máquina de teste universal uma força de tração foi aplicada ao Ketac-Cem até a fratura. Os autores constataram que: o pré-tratamento com EDTA-hipoclorito de sódio forneceu a força tênsil de adesão mais forte (2,2Mpa). Os valores medianos para os outros agentes variaram de 1,2 a 1,9Mpa. A adesão significativamente mais fraca (0,5Mpa) foi registrada para a solução salina fisiológica. A eliminação da camada residual pareceu ser um fator essencial para melhorar a adesão.

PALLARÉS; FAUS; GLICKMAN¹³⁰ (1995) compararam a adaptação da gutapercha termoplastificada mecanicamente à parede do canal radicular na presença e ausência de camada residual. Os canais radiculares de 20 incisivos superiores humanos extraídos foram instrumentados com limas Kerr até a nº.40 e irrigados com 3ml de hipoclorito de sódio a 5,25%. Como irrigação final 20 ml de hipoclorito de sódio a 5,25% foram empregados, seguida de secagem com cones de papel absorvente. Os dentes foram divididos em dois grupos: grupo 1- Dez dentes obturados com camada residual presente; 2- Dez dentes obturados após irrigação com 20ml de ácido cítrico a 50% seguido por 20ml de hipoclorito de sódio a 5,25% para remoção da camada residual. Tanto os dentes do grupo 1 quanto do grupo 2 foram obturados com gutapercha termoplastificada pelo sistema JS Quick fill, a 4500rpm e cimento AH-26. As raízes foram estocadas em água durante 72 horas e em seguida foram fraturadas em duas metades, desidratadas pela secagem ao ponto crítico, metalizadas e avaliadas em microscopia eletrônica de varredura. Como conclusão, ficou constatado que o cimento tinha formado uma camada contínua em contato com as paredes do canal, tornando-se progressivamente mais fina em direção ao ápice radicular (7 a 8µm), porém sua penetração só ocorreu no grupo com camada residual removida, cuja profundidade de penetração variou de 10 a 15µm junto com projeções de gutapercha.

HOLLAND et al⁷⁸ (1995) avaliaram a qualidade de selamento de três cimentos endodônticos, após tratamento da parede do canal radicular. Os canais radiculares de 140 dentes humanos extraídos foram instrumentados com lima Kerr até a nº.40 e irrigação com água destilada em seringa Luer-lock e agulha calibre 27. Os dentes foram cobertos com Araldite, exceto a área em torno do forame apical e abertura coronária. Trinta dentes não receberam tratamento e 30 foram tratados com EDTA a 20% durante cinco minutos. Trinta dentes receberam uma medicação intracanal de hidróxido de cálcio em propilenoglicol em consistência cremosa durante 24 horas. Trinta dentes receberam um medicação intracanal com paramonoclorofenol (CPMC) em uma ponta de papel absorvente durante 24 horas. Os 120 espécimes foram irrigados com água destilada e obturados pela técnica da condensação lateral com cones de guta-percha e os seguintes cimentos: Ketac-Endo, cimento à base de óxido de zinco-eugenol (OZE-relação pó/líquido de 340mg/0,2ml); Sealapex, inserindo-se o cimento com cones de guta-percha. Dez dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral com cimento (OZE e guta-percha) e cobertos totalmente com Araldite (controle negativo de infiltração). Os outros dez dentes não obturados foram considerados o controle positivo. Em seguida, foram radiografados no sentido vestibulolingual. Os terços apicais das raízes foram colocados em água durante 24 horas, enquanto as aberturas coronárias foram cobertas com Araldite. Todos os dentes foram colocados dentro de solução de azul de metileno a 2% dentro de um frasco, que foi adaptado a uma bomba a vácuo de 0.002mmHg durante 15 minutos. Vinte e quatro horas após as raízes foram seccionadas longitudinalmente, o material obturador foi removido e a infiltração do corante foi medida linearmente em um estereomicroscópio. O Sealapex exibiu significativamente menos infiltração do que o Ketac-Endo ou o cimento de óxido de zinco-eugenol ($p<0,01$). O uso de EDTA a 20% e curativos de demora reduziram significativamente ($p<0,01$) a infiltração observada com o cimento de óxido de zinco-eugenol e Ketac-Endo.

GAVINI et al⁶¹ (1995) avaliaram “in vitro” o efeito desmineralizador da solução salina, EDTA a 17%, ácido cítrico 25% e ácido cítrico 50%, pela comparação da perda de massa de 64 fragmentos de dentina de 16 pré-molares humanos extraídos, previamente pesados em uma balança analítica, que foram guardados imersos nestas soluções por diferentes períodos de tempo em tubos plásticos, com 16 fragmentos para cada solução testada em: 15 minutos, 24, 48 e 72 horas. Os fragmentos foram então removidos dos frascos contendo as soluções e pesados novamente. Os pesos iniciais e finais foram comparados para estabelecer o índice de descalcificação de dentina de acordo com o tempo de imersão. Como resultado as soluções de ácido cítrico a 25%, ácido cítrico a 50%, EDTA a 17% e solução salina produziram um índice de desmineralização de 31,4%, 31,1%, 12,9% e 1,7%, respectivamente. Os autores concluíram que as soluções de ácido cítrico 25% e 50% foram as mais efetivas na descalcificação dos fragmentos de dentina.

SEN; WESSELINK; TURKUN¹⁵⁰ (1995) analisaram a estrutura morfológica da camada residual deixada quando os canais radiculares foram instrumentados, caracterizando-a como material composto de dentina, remanescentes de tecido pulpar e processos odontoblásticos, e algumas vezes bactérias. Na análise em microscopia eletrônica de varredura ela tem aparência irregular, amorfa e granular. Ressaltaram também que as vantagens e desvantagens de sua remoção ainda é polêmica, uma vez que tem sido provado que essa camada é uma barreira às bactérias e diminui, mas não impede a ação dos desinfetantes endodônticos. Ela também age como uma barreira física interferindo na adesão e penetração de cimentos dentro dos túbulos dentinários, podendo afetar a capacidade de selamento da obturação do canal radicular. Quando ela for removida a durabilidade do selamento apical e coronário deveria ser avaliada por um longo período. Sugeriram o emprego das soluções de EDTA e hipoclorito de sódio para remoção da camada residual, pois se mostraram tão efetivas quanto as técnicas ultrassônicas. Uma vez removida, consideraram também a possibilidade de reinfecção dos

túbulos dentinários se o selamento falhar. Desse modo, mais estudos são necessários para definir a importância da ausência ou presença da camada residual.

GUIGNES; FAURE; MAURETTE⁷⁰ (1996) analisaram a variação da condutância hidráulica em três grupos de terceiros molares com cavidades feitas nos terços cervical, médio e apical radiculares, medindo de 0,5 a 1,0mm de profundidade por 2 a 3 mm² de diâmetro, após três técnicas de instrumentação: 1- técnica manual convencional com irrigação manual empregando hipoclorito de sódio a 2,5%; 2- técnica mista com irrigação ultra-sônica (FP2) empregando hipoclorito de sódio a 2,5%; e 3- técnica manual convencional com irrigação manual empregando hipoclorito de sódio a 2,5% e EDTA a 17%. A eliminação da camada residual foi analisada em microscópio eletrônico de varredura com aumento de 200 e 400 vezes, conectado a um processador de imagem. As zonas cervical, média e apical foram examinadas para cada amostra imediatamente abaixo da região onde as cavidades foram preparadas. Três regiões características foram selecionadas em cada zona e fotografadas em aumento de 750 vezes. Em seguida, foram digitalizadas e tratadas com o processador acima citado. A análise pela microscopia eletrônica de varredura das paredes do canal foi feita para correlacionar variações de permeabilidade e a quantidade de superfície coberta com camada residual ou restos teciduais orgânicos. Houve uma relação inversa entre as variações na permeabilidade dentinária e a presença de camada residual. A significância desta correlação variou de acordo com as técnicas usadas. A espessura dentinária foi um fator tão significativo em influenciar a permeabilidade radicular quanto foi a camada residual. O uso de EDTA a 17% induziu a um considerável aumento na permeabilidade radicular. O uso do ultra-som produziu um efeito similar, porém mais fraco.

GAVINI; AUN; AKISUE⁶⁰ (1996) verificaram a influência da camada residual no selamento da obturação do canal radicular de 64 dentes unirradiculados humanos, recém-extraídos. Foram realizadas instrumentações com lima Kerr e Endo PTC neutralizado pelo hipoclorito de sódio e em seguida os dentes foram divididos em dois

grupos: grupo 1, que foi submetido a uma irrigação final com solução de Tergentol/Furacin, enquanto que o grupo 2 foi irrigado com EDTA a 17% e solução de hipoclorito de sódio a 1%. Dois dentes de cada grupo foram examinados em microscopia eletrônica de varredura. Os demais dentes, após secagem com cânulas de sucção acopladas à bomba a vácuo e cones de papel absorvente, foram obturados com cones de guta-percha e cimento de N-Rickert, seguidos de condensação vertical da guta-percha. Em seguida, os dentes foram selados provisoriamente, impermeabilizados com cianoacrilato e resina epóxica, exceto a área a 2mm do ápice radicular, e imersos em solução de azul de metileno a 1% durante 72 horas. Foram em seguida analisados em microscópio comparador para a mensuração da infiltração linear do corante. Os resultados demonstraram que a permanência desta camada residual interferiu diretamente na percolação apical, aumentando significativamente o nível de infiltração do corante.

BEHREND; CUTLER; GUTMANN⁹ (1996) determinaram o efeito da remoção da camada residual na obturação quando medida pela penetração bacteriana via coronária. Cinquenta e quatro dentes humanos extraídos foram instrumentados e irrigados com 1ml de hipoclorito de sódio a 5,25% e os canais radiculares de 20 dentes foram lavados com 3ml de EDTA 17% durante 30 segundos e 5ml de hipoclorito de sódio a 5,25% para remover a camada residual antes da obturação, seguido de secagem com cones de papel absorvente. Um segundo grupo de 20 dentes foi irrigado com hipoclorito de sódio apenas. Os dentes de ambos grupos foram obturados com carreadores de plástico Thermafil nº 40 e cimento Roth 801. Os canais radiculares de outros dez dentes, cinco lavados com EDTA e cinco sem, foram obturados com Thermafil sem cimento. Os dentes após obturados foram armazenados em umidade relativa de 100% durante 30 dias. Dois dentes servindo como controles positivos foram instrumentados mas não obturados, enquanto outro grupo de dois dentes foi selado coronária e apicalmente para servir como controle negativo. A superfície radicular de cada dente foi selada com verniz

de unha. Os dentes foram colocados num tubo teste contendo caldo TSB estéril. Um inóculo de *Proteus vulgaris* foi colocado em cada câmara coronária com cinco dias de intervalo e observados diariamente para avaliar o crescimento bacteriano no reservatório apical por 21 dias. Ambos controles positivos mostraram penetração bacteriana após 24 horas. Nenhum dos dois controles negativos demonstrou penetração durante o estudo. A freqüência de penetração bacteriana por meio dos dentes obturados com camada residual intacta (70%) foi significativamente maior do que aquela dos dentes com camada residual removida (30%), $p < 0,05$. Todos os dentes, exceto um obturado sem cimento exibiram penetração bacteriana, independente da presença ou ausência da camada residual. A remoção da camada residual melhorou o selamento evidenciada pela resistência aumentada do dente à penetração bacteriana.

SYDNEY et al¹⁵⁹ (1996) analisaram pela microscopia eletrônica de varredura, a capacidade de remoção da camada residual após preparação do canal radicular de 35 incisivos laterais superiores humanos extraídos pela técnica manual e por uma automatizada (sistema Canal Finder). Após seccionamento no sentido vestibulolingual as raízes foram inseridas em blocos de resina, e divididas em sete grupos: grupo 1, tratado com EDTA por cinco minutos sem instrumentação. Os canais radiculares dos dentes no grupo 2, 4 e 6 foram instrumentados pela técnica manual usando as seguintes soluções irrigadoras: solução salina (grupo 2), hipoclorito de sódio a 1% (grupo 4) e hipoclorito de sódio a 1% mais EDTA por cinco minutos com uma irrigação final de hipoclorito de sódio (grupo 6). Os três grupos remanescentes (3, 5 e 7) foram preparados usando uma peça de mão automatizada, o sistema Canal Finder, submetido às mesmas soluções irrigadoras. As hemisseções foram deixadas por 24 horas numa câmara de secagem com sílica gel e montada em bases de alumínio, metalizadas e analisadas em microscópio eletrônico de varredura. As fotomicrografias foram obtidas dos terços cervical, médio e apical da hemisseção de cada canal radicular. Como resultado, encontraram que quando o hipoclorito de sódio a 1% foi usado como solução

irrigante, ambas técnicas manual e Canal Finder mostraram paredes de canal com uma densa camada residual vedando a entrada dos túbulos dentinários adicionada com uma grande quantidade de restos teciduais. As paredes do canal radicular do grupo de dentes tratados com EDTA por cinco minutos e uma irrigação final com hipoclorito de sódio a 1%, após a preparação mostraram os terços cervical, médio e apical extremamente lisos e limpos sem camada residual.

LOPES et al¹⁰⁶ (1996) avaliaram pela microscopia eletrônica de varredura a influência do método de inserção do EDTA a 17% na remoção da camada residual no interior dos canais radiculares. Trinta dentes anteriores unirradiculados extraídos foram instrumentados com limas Kerr até a nº.45 com hipoclorito de sódio a 1% e em seguida irrigados com EDTA a 17% durante cinco minutos. Após instrumentação, os espécimes foram divididos em três grupos de dez dentes. No grupo 1 o EDTA permaneceu dentro dos canais radiculares; no grupo 2 foi agitado por dois minutos com lima Kerr nº.10 e então permaneceu por três minutos e no grupo 3, o EDTA foi empregado usando uma espiral lentulo nº.1 no sentido horário com um micromotor de alta velocidade. Os espécimes foram então irrigados com 5ml de hipoclorito de sódio a 1%. As raízes foram hemisseccionadas, metalizadas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura. Os autores constataram que: a camada residual foi removida do terço cervical de todos os grupos, independente do modo de emprego do EDTA; no terço médio, 40% dos espécimes do grupo 1 e 30% dos espécimes do grupo 2 mostraram uma quantidade moderada de camada residual com alguns túbulos dentinários abertos e outros fechados. No grupo 3, a camada residual foi removida do terço médio em todos os espécimes. No terço apical, 60% do grupo 1 e 40% do grupo 2 mostrou a presença de uma camada residual, no grupo 3, a camada residual foi encontrada apenas em 10% de todos os espécimes. Os melhores resultados foram aqueles obtidos pelo emprego mecânico do EDTA quando ele foi inserido nos canais radiculares (grupo 3). A análise

estatística mostrou que houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos 1 e 3 ($p<0,01$) e entre os grupos 2 e 3 ($p<0,05$).

CALERÓ et al²² (1997) analisaram pela espectrofotometria de absorção atômica, a ação do EDTA de Ostby sobre a dentina dos canais radiculares de 256 dentes humanos, permanentes e unirradiculados, que após a abertura coronária foram instrumentados até a lima K nº.60 e irrigados com água destilada. Os dentes foram distribuídos em oito grupos de 32. Com os dentes na posição vertical, preencheu-se o canal com EDTA, utilizando-se seringa de insulina, em intervalos de tempo de um, três, cinco, 10, 15, 20, 30 minutos e 12 horas. Após esses tempos, o EDTA foi removido do canal com seringas de insulina novas para cada grupo experimental e foi realizada a quantificação de cálcio existente pelo método de absorção atômica, a velocidade e intensidade que o EDTA reagia com os íons cálcio e o grau de saturação de acordo com o tempo de sua permanência no canal. Foi constatado que a velocidade de reação e maior rendimento do EDTA ocorreu no primeiro minuto de aplicação; o maior poder de descalcificação ocorreu nos três minutos iniciais; o maior grau de saturação deu-se em 12 horas; a velocidade de reação do EDTA com o cálcio da dentina diminuiu com o tempo.

BRAGUETTO et al¹⁸ (1997) avaliaram a capacidade de limpeza promovida pela solução de hipoclorito de sódio a 0,5% (Dakin), pela solução de EDTA a 15%, pela mistura das soluções de Dakin e EDTA a 15% na proporção de 1:1 e pelo uso alternado da solução de Dakin com a solução de EDTA a 15% (5,4ml de cada solução irrigante), quando utilizadas na instrumentação dos canais radiculares. Utilizaram-se 20 incisivos centrais superiores humanos extraídos, que após a instrumentação e irrigação, foram submetidos ao processo histológico de rotina e à coloração hematoxilina-eosina, após o que foram obtidos cortes seriados de 6µm de espessura. Para análise morfométrica, utilizou-se uma ocular de 6x. Os resultados submetidos à análise estatística evidenciaram que: 1- nenhuma das soluções irrigantes testadas possibilitou a ausência

completa de detritos no interior dos canais radiculares; 2- os terços apicais e médios apresentaram-se estatisticamente semelhantes quanto à porcentagem de detritos encontrados, qualquer que fosse a solução irrigante empregada; 3- A solução de Dakin e a solução de EDTA, quando utilizadas de modo isolado, foram estatisticamente semelhantes entre si quanto à quantidade de detritos encontrados no interior do canal radicular. Essas soluções propiciaram canais radiculares com maiores porcentagens de detritos do que quando do uso da solução de Dakin alternada ou misturada com a solução de EDTA; 4- A solução de Dakin, quer utilizada alternada, ou misturada com a solução de EDTA, apresenta resultados estatisticamente semelhantes entre si e promove canais radiculares mais limpos, ou seja, com menor porcentagem de detritos do que com o uso das demais soluções utilizadas isoladamente.

SAYÃO¹⁴⁶ (1998) avaliou a ação do hipoclorito de sódio a 1%, ácido cítrico a 50% e EDTA, na remoção da camada residual de 90 canais radiculares de dentes humanos extraídos, que foram distribuídos em três grupos de 30. Os canais radiculares foram instrumentados manualmente com limas tipo Kerr (de nºs.15 a 40) e coadjuvados pela irrigação de solução de hipoclorito de sódio a 1%. No 1º grupo utilizou-se unicamente a solução de hipoclorito de sódio. No 2º e 3º grupos, além da solução de hipoclorito de sódio, empregou-se, respectivamente, o ácido cítrico a 50% e o EDTA, como soluções irrigadoras complementares durante quatro minutos, agitados com uma lima Kerr nº.15. Após este tempo, os canais foram novamente irrigados com hipoclorito de sódio a 1% e secos com cones de papel absorvente. O corante Rodamina B a 2% durante 24 horas seguida de lavagem em água corrente, foi usado como solução evidenciadora da permeabilidade dentinária nos terços cervical, médio e apical radiculares dos dentes cortados no sentido longitudinal e a avaliação da penetração do corante na massa dentinária foi realizada por meio de lupa estereoscópica com aumento de 40x. Para a avaliação, foram estabelecidos quatro parâmetros segundo os terços cervical, médio e apical. Foi constatado que no terço cervical as substâncias testadas

não apresentaram diferença no grau de limpeza, no terço médio a diferença entre as soluções foi pouco significativa e no terço apical a substância do grupo 2 (ácido cítrico) diferiu significativamente da testada no grupo 3 (EDTA). O hipoclorito a 1% não alterou a permeabilidade dentinária; o ácido cítrico permitiu alguma alteração; porém não houve homogeneidade de ação; a solução de EDTA promoveu maior limpeza, traduzida por maior penetração do corante. Do exposto concluiu-se que a solução de hipoclorito de sódio a 1% não foi suficiente para limpar a luz dos túbulos dentinários; não houve diferença estatística entre os resultados quando se utilizou o hipoclorito isoladamente ou associado ao ácido cítrico; a irrigação com hipoclorito a 1%, seguida da irrigação com EDTA, durante quatro minutos e última irrigação com hipoclorito a 1% se mostrou efetiva para limpeza do sistema de canais.

ECONOMIDES et al⁴⁴ (1999) analisaram em 104 dentes humanos extraídos, o efeito da camada residual na microinfiltração apical durante 16 semanas, que foram instrumentados até o alargador nº.70 e lima Kerr nº.60 e irrigados com hipoclorito de sódio a 1%. Os dentes foram divididos em dois grupos tratados assim: grupo A- a camada residual foi deixada intacta; grupo B- a camada residual foi removida com 3ml de EDTA durante três minutos, seguidos de irrigação final com 3ml de hipoclorito de sódio a 1%. Foram então subdivididos em quatro para a obturação com a técnica da condensação lateral da guta-percha, variando o cimento: subgrupos A1 e B1, que foram obturados com guta-percha e cimento Roth 811, e subgrupos A2 e B2, obturados com guta-percha e cimento AH-26. Uma broca de Gates-Glidden foi empregada para remover a porção coronária da obturação em 5mm para possibilitar a medida de microinfiltração pelo método eletroquímico, cujas leituras em mV indicaram o grau de microinfiltração obtido em intervalos semanais durante 16 semanas. Paralelamente, 12 dentes foram examinados em microscopia eletrônica de varredura com aumentos de 950 e 1100 vezes. Os resultados indicaram que a remoção da camada residual permitiu a penetração dos cimentos dentro dos túbulos dentinários e resultou numa redução

estatisticamente significativa de microinfiltração nos grupos obturados com AH-26. A presença ou ausência de camada residual não teve efeito significativo na capacidade de selamento do Roth 811.

KUGA et al⁹⁵ (1999) avaliaram a influência do método de irrigação final no selamento apical proporcionado pelo cimento Endomethásone. Utilizaram 50 caninos humanos extraídos, que foram submetidos ao preparo biomecânico do canal radicular até a lima Kerr 50 e irrigação com água destilada. Após o escalonamento final (até a lima Kerr 80), os canais foram irrigados com: 1- EDTA (Herpo) + ultra-sonificação (Enac) na potência 2 por um minuto; 2- EDTA isoladamente por um minuto; 3- solução salina fisiológica + ultra-sonificação por um minuto; 4- ácido cítrico a 1% + ultra-sonificação por um minuto, e 5- ácido cítrico a 1% isoladamente por três minutos. No final, irrigação novamente com solução salina fisiológica. Posteriormente, os dentes foram impermeabilizados e obturados, empregando-se o cimento Endomethásone na proporção pó/eugenol de 0,5g/ 0,1ml, pelo método biológico controlado, e imersos em solução azul de metileno a 2% por sete dias. Após a remoção dos impermeabilizantes, as raízes foram seccionadas longitudinalmente, no sentido vestibulolingual, e, de acordo com a magnitude de infiltração marginal, elas foram ordenadas hierarquicamente da menor para a maior infiltração e submetidas ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Diante dos dados obtidos concluiu-se que mediante as análises das infiltrações ocorridas na interface das obturações, foi possível classificar, qualitativamente, da menor para a maior infiltração: 1- EDTA + ultra-sonificação, por um minuto; 2- EDTA isoladamente, por três minutos; 3- Solução salina fisiológica + ultra-sonificação, por um minuto; 4- Ácido cítrico a 1% + ultra-sonificação, por um minuto; 5- Ácido cítrico a 1% isoladamente, por três minutos. Os grupos extremos diferiram estatisticamente ($p < 0,05$).

BERNARDINELI¹⁴ (1999) avaliou “in vitro”, a capacidade de selamento apical do cimento de ionômero de vidro (Ketac-cem), cimento EBA e cimento Zoecim em função do uso de substâncias complementares de limpeza como solução fisiológica, EDTA

durante três minutos, neutralizado com 5ml de solução salina fisiológica e ácido poliacrílico durante 15 segundos, neutralizado com 5ml de solução salina fisiológica. Para tanto, foram utilizados 90 dentes, instrumentados pela técnica telescópica de memória e obturados pela técnica da condensação lateral, empregando o cimento de óxido de zinco-eugenol. Após 24 horas procedeu-se à apicetomia a 3mm do ápice. Prepararam-se cavidades apicais a 2mm de profundidade. Impermeabilizou-se a superfície externa dos dentes com araldite, num prazo de 24 horas, seguidas de uma camada de esmalte e dividiu-se aleatoriamente em nove grupos de dez dentes, que deveriam receber as substâncias complementares de limpeza e os materiais retroobturadores em teste. As raízes foram imersas em azul de metileno a 2% por 24 horas e a seguir lavadas e desgastadas em sua hemiface para as leituras da infiltração marginal apical, em ocular micrométrica. A análise estatística dos dados mostrou que todos os grupos, independente do cimento ou da substância para limpeza cavitária, mostraram microinfiltrações em maior ou menor intensidade; o cimento ionômero de vidro (Ketac-cem) mostrou-se significativamente melhor que o Zoecim e EBA, que se igualaram entre si. Os materiais de limpeza se equivaleram, evidenciando que as infiltrações ocorridas ficaram mais por conta dos cimentos retroobturadores usados, apesar de uma insignificante vantagem para o ácido poliacrílico em relação aos demais.

LALH et al¹⁰⁰ (1999) avaliaram pela microscopia eletrônica de varredura a interface entre cimentos de ionômero de vidro e dentina bovina condicionada por irrigantes endodônticos. Os cimentos empregados foram Ketac-Endo; KT-308 (Japão-radiopacidade e tempo de presa aumentados) e ZUT (Canadá-combinado com agente antimicrobiano de 0,2 a 20%) e a dentina foi condicionada com água destilada, hipoclorito de sódio a 2,6% ou EDTA a 17%, seguido por hipoclorito de sódio a 2,6%. Cilindros de cada cimento foram confeccionados na superfície da dentina condicionada e deixados tomar presa durante 90 minutos. Eles foram inicialmente submetidos à força de adesão numa máquina Instron. Então três espécimes de dentina de cada grupo que

representasse o mais forte, o intermediário e o mais fraco no teste de adesão foram metalizados e levados ao microscópio eletrônico de varredura com 10kV e fotografados com aumento de 5000 vezes. Todas as falhas encontradas nos espécimes foram de natureza coesiva (intracimento). Nos espécimes condicionados com hipoclorito de sódio a 2,6% apenas uma substância amorfa foi observada na dentina, imediatamente abaixo da área preenchida com cimento. Os espécimes condicionados com água destilada e com EDTA a 17% seguido de hipoclorito de sódio revelaram apenas uma linha de demarcatória de limpeza entre o cimento de ionômero de vidro e a superfície dentinária, e tinham tampões de cimento de ionômero de vidro estendendo para dentro da maioria dos túbulos dentinários. Os espécimes condicionados com hipoclorito de sódio a 2,6% revelaram uma camada amorfa livre de sílica entre a sílica preenchida com cimento e a superfície dentinária. Os discos controle (sem cimento) de dentina condicionada com água destilada mostraram camada residual na superfície, com tampões de camada residual formados no orifício de alguns dos túbulos dentinários. O disco controle com hipoclorito de sódio a 2,6% revelou diferenças sutis na camada residual. Embora ainda presente, a camada residual pareceu mais agregada, suspensa, e porosa. A dentina peritubular neste espécime foi mais aparente, e vários dos túbulos dentinários não estavam ocluídos com tampões de camada residual. O disco controle condicionado com EDTA a 17%, seguido por hipoclorito de sódio a 2,6% revelou a menor quantidade de restos teciduais de superfície. Os tampões de camada residual estavam ausentes na maioria dos túbulos, deixando a dentina bem demarcada e os túbulos abertos.

HOTTEL et al⁸⁰ (1999) examinaram os efeitos do EDTA e dois agentes quelantes adicionais, já empregados em medicina; succimer (para remover excesso de chumbo oralmente) e HCl trientine (trata da doença de Wilson, removendo excesso de cobre) que da fórmula em cápsula foram diluídos com água deionizada para tornarem-se soluções irrigadoras de canais radiculares. Este agentes foram testados para dar ao clínico uma alternativa no emprego de quelantes em Endodontia. Foram empregados 30

dentes humanos extraídos com canais retos e únicos, que foram instrumentados manualmente até a lima nº.30. Os dentes foram divididos em três grupos. Todos os dentes foram irrigados com 5ml de água deionizada. Cada grupo foi tratado separadamente com 1ml do agente quelante selecionado durante cinco minutos. Os dentes então foram novamente irrigados com 5ml de água deionizada, seccionados longitudinalmente, desidratados numa câmara a vácuo durante duas semanas e metalizados para análise em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 1700 vezes. O terço médio dos canais radiculares foi avaliado. O grupo tratado com EDTA mostrou completa remoção da camada residual e um alargamento dos túbulos dentinários de 2,2 a 3,2 μ m. O grupo tratado com HCl trientine mostrou uma remoção similar da camada residual e um alargamento dos túbulos dentinários de 2,7 a 5,4 μ m. O grupo tratado com succimer mostrou o resultado mais interessante, com completa remoção da camada residual e maior alargamento dos túbulos dentinários (5,4 a 13,5 μ m).

2.2- LASER EM ENDODONTIA

Desde que Albert Einstein registrou a hipótese do quantum de luz no campo de Mecânica Quântica em 1905¹¹² e apresentou a teoria em 1916, cientistas da União Soviética, Estados Unidos e outros países envidaram seus esforços em pesquisas no campo da síntese da luz artificial, especialmente na pesquisa do Laser, sigla que designa Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation- Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação⁹⁹.

Em 1960, Maiman teve sucesso em produzir o Laser de Rubi, começando assim a Era da Ciência do Laser. Em Odontologia, embora sua aplicação clínica em cirurgia oral e maxilofacial em região de tecido mole tenha sido progressiva, nos tecidos duros foi difícil, por causa das injúrias térmicas causadas por ele, tais como carbonização ou

rachadura. **MERCER¹¹⁶ (1996)** ressaltou que sua capacidade para esterelizar a dentina pelos seus efeitos térmicos confirmou sua importância em Endodontia, principalmente os lasers que apresentam sistema de fibra óptica, que tem tipicamente um diâmetro de 200µm, equivalente ao tamanho de uma lima nº.20. Recentemente, com o desenvolvimento do laser de Er:YAG e Excimer laser, que produzem menos calor quando cortam tecidos duros, a aplicação clínica está sendo possível⁹⁴, tornando essa tecnologia reconhecida.

O laser de Er:YAG em sete de maio de 1997 foi aprovado pela Food and Drug Administration para uso em preparo de cavidades em dentes humanos. Sua utilização se estende para incisões, excisões, vaporização, ablação dos tecidos duros e hemostasia dos tecidos moles da boca³³. Esse laser é altamente absorvido pela água e hidroxiapatita, o que influencia na sua capacidade para cortar esmalte e dentina. O jato de água durante o corte refrigera o dente, aumentando sua capacidade de corte⁴.

Um dos maiores problemas na terapia endodôntica, no entanto, é limpar extensiva e eficazmente os canais radiculares para promover a desinfecção e desbridamento de tecido necrótico, até porque a própria instrumentação endodôntica produz restos orgânicos e minerais na área apical do canal radicular¹¹⁸, fato que estimulou a realização de outros estudos sobre o efeito de diferentes métodos de limpeza e alargamento dos canais radiculares, destacando-se o trabalho de **TAKEDA et al¹⁶³ (1999)** que concordaram que nenhum método ou instrumento em particular é capaz de produzir um canal completamente livre de remanescente tecidual.

A necessidade de métodos de tratamento que possam aumentar o índice de sucesso, e se possível também diminuir o tempo consumido no tratamento endodôntico tem incentivado a busca pelo desenvolvimento de novos equipamentos, materiais e técnicas. Entre eles vários tipos de lasers têm sido desenvolvidos para o uso endodôntico, com índice de sucesso variado. **CECCHINI et al²⁸, (1998)** atentaram para o fato de que o desempenho desses equipamentos, no que diz respeito à segurança e

comprimento de onda efetivos, mudanças morfológicas e redução microbiana, deveriam ser bem pesquisados antes dele se tornar um método rotineiro de tratamento.

Em Endodontia a aplicação do laser foi iniciada por **WEICHMAN; JOHNSON**¹⁷⁴ em **1971**, com propósito de selar o forame apical de dentes extraídos, pela aplicação do laser de CO₂, de alta intensidade, e um laser do mesmo tipo, porém com alta frequência (10000 pulsos por segundo), potência variando de 5W a 2kW e pulso de curta duração. A superfície porcelanizada obtida e analisada pelas microscopias binocular, de dissecação e de alta potência, porém facilmente destacável, possibilitou uma falta de fusão entre ela e a estrutura remanescente dental, não alcançando o objetivo de selar o orifício do canal radicular.

WEICHMAN et al¹⁷⁵ (**1972**) variaram a técnica anterior incluindo a irradiação da constricção apical internamente e, o uso de materiais tais como pó de dentina, pó de esmalte, hipoclorito de sódio, paramonoclorofenol canforado, cloreto de benzalcônio, glyoxido, álcool isopropílico e lidocaína, com variações no comprimento de onda. Empregaram dois tipos de lasers de alta intensidade (CO₂ e Nd:YAG) em porções apicais de dentes extraídos. Os parâmetros aplicados para ambos os lasers variaram, com potência indo de 0,01W a 100W, frequência e largura do pulso variando de um pulso a 1000 pulsos por segundo e 0,1 a 300ms, respectivamente. Pela análise em microscopia binocular constataram resultados semelhantes ao estudo anterior: a dentina, quando irradiada no mínimo da potência do laser evidenciou poucas raspas. Quando a potência do laser aumentou, o grau de raspas aumentou até que a fusão da dentina ocorreu, com eventual formação de camadas, indicando uma descontinuidade da dentina adjacente à irradiada pelo laser. Os resultados obtidos com o laser de CO₂ e Nd:YAG foram similares. Encontrou-se que quando um líquido era empregado, nenhuma mudança visível ocorria na dentina até que o fluxo evaporasse.

HIBST; KELLER⁷⁴ (**1989**) estudaram pela microscopia óptica e termocâmera a aplicação do laser de Er:YAG em dentes extraídos na remoção de esmalte, dentina e

lesões cariosas, e compararam a profundidade e diâmetro das cavidades em função do número de pulsos e exposição à radiação. A duração do pulso de laser foi de 250 μ s com alto nível de energia. O laser foi focalizado perpendicularmente aos espécimes por meio de uma lente quartz biconvexa (foco de 200mm). A distribuição da intensidade da luz no foco foi medida com um alfinete de 100 μ m de diâmetro. Energias radiantes variando de 30 a 360mJ por pulso, pulsos únicos, assim como seqüências de pulsos com frequência de 1Hz foram aplicados. Concluíram que a remoção tecidual é muito efetiva tanto em esmalte quanto em dentina; o laser de Er:YAG é efetivamente absorvido tanto pela água contida em tecidos duros, quanto por compostos inorgânicos e causa rápido aquecimento de um pequeno volume de tecido dental. Tanto o esmalte quanto a dentina são removidos, em parte por um processo de vaporização contínua e em outra, por microexplosões. A água dentinária é vaporizada sem fusão dos componentes orgânicos e inorgânicos e alta pressão interna resultante pode levar à remoção do material na forma de uma microexplosão.

KELLER; HIBST⁸⁸ (1989) Compararam o efeito térmico do laser entre o de Er:YAG, focado de curto pulso, e o de CO₂ focado, tanto em esmalte quanto em dentina, pela análise em microscopias óptica e eletrônica de varredura, em áreas subjacentes aos tecidos irradiados. Empregaram 30 dentes humanos extraídos, cortados sob refrigeração à solução salina fria, em fatias de 2mm de espessura, e então secos com jatos de ar. Após a aplicação do laser com os mesmos parâmetros do trabalho anterior, foram fixados em formol a 4%. No Grupo que recebeu a aplicação de laser de CO₂ também foi aplicada energia de 1J, com combinações de potência/tempo de 20W/50ms e 2W/500ms. Os dentes irradiados foram observados sob microscopia óptica com aumento de cem vezes e as observações micromorfológicas foram observadas em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 80 e 160 vezes. Observaram que sob a microscopia óptica, os dentes irradiados com laser de Er:YAG revelaram muitas zonas fundidas, como as vistas nos dentes irradiados com laser de CO₂, porém sem

evidência de fissuras ou fraturas de substância dura subjacente à area irradiada. Pela microscopia eletrônica de varredura, os dentes irradiados com laser de Er:YAG apresentaram características morfológicas diferentes dos irradiados pelo laser de CO₂, com algumas áreas floculadas destacáveis, também sem sinais de injúrias térmicas sérias. O arranjo dos cristais de hidroxiapatita do esmalte e dentina não foi modificado. Concluíram que a maior parte da energia incidente é consumida durante o processo ablativo e apenas uma pequena fração de energia resulta em aquecimento dos tecidos remanescentes; então nenhum dano ocorre, mesmo aplicando energia radiante de 100J/cm².

VICKERS et al¹⁷⁰ (1992) avaliaram "in vitro" os efeitos de ablação do laser Er:YAG em esmalte e dentina de dentes humanos extraídos, armazenados em solução salina estéril ou em formol a 10%. O feixe laser foi aplicado perpendicularmente às superfícies das amostras numa distância focal de 10cm para irradiar um ponto de 0,6mm de diâmetro. A energia radiante variou de 0,01 a 0,63J em seqüência de 10, 20,30,40 e 50 pulsos. A profundidade de cada cratera criada então foi medida e relacionada ao total de energia empregada. A análise pela microscopia eletrônica de varredura demonstrou que a solução salina propiciou o aparecimento de linhas de rachadura e fratura no esmalte adjacente com o laser aplicado em níveis de energia mais baixos do que a estocagem em formol, que propiciou um raio de ablação menor em esmalte e dentina pelo laser.

GOODIS et al⁶⁷ (1992) avaliaram "in vitro" a preparação do sistema de canais radiculares pelo método convencional (com limas apenas) e associado ao laser. Empregaram 60 dentes unirradiculados hígidos que após extraídos, foram radiografados no sentido vestibulolingual e mesiodistal e divididos em dois grupos. Grupo 1: preparado pela técnica de instrumentação manual escalonada de memória, seguida de emprego de brocas Gates-Glidden. Grupo 2: emprego da combinação de limas manuais e fibra óptica com aplicação de laser Nd:YAG de contato a 100, 200 e 320µm de quartz. Em

seguida, os dentes foram novamente radiografados, e a análise da imagem foi usada para determinar o aumento do espaço do canal radicular. Todos os dentes foram seccionados longitudinalmente e os canais examinados pela microscopia eletrônica de varredura quanto ao grau de limpeza dos canais. Os dentes preparados só com limas apresentaram um aumento de 37% e 53% nas dimensões vestibulolingual e mesiodistal do canal, respectivamente. A análise em microscopia eletrônica de varredura mostrou a presença de uma camada residual com permanência de remanescentes teciduais. A análise das imagens dos canais preparados pela combinação de limas e laser demonstraram um aumento de 41% e 34% nas dimensões vestibulolingual e mesiodistal do canal, respectivamente. A análise em microscopia eletrônica de varredura mostrou uma ausência geral de camada residual sem permanência de restos teciduais. Ambos métodos alargaram adequadamente o espaço do canal. A arquitetura das paredes dentinárias foi modificada no grupo do laser, com a exposição aumentada de calcosferita. Portanto, o laser Nd:YAG é útil na remoção de camada residual, remanescentes teciduais e modificação da dentina do canal radicular.

LEVY¹⁰⁴ (1992) comparou a efetividade do laser Nd:YAG com os métodos convencionais na capacidade de limpeza e alargamento do espaço do canal “in vitro”. Trinta e dois dentes foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo os canais foram instrumentados com limas Kerr, no segundo a preparação inicial foi feita com uma lima Kerr e completada com aplicação do laser. As avaliações em microscopia eletrônica de varredura mostraram que a limpeza dos canais com limas complementada com laser foi maior do que aquela propiciada só com limas.

BURKES et al²¹ (1992) estudaram as alterações morfológicas da estrutura dental e da temperatura intrapulpar em dentes humanos extraídos, submetidos à ação do laser pulsado de Er:YAG. Dois dentes foram irradiados sem refrigeração e três dentes sob refrigeração à água. Nos dentes sem refrigeração houve mínima ablação do esmalte e, quando analisados em microscopia eletrônica de varredura, a superfície

resultante mostrou fragmentos arredondados de frações de esmalte, esmalte fundido, rachaduras e fendas lisas; a temperatura intrapulpar medida pelo sensor térmico aumentou mais do que 27°C. Nos dentes sob refrigeração, o esmalte e dentina foram eficientemente ablacionados e quando analisados em microscopia eletrônica de varredura as superfícies resultantes mostraram fissuras e crateras cônicas com projeções de esmalte remanescente, e as temperaturas aumentaram em média 4°C. Estes resultados indicaram que o laser de Er:YAG pulsado usado sob refrigeração à água removeu esmalte e dentina sem produzir significantes mudanças na temperatura.

LI; CODE; VAN DE MERWE¹⁰⁵ (1992) avaliaram pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura as profundidades de ablação do laser Er:YAG pulsado sob refrigeração à água, com frequência de 2 e 5Hz, empregando macropulso de duração de 200µs em secções transversais de esmalte e dentina de molares humanos e em dentes intactos. O laser foi focado numa distância de 63mm e a energia por pulso variou de 25 a 365mJ. As profundidades de ablação por pulso com frequência de 2 e 5Hz foram medidas e comparadas em microscopias óptica e eletrônica de varredura. Uma correlação muito próxima foi observada para profundidades de ablação do esmalte por pulso de energia entre secções transversais de dentes seccionados e dentes intactos. As fotografias obtidas em microscopia eletrônica de varredura das cavidades irradiadas nas frequências empregadas com energia abaixo de 7,4J/cm² indicaram efeitos térmicos mínimos em esmalte, enquanto as da dentina irradiada mostraram uma superfície irregular. Os resultados desse estudo sugerem que o laser de Er:YAG pode efetivamente ablacionar o esmalte e dentina com efeitos térmicos mínimos nas frequências de 2 e 5Hz. A irregularidade constatada nas superfícies, resultante da ação do laser de Er:YAG, sugere superfícies microretentivas que podem ser muito benéficas para procedimentos de adesão.

WIGDOR et al¹⁸¹ (1993) avaliaram sobre o tecido duro de quatro dentes humanos extraídos, o efeito térmico de três tipos de lasers: CO₂, com os seguintes

parâmetros: 0,1s, 10,6nm, 5Hz, 4W; Nd:YAG: 12,5W, 1060nm, com fibra óptica de 2mm de diâmetro; e Er:YAG: 250µs, 2,94µm, 3Hz, 500mJ. O tempo de ação variou de 15 a 30s para todos os tipos empregados, aplicados em cavidades confeccionadas com 3mm de diâmetro x 2mm de profundidade. Os dentes foram em seguida fraturados e submetidos à desidratação em graus ascendentes de etanol e secos pelo método do ponto crítico, que em seguida foram metalizados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. Os autores constataram que o laser de Er:YAG produziu um efeito térmico menor e foi o mais efetivo na remoção de dentina e esmalte.

PAGHDIWALA¹²⁸ (1993) analisou pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura as alterações morfológicas em 12 dentes humanos extraídos e tratados endodonticamente, submetidos à apicetomia por meio da aplicação de laser de Er:YAG, em níveis de energia que variaram de 50 a 90mJ/pulso e frequência de 6Hz. O número de pulsos para cortar as superfícies radiculares variou, de acordo com suas morfologias e espessuras, tanto em campo seco (seis dentes) quanto em úmido (seis dentes), que exigiu maior número de pulsos. O exame visual revelou restos de dentina nos dentes secos, fato que nos dentes com campo úmido foi similar ao grupo controle (cortado com brocas de alta velocidade). No exame com microscopia óptica observaram-se algumas superfícies granulosas, especialmente em raízes secas durante aplicação do laser. Nenhuma rachadura, assim como nenhum fragmento de dentina foram detectados. Os melhores resultados foram obtidos com nível de energia de 70mJ/pulso. As falhas estavam presentes entre a guta-percha e as paredes do canal radicular, não podendo se afirmar se foi devido à exposição ao laser ou à contração da guta-percha. Na microscopia eletrônica de varredura, as superfícies cortadas não estavam lisas e uniformes. Mudanças morfológicas foram encontradas na dentina irradiada. A orientação paralela dos túbulos dentinários, encontrada nos dentes controle estava totalmente ausente na dentina irradiada. Pareceu que a ablação térmica provocada pelo laser tinha causado a fusão dos constituintes minerais dos túbulos dentinários, o que pode resultar

na redução da permeabilidade de fluidos apicalmente. Não foi encontrada camada residual nas superfícies irradiadas, nem dano estrutural das superfícies radiculares irradiadas sob refrigeração à água. As superfícies radiculares, lisas e limpas indicaram que o laser de Er:YAG tem uma aplicação em potencial para procedimentos periapicais endodônticos. A zona de dano térmico e carbonização, após a aplicação do laser de Er:YAG em tecidos moles e osso, foi consideravelmente menor quando comparado com outros lasers, e portanto, seu uso pode resultar em melhoria no reparo e redução do desconforto pós-operatório.

GOODIS et al⁶⁸ (1993) empregaram lasers de Nd:YAG pulsado e de onda contínua, comparando suas capacidades de limpeza e alargamento dos canais radiculares com os métodos convencionais. Após preparação, os dentes testes foram seccionados longitudinalmente e examinados pela microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram que esse laser foi capaz de remover a camada residual completamente e alterou as paredes dentinárias.

HIBST; KELLER⁷⁵ (1993) investigaram o mecanismo de ablação do laser de Er:YAG nos tecidos dentais duros por meio de um sistema óptico, que permitiu a observação de partículas e emissão de radiação. Os resultados apoiaram a idéia de um tipo de microexplosão contínua e termicamente impelida, que é baseada na distribuição não homogênea de absorvedores fracos (hidroxapatita) e fortes (água). A vaporização repentina e aquecimento do conteúdo de água levou a uma remoção muito efetiva de material pela explosão dos componentes teciduais duros. O material foi ejetado na forma de partículas quando o início da densidade de energia para ablação (em torno de $3\text{J}/\text{cm}^2$) foi atingido. Com alta exposição de radiação, a velocidade da vaporização esteve na ordem da velocidade do som. Após deixar a superfície tecidual, as partículas foram aquecidas pela irradiação residual, causando incandescimento e fusão. As observações revelaram que a ablação dos tecidos duros pelo laser de Er:YAG pulsado procedeu-se inicialmente sem fusão dos componentes sólidos teciduais. A discrepância

entre superfícies com crateras (indicando fragmentação) com baixos efeitos térmicos colaterais por um lado, e restos teciduais amorfos com considerável consumo de energia por outro, puderam ser explicados pelo aquecimento secundário dos restos teciduais, provavelmente devido à absorção da hidroxiapatita. A temperatura e pressão de ablação foram baixas.

TANJI; MATSUMOTO¹⁶⁴ (1994) compararam as alterações morfológicas da superfície dentinária de dez dentes humanos extraídos com dentina sadia, após irradiação pelos lasers de Nd:YAG (1064nm, 2W/20pps no modo contato durante 1s, e fibra óptica flexível de 0,32mm de diâmetro); CO₂ (10.600nm, 2W, em ponta de metal de 0,8mm de diâmetro) e Argônio (488nm, 1W, com fibra óptica de 0,3mm de diâmetro). Previamente à irradiação, os dentes foram seccionados vestibulolingualmente e a camada residual foi removida com EDTA a 14% durante cinco minutos, seguido de lavagem com água e secos com ar. As alterações da dentina foram observadas em microscopias óptica e eletrônica de varredura. Os espécimes foram irradiados como segue: sem refrigeração, refrigeração a ar e refrigeração à água. Sob condições de baixa potência, os efeitos da irradiação sob refrigeração à água, na superfície dentinária não puderam ser observados. Os resultados indicaram que menos rachaduras nas superfícies dentinárias foram observadas quando o sistema de resfriamento foi usado durante a aplicação do laser.

LAGE MARQUES; EDUARDO; MATSUMOTO⁹⁹ (1995) avaliaram as mudanças morfológicas das paredes dos canais radiculares irradiadas pelo laser pulsado de Nd:YAG, com comprimento de onda de 1064nm, fibra óptica de 320µm de diâmetro, potência variando de 0,3 a 3W e frequência de 10 a 30Hz. A energia por pulso variou de 30 a 150mJ. Empregaram 24 caninos superiores humanos extraídos, que foram fixados em formol a 10%. Doze das vinte e quatro amostras foram cortadas a 3mm do ápice radicular com uma ponta diamantada e denominadas “irradiação do ápice”. As outras amostras foram cortadas na junção cimento-esmalte e foram usadas para a observação

de paredes de canais irradiadas, sendo denominadas “irradiação intracanal”. Posteriormente, cada uma dessas amostras foram divididas em três grupos, de acordo com as condições da irradiação do laser. Dos doze casos com “irradiação apical”, quatro foram irradiados sobre a parede do ápice radicular com parâmetros de 1W, 20pps durante dez segundos (Grupo I), quatro casos irradiados com parâmetros de 2,25W, 20pps durante dez segundos (Grupo II) e quatro com 3W, 20pps durante dez segundos (Grupo III). Em todos os casos, a ponta da fibra óptica contactou diretamente com a parede apical do canal. Dos doze casos com “irradiação intracanal”, quatro foram irradiados intracanal sob a condição de 1W, 20pps durante dez segundos (Grupo I), quatro casos foram irradiados com 1W, 20pps durante 20 segundos (Grupo II) e quatro com 2,25W, 20pps durante 20 segundos. Em todos os casos, a ponta da fibra óptica foi inserida no canal radicular e lentamente removida no sentido apicocoronário, para promover contato com o maior número possível de túbulos dentinários. Após a irradiação, as amostras foram desidratadas em concentrações ascendentes de álcool etílico, indo de 70 a 100%. A metade de cada amostra foi usada para observação em microscopia eletrônica de varredura com 20kV e a outra foi examinada pela microscopia óptica. Doze espécimes foram cortados longitudinalmente para observação da parede irradiada. Como resultado, os autores encontraram que a aplicação do laser pulsado Nd:YAG com parâmetros de 1W, 20pps durante dez segundos sobre a dentina apical, e irradiado com parâmetros de 2,25W, 20pps durante 20 segundos intracanal, os restos teciduais e a camada residual foram removidos e os túbulos da dentina irradiada foram fusionados e fechados.

MOSHONOV et al¹²⁰ (1995) avaliaram a eficácia do laser de Argônio para remover restos teciduais dos canais radiculares. Após a limpeza e alargamento, 12 dentes unirradiculados e retos foram aleatoriamente divididos em dois grupos de seis. O primeiro grupo, que serviu como controle, não foi irradiado. No segundo grupo, uma fibra óptica de Argônio de 300µm foi introduzida no canal radicular de cada dente até seu

comprimento de trabalho. Quinze pulsos de 100ms cada, com energia de 2W foram aplicados durante cinco segundos no ápice. A irradiação foi repetida com intervalos de 1mm ao longo do canal radicular, e a ponta da fibra foi retirada do canal no sentido apicocoronário. Durante a aplicação do laser os canais radiculares permaneceram úmidos com solução salina fisiológica. As coroas dos dentes foram seccionadas na junção amelocementária, e as raízes foram seccionadas longitudinalmente. Os espécimes foram marcados no terços apical, médio e coronário com uma broca de alta velocidade, e apenas estas áreas correspondentes às marcas, foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 250 vezes. A área total e as áreas com restos teciduais intracanal foram medidas com um planímetro computadorizado. O grupo irradiado reduziu a quantidade de restos teciduais para 2% e o grupo controle reduziu para 9%. A análise estatística revelou que a quantidade de restos teciduais no grupo irradiado foi significativamente mais baixa do que no grupo controle. Foi observado também que o laser de Argônio não causou alterações morfológicas nos tecidos duros dentais, tais como fusão ou selamento de túbulos dentinários. Baseados nestes resultados, pareceu que o laser de Argônio foi um recurso eficiente para remoção de restos teciduais.

MERCER¹¹⁶ (1996) ressaltou a indicação do laser em várias áreas da Odontologia, salientando que sua capacidade para esterelizar a dentina pelos seus efeitos térmicos sugere que ele pode ser muito útil na Endodontia, principalmente os lasers com sistema de fibra óptica, que têm um diâmetro de 200µm, equivalente ao diâmetro de uma lima nº. 20.

TAKAHASHI et al¹⁶⁰ (1996) observaram as alterações morfológicas dentinárias após aplicação do laser de Er:YAG em 28 dentes humanos hígidos, unirradiculados com canais retos, e avaliaram a possibilidade da sua aplicação clínica. Após abertura coronária, os canais radiculares foram instrumentados até a lima Kerr nº.50 manualmente. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e irradiados com

laser de Er:YAG nos seguintes parâmetros: energia de 400mJ, frequência de 6Hz, e tempos de irradiação de 1, 2 e 4 segundos. As amostras foram observadas usando estereomicroscópio, microscópio óptico e microscópio eletrônico de varredura. Em nenhuma amostra a carbonização e/ou rachadura foram observadas pelo estereomicroscópio nos tempos de irradiação empregados. Na avaliação em microscopia óptica, o efeito do laser na preparação do canal radicular pôde ser constatado. Na microscopia eletrônica de varredura, constatou-se estrutura de multicamadas na área de aplicação do laser. Estes resultados sugeriram que o laser de Er:YAG é aplicável no tratamento de canal radicular.

DOSTÁLOVÁ et al³⁸ (1996) analisaram os efeitos colaterais resultantes das mudanças térmicas no esmalte e dentina em dentes humanos extraídos e submetidos à aplicação do laser pulsado de Er:YAG, usando tanto métodos de cortes sob refrigeração quanto secos. As micrografias das secções foram checadas e medidas em seguida. O efeito da irradiação na produção de rachaduras foi analisado em microscopia eletrônica de varredura. As estruturas duras dos dentes foram observadas sob luz transmitida e luz polarizada. Foi constatado que a ocorrência de rachaduras esteve diretamente correlacionada com o superaquecimento do esmalte durante o corte sem refrigeração, porque o calor foi gerado pela absorção do laser pelo esmalte e dentina. A adição de água durante a irradiação não apenas capacitou o corte rápido do esmalte e dentina, mas forneceu proteção térmica à polpa. O calor transmitido à polpa, causado por energia de 200mJ pode ser reduzido pela adição de um fino jato de água durante o emprego do laser.

ECHEVARRIA et al⁴³ (1996) avaliaram a adaptação de seis cimentos endodônticos à dentina radicular de 24 canais radiculares de dentes humanos, expostos ao laser de CO₂. Os canais foram previamente instrumentados com limas tipo Kerr e irrigados com hipoclorito de sódio a 0,5%, alternado com água oxigenada a 10%. Os canais radiculares foram irradiados com energia de 3W durante cinco segundos. Os

cones de guta-percha foram selecionados e seus ajustes apicais foram confirmados radiograficamente. Os dentes foram divididos em seis grupos, de acordo com o cimento empregado: a) cimento de Grossman, para controle; b) AH Plus; c) Endion; d) AH-26; e) Sealer EWT e f) Ketac-Endo. Os dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral, sendo em seguida seccionados transversalmente a 2mm do ápice radicular, replicados, visualizados e avaliados por fotovideomicroscopia com análise de imagem em microscopia eletrônica de varredura. A análise estatística dos resultados mostrou que: a) As desadaptações foram registradas entre o cimento e a dentina do canal radicular. As maiores desadaptações foram encontradas nos espécimes do grupo a (cimento de Grossman) e as menores no grupo c (Endion), embora não significante estatisticamente; b) A aplicação do laser intracanal não afetou a adaptação dos cimentos endodônticos e não interferiu na adaptação adequada dos cimentos endodônticos rotineiramente usados.

VISURI et al¹⁷² (1996) compararam a adesão de compósito à dentina após a preparação da superfície dentinária com laser de Er:YAG e com uma broca convencional, com e sem aplicação de ácido fosfórico a 10% durante 30 segundos. As coroas de molares humanos extraídos foram removidas, expondo-se a dentina subjacente. Uma quantidade extra de material foi removida tanto com broca quanto com laser de Er:YAG, com parâmetros de 350mJ por pulso e frequência de 6Hz. As rugosidades das superfícies obtidas foram comparadas, onde muitas amostras de cada grupo foram condicionadas com o ácido. Um cilindro de compósito foi colado sobre as superfícies preparadas. A união dentina-compósito foi submetida à carga de tensão numa máquina de ensaio universal. Os resultados indicaram que as amostras irradiadas com laser tiveram aumento da adesão quando comparadas aos controles com ataque ácido e com broca. As fotografias das superfícies, obtidas em microscopia eletrônica de varredura, mostraram túbulos expostos após a aplicação do laser, e com a aplicação do

ácido. Os autores concluíram que a preparação da dentina com laser de Er:YAG deixou uma superfície preparada para forte união com um compósito.

VISURI; WALSH; WIGDOR¹⁷¹ (1996) avaliaram o efeito da refrigeração à água durante o emprego do laser de Er:YAG para ablação de tecidos duros dentais, onde empregaram dentes unirradiculados para preparos cavitários retangulares em dentina, que foi ablacionada pelo laser de Er:YAG com e sem refrigeração à água, com frequência de 10Hz. Os autores encontraram que a água afetou minimamente o poder de ablação do laser sobre a dentina e não afetou a área de ablação do esmalte. O jato de água com fluxo de 4,5ml/min efetivamente refrigerou os dentes durante a aplicação do laser de Er:YAG com parâmetros de 10Hz, 360mJ, 230 μ s, limitando a elevação de temperatura na câmara pulpar para menos que 3º C.

COZEAN et al³³ (1997) ressaltaram que o laser de Er:YAG é tão seguro quanto efetivo na remoção de cáries, preparo de cavidades e ataque do esmalte. Evidenciaram ainda que, histologicamente não houve diferença significativa entre a efetividade do laser e a broca de alta rotação para esses procedimentos. Também não observaram diferenças significantes entre as histologias pulpares dos dentes irradiados e os não irradiados.

KHAN et al⁸⁹ (1997) avaliaram as mudanças morfológicas e de temperatura da porção apical de 72 dentes humanos unirradiculados extraídos, quando submetidos à ação de três lasers: Nd:YAG, CO₂ e Argônio. As coroas foram separadas da raiz em nível da junção amelocementária e os canais radiculares foram instrumentados pelo método convencional com alargadores e limas Kerr, com comprimento de trabalho a 1mm aquém do forame apical, e então alargados com brocas Gates Glidden nº.6, sob irrigação com hipoclorito de sódio a 5% e peróxido de hidrogênio a 3%. Antes de irradiar, dois terços dos espécimes foram corados com solução de fluoreto de prata amônio a 36% e tinta da Índia preto. Os níveis de energia de 1, 2 e 3W e tempo de exposição de 0,5, 1, 2 e 3s foram testados. As mudanças de temperatura na superfície radicular

externa durante e após a aplicação dos lasers foram registradas, usando um aparelho de termovisão ligado a um computador. Os resultados foram processados por um sistema de imagem computadorizado. O aumento na temperatura além de 10°C foi considerado como superaquecimento. Trinta e seis espécimes foram cortados longitudinalmente sob refrigeração à água, desidratados em graus ascendentes de álcool etílico, permanecendo 8hs em cada solução e então foram posteriormente submetidos à secagem pelo método do ponto crítico e metalizados para análise no microscópio eletrônico de varredura. Trinta e seis espécimes foram preparados para exame histopatológico por embebição em parafina, em corte de 5µm, e corados em hematoxilina e eosina, e em seguida foram examinados em microscopia óptica. De acordo com os resultados deste estudo a irradiação com laser de Nd:YAG a 2W, 20pps durante 1s mostrou os melhores resultados na remoção dos restos e preservação da forma dos canais radiculares preparados. O tratamento de canal radicular com o laser de CO₂ e o de Argônio deveriam ser submetidos a níveis mais baixos de energia. Os espécimes tratados com laser Nd:YAG mostraram uma superfície glazeada limpa, enquanto aqueles irradiados com laser de CO₂ tiveram rachaduras na camada carbonizada. O tratamento com o laser de Argônio produziu uma área carbonizada menor do que o tratamento com o laser de CO₂ devido a ponta de fibra óptica ser mais fina.

HARASHIMA et al⁷² (1997) avaliaram a eficácia do laser Nd:YAG para remover restos teciduais e camada residual sobre as paredes dos canais radiculares instrumentados “in vitro” de 36 incisivos inferiores unirradiculados extraídos. Os dentes foram seccionados na junção cimento-esmalte e as raízes instrumentadas até a lima Kerr nº.50, sendo então divididos em três grupos de doze. O Grupo 1 não foi irradiado (controle), e nos outros dois grupos, os canais radiculares foram irradiados pelo laser Nd:YAG com dois diferentes parâmetros: 1W, 20pps (Grupo 2) e 2W, 20pps (Grupo 3). Após a aplicação do laser, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e observadas

em microscopia eletrônica de varredura, para avaliar a condição de limpeza das paredes dos canais radiculares, de acordo com critérios dos autores. Como resultado, a maioria dos espécimes dos Grupos 1 e 2 apresentaram restos teciduais e camada residual nas superfícies dos canais radiculares, cobrindo os orifícios dos túbulos dentinários. Entretanto, os espécimes do grupo 3 mostraram paredes dos canais radiculares muito limpas, sem restos teciduais e camada residual evaporada, fusionada e recristalizada na maioria dos casos. A análise estatística mostrou uma diferença significativa entre os Grupos 1 e 3. Estes resultados sugeriram que o laser de Nd:YAG é útil para remover restos teciduais e camada residual e causa fusão de estruturas internas sobre as paredes de canais radiculares instrumentadas nos parâmetros de 2W e 20pps.

KOMORI et al⁹⁴ (1997) realizaram apicetomias em 13 dentes empregando o laser de Er:YAG com sistema de fibra óptica côncava, pulso variando de 2 a 20Hz, e uma potência máxima de 500mJ/pulso, frequência variando de 2 a 13Hz ou 50mJ/pulso e frequência variado de 14 a 20Hz. Neste estudo os autores não encontraram espaços vazios entre a guta-percha e as paredes dos canais radiculares.

LAGE MARQUES⁹⁸ (1997) observou os efeitos da aplicação de laser sobre a permeabilidade dentinária e marginal das superfícies apicais de 84 caninos permanentes, extraídos, tratados endodonticamente, que foram apicetomizados e retroobturados. Os dentes tiveram os três milímetros finais das raízes seccionadas, obedecendo a um ângulo de 180°, onde foram preparadas cavidades para as obturações retrógradas. Os espécimes foram divididos em 21 grupos experimentais seguindo os critérios: tipo de material retroobturador: amálgama de prata, ionômero de vidro e resina fotopolimerizável; tipo de laser: Nd:YAG, CO₂ e Argônio; e momento da irradiação: antes ou após a retroobturação. Após a composição dos grupos, os espécimes foram impermeabilizados e submersos em solução de azul de metileno, permanecendo em estufa a 36°C durante 48 horas sob constante agitação. As raízes foram cortadas em amostras de 1mm de espessura no sentido apicocoronário para

análise em microscopia óptica da infiltração longitudinal e lateral do corante indicador e os ápices foram analisados em microscopia eletrônica de varredura. Baseados na análise experimental, foi possível concluir que a irradiação aplicada na superfície dentinária após a apicetomia e retroobturaço produziu alteraço morfolgica capaz de diminuir a mdia de infiltraço do corante na maioria dos grupos experimentais.

GARCIA⁵⁷ (1997) enfatizou que o volume do material eliminado pelo laser de Er:YAG vai depender da porcentagem de gua no mesmo, da energia suficiente para vaporizar a gua e da distncia focal correta (12 a 15mm). A irrigao constante durante a aplicao do laser fundamental, bem como a aspirao de alta potncia, possibilitando a refrigerao adequada e impedindo a propagao de odores.

DOSTALOV et al³⁹ (1997) determinaram o efeito de ablao promovido pelo laser de Er:YAG em pr-molares humanos "in vivo", com indicao para exodontia. Antes da exodontia, um preparo cavitrio oval, de 3 x 5mm de extenso e profundidade de 3mm foi feito com laser de Er:YAG pulsado, cujos parmetros foram 150 pulsos, 345mJ de energia e freqncia de 2Hz. Aps a exodontia, os dentes foram descalcificados durante seis semanas numa soluo a 20C contendo 125ml de cido frmico + 125ml de gua destilada, 50g de trissdio ctrico e 250ml de gua destilada. As solues foram usadas na proporo de 1:1. Os espcimes foram desidratados em solues crescentes de etanol (de 50% a 96%). A colorao com hematoxilina e eosina foi realizada para preparo e exame em microscopia ptica. Com a aplicao do laser de Er:YAG, a reduo da camada de dentina foi observada. Os tbulos dentinrios apresentaram um curso radial em relao superfcie. Nenhuma rachadura ou injria estrutural foi observada. A reao inflamatria da polpa no foi encontrada e sua vascularidade estava normal. Os odontoblastos, cemento e juno epitelial estavam sauds. Nenhuma alterao estrutural ou indicao de inflamao foram observadas. Os resultados confirmam o emprego seguro do laser de Er:YAG na ablao do esmalte e dentina sob as condies descritas.

ISRAEL et al⁸⁴ (1997) compararam pela microscopia eletrônica de varredura com 15kV e 15mA as mudanças morfológicas das superfícies radiculares de 42 dentes recém-extraídos, causadas no desgaste da raiz, seguida de irradiação com laser de CO₂ e Nd:YAG, ambos com e sem refrigeração. Os dentes foram divididos em sete grupos de tratamentos: controle não tratado; tratamento apenas com cureta; aplicação do laser de CO₂ com e sem refrigeração da superfície a ar/água, aplicação do laser Nd:YAG com e sem refrigeração a ar/água; e laser de Er:YAG com refrigeração da superfície a ar/água. Os espécimes tratados com laser de CO₂ foram submetidos às densidades de energia que variaram de 100 a 400J/cm²; aqueles tratados com Nd:YAG de 286 a 1857J/cm²; e o Er:YAG foi usado numa faixa de 20 a 120J/cm². Como resultado foi constatado que o grau de mudança morfológica após irradiação com laser de CO₂ e Nd:YAG pareceu diretamente relacionado à densidade de energia, mas não relacionado à refrigeração da superfície. Esses lasers induziram mudanças de superfície incluindo cavitação, glóbulos de mineral fusionado e resolidificado, rachadura de superfície e produção de uma camada chamuscada superficial. Em contraste, o laser de Er:YAG produziu mudanças na superfície radicular que podem ser devido ao condicionamento ácido, isto é, remoção da camada residual e exposição da matriz de colágeno. Em suma, microfraturas da estrutura mineralizada foram notadas e, contrariamente aos lasers de CO₂ e Nd:YAG, não houve evidência de fusão ou superfície chamuscada. Dados os parâmetros deste estudo, parece que ambos os lasers de CO₂ e Nd:YAG alteraram a superfície radicular de um modo indesejável. O laser de Er:YAG, entretanto, quando aplicado com baixas densidades de energia mostrou potencial suficiente para a modificação da superfície radicular.

FRIED; SHORI⁵⁴ (1998) avaliaram a conveniência de aplicar o laser de Er:YAG de pulso curtíssimo (Q-switched), com uma duração de pulso de 150ns para o corte de esmalte e dentina, densidades de energia variando de 0,1 a 1000J/cm², energia de 0,1 a 55 mJ e frequência variando de 1 a 5Hz. O raio e eficiência de penetração por meio do

esmalte e dentina foram registrados para as várias densidades de energia. O dano térmico e acústico periférico foi avaliado usando microscopia óptica e eletrônica de varredura. O esmalte e a dentina puderam ser removidos com eficiência aceitável e com alta precisão por esse tipo de laser, com ponto de luz menor que 100µm, para evitar dano mecânico devido às ondas de stress geradas pelo laser.

HARASHIMA et al⁷³ (1998) avaliaram a capacidade do laser de Argônio em remover restos teciduais e camada residual das paredes dos canais radiculares. Doze molares humanos superiores tratados endodonticamente foram divididos em dois grupos de seis. O primeiro grupo foi deixado sem aplicação do laser, servindo como controle; no segundo grupo os canais radiculares foram irradiados com laser de Argônio (1W, 0,05s e 5Hz). Após a preparação convencional do canal radicular e aplicação do laser, as coroas dos dentes foram desprezadas e as raízes seccionadas longitudinalmente, e em seguida foram observadas em microscópio eletrônico de varredura para avaliar o grau de limpeza das paredes dos canais radiculares. Na maioria dos casos os dentes do grupo controle apresentaram superfícies com restos teciduais cobrindo os canais radiculares, obstruindo os túbulos dentinários. Apenas um de 18 espécimes estava livre de restos teciduais. No grupo com aplicação de laser, as superfícies dos canais radiculares de 13 dos 18 espécimes estavam livres de restos teciduais e remanescentes de tecido pulpar vaporizados. Os resultados mostraram significantes diferenças estatísticas entre o grupo controle e os grupos irradiados. Estes resultados sugeriram que a aplicação do laser de Argônio tem um efeito de limpeza eficiente sobre as superfícies dos canais radiculares instrumentados.

TAKEDA et al¹⁶² (1998) avaliaram a eficácia da aplicação do laser de Er:YAG na remoção de restos teciduais e camada residual das paredes dos canais radiculares de 36 incisivos inferiores unirradiculados humanos, recém-extraídos e estocados em solução de formol a 10%. Os dentes tiveram suas coroas cortadas em nível da junção cimento-esmalte, foram instrumentados até lima Kerr nº.55 com técnica escalonada de

memória, com comprimento de trabalho 1mm aquém do forame apical. O terço médio de todos os canais foi debridado com brocas Gates Glidden, sob irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25% e peróxido de hidrogênio a 3%. Uma irrigação final foi feita com 2ml de hipoclorito de sódio a 5,25%, seguido de 2ml de água destilada e secagem com pontas de papel absorvente. Em seguida, os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de doze. Grupo 1: controle, não sofreu ação do laser; Grupo 2: os dentes foram irradiados com laser de Er:YAG, com pulso de energia de 100mJ, 1W, 10pps, durante três segundos no ápice, com a ponta da fibra óptica movimentada no sentido ápico-coronário. Quatro exposições adicionais de três segundos foram feitas em todo o percurso das paredes dos canais radiculares, perfazendo um total de 15s por canal. No Grupo 3, os dentes foram irradiados do mesmo modo, exceto que foi usado 2W de energia. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente após o uso de brocas diamantadas, sendo em seguida desidratados com soluções de etanol de concentrações crescentes, sendo finalmente observados com microscópio de luz estereoscópica. Posteriormente, foram metalizados para análise em microscopia eletrônica de varredura, do grau de limpeza propiciado pela técnica empregada no terço médio e apical radiculares. As áreas representativas para cada grupo foram fotografadas e avaliadas quanto à presença de restos teciduais e camada residual. Os espécimes do grupo controle mostraram restos teciduais e densa camada residual obstruindo os túbulos dentinários em todos os níveis dos canais. As paredes dos canais radiculares irradiadas pelo laser de Er:YAG estavam livres de restos teciduais, a camada residual evaporada e túbulos dentinários abertos. A análise estatística mostrou significantes diferenças na limpeza da camada residual entre os grupos 1 e 2, e entre 1 e 3. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 2 e 3 na limpeza dos terços médio e apical dos canais radiculares. Estes resultados mostraram que o laser de Er:YAG é efetivo na remoção de restos teciduais e camada residual das paredes dos canais radiculares.

TAKEDA et al¹⁶¹ (1998) analisaram a efetividade de três lasers: Argônio, Nd:YAG e Er:YAG, sob refrigeração à água, para remover a camada residual das paredes de canais radiculares de 32 molares preparados “in vitro”. Após limpeza e alargamento pela técnica de instrumentação escalonada de memória, os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos. Os canais radiculares do grupo 1 (G1) não foram irradiados e foram irrigados com 10 ml de EDTA 17% durante cinco minutos como irrigação final. No grupo 2 (G2), os canais radiculares foram irradiados pelo laser de Argônio com fibra óptica de 300µm, com 470nm, introduzida no canal paralelamente às paredes dentinárias e em contato com elas, até o comprimento de trabalho, nos parâmetros de 1W, 50mJ, e 5Hz. O ápice foi irradiado durante três segundos e o laser foi movimentado no sentido apicocoronário. Quatro exposições de 15 segundos foram feitas, perfazendo um total de 63s/canal. Os canais radiculares do grupo 3 (G3) foram irradiados com laser Nd:YAG, por meio de fibra óptica flexível, nos parâmetros de 2W, 200mJ e 20Hz. A ponta da fibra de 0,32mm foi introduzida do mesmo modo que no grupo 1, o ápice foi irradiado durante três segundos. Quatro exposições de dez segundos com movimento no sentido apicocoronário foram feitas, perfazendo um total de 43s/canal. Os dentes do grupo 4 (G4) foram irradiados com laser de Er:YAG, por meio de fibra óptica, nos seguintes parâmetros: 1W, 100mJ e 10 Hz. A ponta da fibra foi introduzida do mesmo modo que nos grupos anteriores, irradiando o ápice durante três segundos. Quatro exposições de 3s durante a sua retirada no sentido apicocoronário foram feitas, perfazendo um total de 15s/canal. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e observados em estereomicroscopia, desidratados em série crescente de etanol, e então metalizados, secos e avaliados em microscopia eletrônica de varredura. O terço médio dos dentes do grupo G1 mostrou a superfície de paredes limpas com túbulos dentinários abertos. No G2, em nível de terço médio, a camada residual estava ausente e remanescentes de tecido pulpar vaporizados foram observados. No G3, a maioria dos espécimes mostrou paredes muito limpas com

camada residual evaporada, unida, fusionada, e recristalizada em ambos os terços médio e apical. As paredes do G4 apresentaram camada residual evaporada, e túbulos dentinários abertos nos terços médio e apical. A análise estatística mostrou significantes diferenças entre G1 e G2, G1 e G3, e G1 e G4. Estes resultados constataram que os lasers de Argônio e Nd:YAG são úteis para remover a camada residual e que a irradiação com laser de Er:YAG é a mais efetiva para remover a camada residual das paredes dos canais radiculares. Houve diferenças significantes entre o grupo controle (não irradiado) e os grupos irradiados “in vitro”.

MATSUOKA; KIMURA; MATSUMOTO¹¹³ (1998) investigaram a eficácia do laser de Er:YAG sob refrigeração (20ml/min) em remover restos teciduais próximos aos sítios apicais dos canais radiculares de 80 dentes humanos unirradiculados, com canais retos, assim como a capacidade do fibroscópio em detectar restos teciduais remanescentes na parede do canal radicular. Os dentes foram instrumentados pela técnica escalonada e irrigados com solução alternada de hipoclorito de sódio a 5% e água oxigenada a 3%. Em seguida, foram divididos em quatro grupos, onde os grupos 1, 2, e 3 foram irradiados com laser de Er:YAG por meio de fibra óptica flexível de 0,8mm nos parâmetros 1 W, 50mJ, 20pps e tempo de irradiação de cinco segundos na porção do sítio apical e dez segundos para cada parede do canal radicular (mesial, distal, vestibular e palatina), totalizando 45 segundos para o Grupo 1; 2W, 100mJ, 20pps e três segundos na porção do sítio apical e cinco segundos para cada parede do canal radicular, totalizando 23 segundos para o Grupo 2 e 3W, 150mJ, 20pps e tempo de irradiação de um segundo na porção do sítio apical e dois segundos em cada parede do canal radicular, totalizando nove segundos para o Grupo 3. O Grupo 4 não foi irradiado. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e desidratados para observação pelo estereoscópio e microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos 1 e 4, e também entre Grupos 2 e 4, mas os restos teciduais remanescentes no Grupo 3 foram

significativamente diminuídos após a aplicação do laser, quando comparado com aqueles do Grupo 4 ($p < 0,01$). Os resultados sugeriram que a irradiação com o laser de Er:YAG é efetiva para a remoção de restos teciduais próximo aos sítios apicais e que o fibroscópio é efetivo para a detecção dos remanescentes teciduais próximos aos sítios apicais dos dentes intactos.

DOSTÁLOVÁ et al⁴⁰ (1998) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura a qualidade de preparos cavitários com laser de Er:YAG em comparação com a preparação convencional com broca. O tamanho do foco de laser variou de 300 a 350 μ m. A frequência variou de 1 a 4Hz, e o pulso de energia de 100 a 400mJ sob refrigeração à água. Como resultado, no preparo a laser houve uma forma de cavidade irregular, mas a área de superfície relativa ao foco foi mais larga e com aparência microrretentiva. As cáries de esmalte e dentina foram tratadas com uma preparação do modo não contato. Foi possível remover as antigas obturações com defeitos, exceto para amálgama ou liga metálica. A qualidade dos materiais restauradores nas cavidades preparadas com laser foi muito estável; entretanto, a descoloração da margem cavo superficial ocorreu entre a 82 a 86% dos casos. As mudanças de cor e forma anatômica do dente foram observadas em 4 a 8%. Como conclusão, em comparação com o tratamento clínico, pôde ser constatado que a retenção e qualidade de materiais restauradores pela aplicação do laser foi a mesma ou muito similar ao emprego com brocas.

CECCHINI et al²⁸ (1998) determinaram o efeito do laser de Er:YAG no aumento da temperatura e nas mudanças morfológicas da superfície dos canais radiculares usando mensurações pela sonda termocouple e microscopia eletrônica de varredura, respectivamente. Os dentes unirradiculados extraídos foram irradiados com laser de Er:YAG, usando uma fibra óptica de 375 μ m, colocada no ápice radicular. Em seguida, foram mantidos em banho maria a 37°C e as mudanças de temperatura foram registradas após aplicação do laser. Os parâmetros do laser foram 60mJ, com energia

real de 40mJ ou 120mJ, com energia real de 80mJ e frequência de 10Hz. Os dentes não foram refrigerados a ar ou água durante o procedimento. Os canais radiculares foram irradiados em quatro períodos com intervalos de 20 segundos, movimentando-se lentamente a fibra do laser da região apical para coronária numa faixa contínua e circular a 2mm/s. A variação de 2 a 4°C no aumento da temperatura foi detectada. Os parâmetros adequados para o emprego do laser foram determinados, estabelecendo-se níveis de segurança no uso clínico de energia a ser liberada no canal radicular.

ZENNYU et al¹⁸⁸ (1998) avaliando pela microscopia eletrônica de varredura as influências da direção de irradiação do laser de Er:YAG nas características morfológicas da superfície da dentina irradiada, nos parâmetros de 180mJ e 10pps durante dez segundos para esmalte e dois segundos para dentina de molares humanos extraídos, tanto paralela quanto perpendicularmente a estas estruturas, constataram que na dentina a direção de irradiação não teve efeito significativo na aparência morfológica, já no esmalte houve diferença. O corte com laser de Er:YAG não criou camada residual e promoveu maior abertura das entradas dos túbulos dentinários comparado ao corte pela turbina a ar.

MATSUMOTO¹¹² (1998) avaliando em microscopia óptica, eletrônica de varredura EDX (por energia dispersiva de raios x) e de transmissão (TEM) as mudanças morfológicas do esmalte e dentina irradiados pelo laser de Er:YAG constatou pequena diferença entre o esmalte irradiado e o não irradiado com relação à distribuição de fosfato e cálcio. A superfície da dentina irradiada cortada sob refrigeração mostrou os túbulos dentinários abertos. Por outro lado, a superfície dentinária irradiada sem refrigeração nem sempre mostrou os túbulos dentinários abertos, mas uma superfície dentinária fusionada e recristalizada em algumas áreas. Por meio do TEM ficou constatado que com o laser de Er:YAG muitas micropartículas foram produzidas pela ablação devido à microexplosão ou à forte explosão associada a efeitos acústicos. Partículas de água puderam acelerar tais ações.

KUMAZAKI⁹⁶ (1998) estudou os lasers que são muito bem absorvidos pelos dentes. Os coeficientes de absorção de luz pela dentina e esmalte foram examinados pela variação de comprimentos de onda, incluindo as regiões de infravermelho e ultravioleta, usando um espectrofotômetro (para 200nm a 2,5µm) e um espectrofotômetro (para 1,5nm a 2,5µm). As amostras de dentes lixados, cerca de 40µm de espessura, foram usadas para este experimento. Como resultado observou-se que a região de absorção foi similar para a dentina e esmalte. A absorção pela dentina e pelo esmalte foi alta nos comprimentos de onda de 3 e 10µm. Um comprimento de onda de 3µm corresponde ao laser de Er:YAG, e o comprimento de onda de 10µm corresponde ao laser de CO₂. O laser de CO₂ causou rachadura e o de Er:YAG pareceu mais seguro para uso clínico em Odontologia.

RAMOS; ZECELL; EDUARDO¹³⁵ (1998) avaliaram a infiltração marginal em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, com duração do pulso variando de 250 a 500ms e foco de luz de 0,95µm, seguida de ataque ácido ou não. Trinta e seis terceiros molares humanos superiores foram divididos em três grupos: Grupo 1: preparado com uma broca de alta velocidade e aplicação de ácido fosfórico a 35%; Grupo 2- preparado com laser de Er:YAG, com energia de 400mJ, 6Hz e uma densidade de energia de 56,43J/cm². A chanfradura cavossuperficial oclusal foi feita com o mesmo laser usando energia reduzida de 60mJ, 10Hz, densidade de energia de 8,43J/cm² e aplicação de ácido fosfórico a 35%; Grupo 3: preparado com laser de Er:YAG, com energia de 400mJ, frequência de 6Hz e uma densidade de energia de 56,43J/cm². A chanfradura cavossuperficial oclusal foi irradiada com o mesmo laser usando uma energia reduzida para 60mJ, 10Hz e densidade de energia de 8,43J/cm², sem emprego de ácido fosfórico. As cavidades foram restauradas com Single Bond e Z100. Os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata a 50%. Eles foram seccionados e observados sob esteriomicroscópio, microscópio eletrônico de varredura e EDX. A infiltração foi observada nos Grupos 1, 2 e 3. A análise estatística constatou diferença significativa no

grau de infiltração nas margens gengivais entre os três grupos e sem diferença significativa de infiltração nas margens oclusais entre os três grupos. A distribuição dos elementos pela análise com EDX mostrou mais microinfiltração nos espécimes do grupo 3.

ARMENGOL et al⁴ (1999) compararam resultados da remoção de tecido cariado, dentina e esmalte sadios entre a técnica convencional e o laser de Er:YAG. Empregaram 30 dentes humanos cariados e recém-extraídos, que foram divididos em dois grupos: no primeiro grupo, o tecido cariado foi removido pela técnica convencional com as brocas empregadas como segue: a- brocas carbide (para esmalte sadio), b- brocas diamantadas em alta velocidade sob refrigeração (para dentina sadia), c- brocas carbide em baixa velocidade e escavador (para dentina cariada). No segundo grupo, foi usado o laser de Er:YAG com níveis de energia variando de 60 a 500mJ, e o pulso variou de 1 a 4Hz. A extensão do pulso foi de 250µm. A área do feixe laser foi de 0,8mm. A distância focal foi 15mm. Para a dentina cariada foi empregado 250mJ, 2Hz, 50J/cm²; dentina sadia, 300mJ, 2Hz, 60J/cm²; e esmalte sadio, 350mJ, 3Hz, 70J/cm². As irradiações foram realizadas perpendicular à superfície. Após o tratamento, os dentes foram desidratados em série crescente de etanol, metalizados e analisados em microscopia eletrônica de varredura. Nos dentes irradiados, foram vistas superfícies rugosas, floculadas e escamadas, que após limpas melhoraram a adesão da restauração de resina. O laser de Er:YAG pôde cortar dentina cariada com um nível de energia de 250mJ e frequência de 2Hz. A dentina sadia pôde ser cortada com 300mJ, 2Hz, salientando-se que não houve rachaduras. A superfície dentinária resultante variou com a orientação dos túbulos. Estes permaneceram abertos e a dentina intertubular foi mais cortada do que a dentina peritubular, devido ao alto conteúdo de água e hidroxiapatita da dentina intertubular. Para o corte do esmalte foram necessários 350mJ e 3Hz. Concluíram então que o laser de Er:YAG foi efetivo no tratamento de lesões cariosas e no preparo cavitário “in vitro”.

TAKEDA et al¹⁶³ (1999) realizaram um estudo comparativo da remoção da camada residual por três soluções irrigadoras e dois lasers. Sessenta pré-molares humanos inferiores extraídos foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos de doze dentes cada. Durante a limpeza e alargamento apical até a lima nº.60 pela técnica escalonada de memória, os canais radiculares foram irrigados com 3ml de hipoclorito de sódio a 5,25% e água oxigenada a 3%, alternadamente, entre cada lima. O Grupo 1 (G1) foi o grupo controle e os espécimes foram irrigados com uma irrigação final de EDTA a 17%. Os dentes do grupo 2 (G2) foram irrigados com uma irrigação final de ácido fosfórico a 6% e o grupo 3 (G3) com ácido cítrico a 6%. Nos espécimes do grupo 4 (G4) os canais radiculares foram irradiados com o laser de CO₂, e os espécimes do grupo 5 (G5) foram irradiados com o laser de Er:YAG. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. Como resultado, os espécimes controle (G1) mostraram paredes dos canais radiculares limpas, com túbulos dentinários abertos no terço médio, mas em alguns espécimes espessa camada residual foi observada no terço apical. Os espécimes irrigados com uma irrigação final de ácido fosfórico a 6% ou ácido cítrico a 6% (G3) ficaram mais limpos do que com o EDTA a 17%, mostrando superfícies do canal radicular muito limpas no terço médio, mas no terço apical a camada residual não foi completamente removida, especialmente nas aberturas dos túbulos dentinários. Os espécimes irradiados com laser de CO₂ (G4) mostraram paredes dos canais radiculares limpas com camada residual ausente, fusionada, recristalizada e polida em ambos terços médio e apical. As paredes dos canais radiculares irradiados com laser de Er:YAG (G5) revelaram uma ausência de camada residual com túbulos dentinários abertos nos terços médio e apical. A análise estatística mostrou diferença não significativa na limpeza da parede do canal radicular entre G1 e G2, e G1 e G3. Entretanto, houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre G1 e G4, e G1 e G5 na limpeza do terço médio e apical dos canais radiculares. Concluíram então que a irrigação com EDTA a

17%, ácido fosfórico a 6% e ácido cítrico a 6% não removeu toda a camada residual do sistema de canais radiculares. Estas soluções ácidas desmineralizaram a dentina intertubular em volta da abertura dos túbulos, que tornaram-se alargados. O laser de CO₂ foi útil na remoção e fusão da camada residual em paredes de canais radiculares instrumentados e o laser de Er:YAG foi o mais efetivo na remoção da camada residual da parede do canal radicular.

CECCHINI et al²⁹ (1999) determinaram os parâmetros de segurança para aplicação dos lasers Er:YAG pulsado (2,94µm, pulso variando de 250 a 500µs) e Nd:YAG (1,06µm e pulso de 100µs), empregados em dentes unirradiculados extraídos. Os lasers foram emitidos com fibra óptica de 375µm (18mm de comprimento) para o Er:YAG e 300µm para o Nd:YAG. Os dentes com espessuras radiculares ≥ 1 mm na porção apical foram selecionados e divididos em oito grupos, de acordo com os parâmetros do laser: A energia no monitor do aparelho variou de 40 a 100mJ por pulso e a frequência de 10 a 15Hz. Os canais radiculares foram irradiados em quatro períodos com intervalos de 20 segundos, com a fibra óptica estacionada a 1mm aquém do forame apical durante três segundos, ou da superfície apical para coronária em movimentos contínuos e circulares, perfazendo 2mm/s. Os dentes foram mantidos em banho-maria a 37°C e as mudanças de temperatura foram registradas à medida que os canais radiculares iam sendo irradiados, de acordo com o comprimento do canal radicular. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente antes do tratamento e não foram refrigerados com ar ou água durante a aplicação do laser. Mudanças morfológicas foram observadas em microscopia eletrônica de varredura, sem evidência de rachaduras em nenhum espécime. A dentina irradiada mostrou diferentes níveis de desbridamento do canal, incluindo remoção da camada residual e mudanças morfológicas de acordo com o nível de energia e frequência de repetição usados. O laser de Er:YAG aplicado com parâmetros de 80mJ e 10Hz foi mais efetivo na remoção de restos teciduais, produzindo uma superfície limpa com um número maior de túbulos dentinários abertos, quando

comparado com o laser de Nd:YAG e o grupo controle (sem aplicação de laser). Uma diminuição na capacidade de limpeza foi observada quando a energia aplicada foi de 40mJ, embora a exposição dos túbulos tenha sido também muito uniforme em toda a raiz, da porção apical para cervical. Os espécimes irradiados com laser de Nd:YAG apresentaram fusão e recristalização dentinária e remoção da camada residual. Ambos os lasers, quando irradiados em movimentos circulares perfazendo 2mm/s, produziram aumento de temperatura abaixo de 5°C. Já a irradiação estacionária a 1mm do forame apical pelo laser de Nd:YAG produziu aumento de temperatura acima de 5°C, mas abaixo de 10°C, apenas nos grupos com aplicação de energia de 100mJ, tanto com 10Hz, quanto com 15Hz.

SOUZA NETO¹⁵⁷ (1999) avaliou “in vitro” o efeito da aplicação do laser de Er:YAG sobre a dentina humana na adesividade dos cimentos endodônticos Grossman, Endomethásone, N-Rickert e Sealer 26. Foram utilizados 40 molares humanos que tiveram suas coroas desgastadas na face oclusal até obter uma superfície de dentina plana. Os dentes foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo foi aplicado apenas solução fisiológica, no segundo grupo a dentina foi irradiada com laser de Er:YAG, utilizando-se os seguintes parâmetros: distância focal de 11mm com incidência perpendicular à superfície dentinária, frequência de 4Hz, energia de 200mJ, energia total de 62J e 313 impulsos, tempo de um minuto e potência de 2,5W. A relação pó/líquido e o tempo de endurecimento de cada cimento foram determinados preliminarmente. Para o teste de adesividade utilizou-se uma máquina universal de ensaio. Os resultados evidenciaram haver diferença estatística em nível de 1% para os cimentos testados e os diferentes tratamentos na superfície dentinária. O Sealer 26 aderiu melhor, tanto à dentina preparada com laser de Er:YAG quanto àquela sem preparo em relação aos cimentos Endomethásone, Grossman e N-Rickert. A aplicação do laser de Er:YAG sobre a superfície dentinária não influenciou na adesividade dos cimentos de Grossman, N-

Rickert e Endomethásone, porém aumentou significativamente a adesividade do cimento Sealer 26.

CUSSIOLI³⁴ (1999) estudou “in vitro” o efeito da aplicação do laser de Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos à base de resina epóxica. Foram utilizados 99 molares superiores humanos extraídos que tiveram suas coroas desgastadas até se obter uma superfície plana transversal ao longo eixo do dente e foram divididos em três grupos com 33 dentes cada. No primeiro grupo, a superfície de dentina não recebeu nenhum tratamento. No segundo, aplicou-se sobre a dentina uma solução de EDTAC durante cinco minutos e, no terceiro, a dentina recebeu a aplicação do laser de Er:YAG com os seguintes parâmetros: potência 2,25W; distância focal 11mm; frequência de 4Hz; período de aplicação de um minuto e energia de 200mJ, totalizando 62J de energia aplicados ao dente. Três dentes de cada grupo foram enviados para a análise em microscopia eletrônica de varredura. Cada grupo ficou constituído de 30 dentes, que receberam os cimentos obturadores para o estudo da adesão. Os cimentos endodônticos à base de resina epóxica testados foram os seguintes: AH Plus, Topseal, Sealer 26, AH-26 e o Sealer Plus. O cimento FillCanal (à base de óxido de zinco-eugenol) foi utilizado como controle. A força de adesão foi detectada por meio de uma máquina universal de ensaios. Os resultados evidenciaram haver diferença estatística significativa entre as condições de tratamento da dentina e os diferentes cimentos endodônticos. Assim, a dentina tratada com laser de Er:YAG propiciou a maior adesividade, a dentina tratada com a solução de EDTAC proporcionou adesividade intermediária e a dentina que não recebeu tratamento algum mostrou menor adesividade. No que diz respeito aos cimentos endodônticos testados, a análise estatística mostrou a formação de cinco grupos em ordem decrescente de adesividade à dentina: AH Plus, com a maior adesividade; Topseal e Sealer 26, com valores

estatisticamente semelhantes; AH-26; Sealer Plus; e FillCanal, com o menor valor de adesividade.

PÉCORA et al¹³² (2000) analisaram “in vitro” o efeito do laser de Er:YAG na permeabilidade dentinária de canais radiculares após instrumentação e irrigação com água deionizada ou hipoclorito de sódio e aplicação de laser de Er:YAG. Empregaram 25 incisivos centrais superiores humanos extraídos, que foram divididos em cinco grupos. Grupo I, instrumentação e irrigação com água destilada deionizada; Grupo II, instrumentação e irrigação com hipoclorito de sódio a 1%; Grupo III, instrumentação e irrigação com água destilada deionizada e aplicação de laser de Er:YAG; Grupo IV, instrumentação e irrigação com hipoclorito de sódio a 1% e aplicação de laser de Er:YAG; Grupo V, instrumentação apenas até lima 20 e irrigação com água destilada deionizada e aplicação de laser de Er:YAG. Os parâmetros do laser foram: 15Hz, 140mJ, energia total de 42J, 300 pulsos. O sulfato de cobre a 10% foi empregado para avaliar a permeabilidade dentinária. A penetração de íons cobre dentro dos túbulos dentinários foi observada usando ácido rubiânico a 1%, que revela íons cobre, formando um composto manchado variando de azul escuro a preto. Secções transversais com espessura de 50µm foram obtidas com um disco diamantado dos terços cervical, médio e apical. A instrumentação do canal radicular que empregou água como agente irrigante seguido de aplicação de laser de Er:YAG promoveu o maior aumento da permeabilidade dentinária. O emprego do laser de Er:YAG, hipoclorito de sódio a 1% + laser de Er:YAG, e hipoclorito de sódio a 1% empregado sozinho mostraram uma capacidade intermediária de aumento da permeabilidade dentinária. O emprego de água como solução irrigadora sem aplicação do laser de Er:YAG promoveu a menor permeabilidade dentinária. Concluiu-se que o emprego de água como solução irrigadora após instrumentação e aplicação do laser de Er:YAG foi um procedimento efetivo para aumentar a permeabilidade.

CARVALHO et al²⁷ (2000) avaliaram o selamento marginal apical das obturações de canais radiculares, realizadas após a irradiação pelo laser Nd:YAG ou de Er:YAG. Foram utilizados 42 dentes unirradiculados humanos, extraídos, que tiveram os canais radiculares preparados até o instrumento de número 70. As raízes foram divididas em três grupos, de acordo com o tratamento das paredes dos canais. Grupo 1: os canais foram preenchidos com EDTA por três minutos, seguido de irrigação com hipoclorito de sódio a 1%. Grupo 2: as paredes dos canais foram irradiadas pelo laser de Nd:YAG, e Grupo 3: as paredes dos canais foram irradiadas pelo laser de Er:YAG. Em seguida, os canais radiculares de todos os espécimes foram obturados com cones de guta-percha e cimento Top-Seal, pela técnica da condensação lateral. As raízes foram impermeabilizadas externamente, exceto no forame apical e, imersas em solução aquosa de azul de metileno a 2% durante quatro horas. Foram mensuradas as infiltrações ocorridas na interface entre o material obturador e as paredes dos canais. Os resultados mostraram que as maiores infiltrações ocorreram no Grupo 3- Er:YAG (7,3mm), seguido do Grupo 1- EDTA (1,6mm) e pelo Grupo 2- Nd:YAG (0,6mm). A análise estatística mostrou que o grupo de Er:YAG diferiu estatisticamente dos demais, concluindo-se que a aplicação do laser de Er:YAG, previamente às obturação de canais radiculares, deve ser utilizada com cautela até que mais pesquisas sejam realizadas para definir parâmetros mais adequados para o seu emprego.

GUERISOLI et al⁶⁹ (2000) averiguaram a capacidade de remoção da camada residual do laser de Er:YAG comparado ao EDTAC quando aplicados no interior do canal radicular. Vinte e cinco caninos unirradiculados, foram divididos aleatoriamente em cinco grupos e instrumentados. O Grupo 1 foi irrigado com hipoclorito de sódio a 1% (controle positivo); o Grupo 2 com EDTAC a 15%; o Grupo 3 recebeu irrigação alternada com hipoclorito de sódio e EDTAC (controle negativo); o Grupo 4 foi irrigado com água destilada e deionizada e o Grupo 5 com hipoclorito de sódio a 1%. Os grupos 4 e 5 foram irradiados com laser de Er:YAG (15Hz, 42J, 2,25W). Em seguida, os dentes foram

fraturados no sentido longitudinal e processados para microscopia eletrônica de varredura. As fotomicrografias obtidas receberam escores que variaram de 1 (quantidade desprezível de camada residual) a 4 (obliteração total dos canalículos dentinários por camada residual), em números absolutos. A análise estatística revelou uma diferença significativa entre a quantidade de camada residual observada entre os diferentes grupos. A irrigação dos canais radiculares com hipoclorito de sódio mostrou-se ineficiente na remoção da camada residual, enquanto a irrigação com EDTAC, hipoclorito de sódio + EDTAC e hipoclorito de sódio + laser Er:YAG mostraram-se altamente eficientes na limpeza do canal radicular. A água destilada associada ao laser ocupou uma posição intermediária no grau de limpeza. Os autores concluíram que quando associados ao hipoclorito de sódio a 1%, o laser de Er:YAG é tão eficiente quanto o EDTAC na remoção da camada residual presente no interior dos canais radiculares.

VALE et al¹⁶⁸ (2000) avaliaram a alteração na medida de área da secção transversal, a 5mm do ápice radicular, de 15 canais radiculares de dentes anteriores humanos extraídos, que foram instrumentados pela técnica escalonada de memória e irradiados pelo laser de Er:YAG, com fibra óptica de 0,375mm de diâmetro, 28mm de comprimento e fator de transmissão de 0,44. A energia registrada no monitor do aparelho foi de 100mJ, aplicando-se energia real de 44mJ intracanal e frequência de 10Hz, em movimentos circulares por cinco segundos para a secção 1 (terço cervical/médio) e dois segundos para a secção 2 (terço apical). As secções foram visualizadas e fotografadas em microscópio óptico antes e após a aplicação do laser, e as fotografias foram escaneadas, transferidas para o programa SigmaScan e as medidas das áreas obtidas, antes e após a aplicação do laser, foram comparadas e submetidas à análise estatística. Concluiu-se que o laser de Er:YAG aumentou a área das secções transversais em 66,66% dos espécimes avaliados, tanto no terço apical como nos terços cervical e médio; o terço apical apresentou uma diferença de medida

de área antes e após a aplicação do laser que variou de 0,03 a 0,31mm², semelhante à apresentada no terço cervical/médio, que variou de 0,02 a 0,24mm².

2.2- CIMENTOS ENDODÔNTICOS

VALDRIGHI¹⁶⁷ (1976) estudou a influência dos espaços vazios, remanescentes apicalmente às obturações, nos resultados de tratamentos de canais radiculares, feitos experimentalmente em dentes pré-molares inferiores de cães, por meio da avaliação radiográfica e histopatológica, após um período de observação de 180 dias. Os dentes foram instrumentados com limas tipo Kerr e irrigados com solução de Tergentol-Furacin, com dilatação máxima variando de 55 a 70, conforme o diâmetro inicial dos canais. Os canais radiculares foram obturados com cimento Endomethásone pela técnica da condensação lateral. O acesso coronário foi selado com IRM (cimento à base de óxido de zinco-eugenol reforçado). Frente aos resultados obtidos, concluiu-se que: 1- o período de observação de seis meses foi adequado para se avaliar os resultados dos tratamentos endodônticos, nas biopulpectomias; 2- a permanência de espaços vazios, apicalmente às obturações representou um fator desfavorável à reparação periapical pós-tratamento de canais radiculares; 3- a reação inflamatória, que persistiu na região periapical, decorrente da presença de espaços vazios pós-obturações de canais radiculares foi decorrente não apenas do líquido tecidual ali estagnado, mas também da presença de matéria orgânica necrótica que, sofrendo autólise enzimática, deram origem a produtos tóxicos que funcionaram como fonte de irritação aos tecidos periapicais; 4- além da irritação química dos tecidos periapicais, resultante de produtos de degradação protéica no interior dos espaços vazios remanescentes às obturações de canais radiculares, não deve ser afastada a possibilidade de infecção secundária, por processo anacorético, dada as condições propícias ali encontradas; 5- a influência desfavorável dos espaços vazios nos resultados dos tratamentos de canais radiculares não foi

alterada significativamente pela profundidade dos espaços remanescentes; 6- levando-se em consideração a conclusão nº.3, pode se inferir que os modelos artificiais, pelo implante de tubetes no tecido subcutâneo de animais, não constituíram uma boa metodologia para se estudar a influência dos espaços vazios nos resultados de tratamentos endodônticos, visto que eles não reproduziram as condições do modelo real; 7- em biopulpectomias, a avaliação dos resultados de tratamentos endodônticos, pela interpretação radiográfica, revelou ser correta em 80% dos casos.

ABRAMOVICH; GOLDBERG¹ (1976) avaliaram pela microscopia eletrônica de varredura a relação do cimento endodôntico com a parede de dentina. Utilizaram dentes unirradiculados recentemente extraídos, que foram divididos em grupos: A- obturação com AH-26, Diaket A, Tubli Seal e cimento de Grossman. Os canais radiculares foram alargados até a lima nº.50, secos e então obturados com um dos cimentos, manipulados de acordo com a recomendação dos fabricantes. Um cone de guta-percha único foi inserido, coberto com cimento. Os dentes foram guardados em solução salina fisiológica a 37°C por aproximadamente cinco dias para a completa presa do cimento. B- Obturação com Biocalex e hidróxido de Cálcio: Os canais radiculares foram superficialmente instrumentados nos dois terços coronários, deixando-se o terço apical sem instrumentação e em seguida foram obturados com ambos os materiais. Em cada dente três aplicações do material foram feitas com intervalos de sete a 15 dias. Os dentes foram cortados longitudinalmente e examinados pela microscopia eletrônica de varredura em diferentes potenciais (15 a 25kV) e aumentos (600 a 10.000 vezes). Áreas com pouco material selador foram selecionadas para possibilitar um estudo mais apurado da relação entre o material selador e a parede dentinária. Os autores concluíram que nenhum dos materiais usados neste estudo mostrou total obliteração dos túbulos dentinários da parede do canal; a dificuldade de obliteração de todos os túbulos dentinários no canal radicular indicou que os cimentos não aderiram, mas foram meramente comprimidos contra a parede do canal. Um verdadeiro selamento hermético

do canal radicular não foi encontrado pelo uso de materiais e método empregados neste estudo.

WOLLARD et al¹⁸² (1976) avaliaram pela microscopia eletrônica de varredura a adesão e adaptação de alguns materiais e cimentos endodônticos às paredes dos canais radiculares de 130 dentes anteriores recém-extraídos. Os canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio a 0,5%, seguido por lavagem com solução salina fisiológica, secos com pontas de papel absorvente e então obturados com vários materiais e técnicas. Um mínimo de cinco espécimes em cada grupo foi examinado. Os espécimes tiveram o acesso coronário selado com cimento de policarboxilato, seguido de amálgama. Os dentes foram desidratados pelo método do ponto crítico e embebidos em Epon 812. Foram cortados longitudinalmente, metalizados e analisados em microscopia eletrônica de varredura, em nível de terço cervical, médio e apical com aumentos que variaram de 37 a 6000 vezes. As fotomicrografias foram tiradas das áreas representativas da pior e melhor adesão à parede do canal radicular. Em geral, os cimentos à base de óxido de zinco-eugenol aderiram bem, onde a maior variabilidade ocorreu com cimentos de policarboxilato. Cones de prata e guta-percha não tiveram adesão e exigiram um cimento para preencher a interface entre cones e dentina. Nenhuma das técnicas para inserção da guta-percha no canal radicular foi efetiva na obliteração do espaço do canal radicular.

SANTOS et al¹⁴¹ (1977) analisaram o poder de penetração de ¹³¹INa em canais radiculares obturados com Endomethásone e com cimento de Rickert e N-Rickert. Empregaram 27 dentes humanos, extraídos, unirradiculados, com canais retos, que foram instrumentados até a lima Kerr nº.45 e obturados 1mm aquém do ápice radicular pela técnica de cone único. Para o cimento de Rickert e N-Rickert empregaram 0,50g de pó para dez gotas de líquido e para o Endomethásone usou-se 0,12g de pó para duas gotas de líquido. Após espatulação foram levados ao canal radicular com auxílio de espiral Lentulo. A abertura coronária foi selada com Cavit e em seguida as coroas foram

impermeabilizadas com cera e as raízes com esmalte para unhas, exceto o forame apical. Os dentes foram imersos em solução de ^{131}INa contendo ^{131}I ativo durante 24 horas. Em seguida, foram seccionados longitudinalmente e submetidos a autoradiografias. Os três cimentos deixaram-se infiltrar pelo ^{131}INa , embora em magnitudes diferentes. A infiltração observada no cimento de Rickert e N-Rickert foi igual, não havendo diferença estatística. O cimento Endomethásone, estatisticamente, infiltrou menos que os outros dois.

BENATTI; STOLF; RUHNKE¹⁰ (1978) estudaram a consistência, tempo de presa, e alterações dimensionais de cinco cimentos endodônticos: FillCanal, Endomethásone, Trincanal, Alpha Canal, e óxido de zinco-eugenol. O teste de consistência foi adaptado do Grupo Brasileiro das Especificações nº 8 para Materiais Dentários. O tempo de presa foi verificado pelo uso de penetrômetro. As alterações dimensionais foram observadas em um microscópio de medição Leitz Wetzlar, com os espécimes medidos sobre uma superfície de mercúrio. Os autores concluíram que a consistência clínica ideal foi obtida quando a mistura pôde ser homogeneizada e envolvida com a espátula e levantada sem gotejar durante dez segundos ou quando sua fluidez permitiu aderência entre a espátula e a placa de vidro a uma altura de dois centímetros. O tempo de presa e as alterações dimensionais foram diretamente relacionadas à proporção pó/líquido, com a consistência clínica ideal dando os melhores resultados. O Endomethásone obteve tempo de presa inicial em 115 minutos e final em 160 minutos a uma temperatura de 37°C e umidade relativa do ar de 100%, e sua alteração dimensional (contração) foi de 0,10% após 15 dias. A alteração dimensional (contração) foi não significativa quando a consistência clínica ideal foi usada. Quando uma consistência mais fluida foi usada, a contração foi muito maior. Com uma exceção, o Alpha Canal mostrou maior contração em comparação com os outros cimentos testados.

JONCK; ERIKSSON; COMINS⁸⁵ (1979) investigaram pela microscopia eletrônica de varredura a perda de zinco do cimento à base de óxido de zinco-eugenol para a dentina, utilizando um analisador de raios x de energia dispersiva. Quinze dentes incisivos centrais e laterais humanos recém-extraídos com obturações de canal de dois anos ou mais foram analisados. O zinco foi liberado para a dentina e houve um gradiente do canal radicular para a superfície externa da raiz. Segundo esses autores, esta propriedade física do zinco pode ser importante no sucesso deste grupo de cimento endodôntico, uma vez que o zinco é um elemento guia que tem uma íntima relação com o metabolismo ósseo.

POWIS et al¹³⁴ (1982) avaliaram o aumento da adesão de um cimento de ionômero de vidro (LGC ASPA IV), preparado a 23° C e 50 ± 10% de umidade relativa por meio de tratamento químico da superfície da dentina e do esmalte. Como resultado encontraram que os condicionadores de superfície mais efetivos foram substâncias de alto peso molecular contendo uma multiplicidade de grupos funcionais capazes de união com o hidrogênio, tais como soluções contendo ácido poliacrílico, ácido tânico (reagente orgânico capaz de formar complexos com colágeno) ou dodicine (agente antimicrobiano e surfactante). Estas substâncias contêm um material de união ao dente, que garante limpeza efetiva e umidade das superfícies do substrato. Eles não rompem as superfícies do esmalte ou dentina indevidamente. Agentes quelantes tais como ácido cítrico e EDTA, de baixo peso molecular que dissolvem material calcíferoso e alteram dramaticamente as superfícies do esmalte e dentina são menos efetivos, pois túbulos abertos e a perda da camada residual não são aparentemente processos favoráveis para melhorar a adesão, pois os túbulos dentinários abertos podem agir como elevadores de estresse, que promoveriam falhas na adesão, também a camada residual e o material nos túbulos bloqueados são ricos em cálcio e fosfato e são locais em potencial para forte união adesiva; a remoção, portanto, resultaria na redução da força de união. Outra razão é que, embora não observada diretamente, a dentina por si só

seria descalcificada, que novamente poderia resultar numa diminuição na força de união. Melhoramentos futuros na adesão dos cimentos de ionômero de vidro ao dente apenas serão encontrados quando a força coesiva do material for aumentada.

BERBERT et al¹¹ (1983) avaliaram a extrusão de cimento endodôntico e infiltração apical de ¹³¹INa em obturações de canais radiculares com e sem condensação lateral. Empregaram 160 caninos extraídos, cujos canais radiculares foram instrumentados, preenchidos com cimento de óxido de zinco-eugenol (1,8g:1ml) e obturados pelas técnicas do cone único, de condensação lateral passiva e por espaçamento com ponta de Rhein, espaçador digital ou lima tipo Kerr. Observaram que o espaçamento produziu extrusão do cimento em cerca de 40 a 44% dos casos. A seguir, os dentes foram imersos em solução de ¹³¹INa e depois seccionados para obtenção de auto-radiografias. Os resultados revelaram que as técnicas de obturação com condensação lateral por espaçadores (ponta de Rhein, espaçador digital ou lima tipo Kerr) tendem a produzir extrusão de cimento pelo forame apical com maior frequência do que a condensação lateral passiva ou a do cone único. Não houve diferenças estatisticamente significantes na infiltração pelo forame apical dos canais obturados, em função das técnicas estudadas.

STABHOLZ et al¹⁵⁸ (1985) empregaram o método de réplica para a análise da adaptação marginal de alguns materiais retroobturadores, tais como amálgama, Restodent, cimento fosfato de zinco, Cavit-W, Duralon em 50 dentes humanos superiores e inferiores extraídos. Estas réplicas foram metalizadas para a análise em microscopia eletrônica de varredura. As áreas marginais que foram representativas de cada espécime original e as réplicas, foram fotografadas em aumentos de 48, 300, 600 e 1000 vezes. O espaço entre o material obturador e as paredes cavitárias foi medido na moldagem. Como resultado, observaram que as margens das obturações nos segmentos finais coronários foram niveladas em toda extensão com a substância dental, produzindo uma superfície uniforme. A maioria dos espécimes originais exibiu

rachaduras na substância dental e fendas marginais aumentadas nas áreas rachadas. As réplicas desses espécimes não demonstraram tais rachaduras ou fendas marginais. Observações dos cinco materiais retroobturadores no menor aumento (48 vezes) revelaram variação na adaptação marginal. Todos os cinco materiais exibiram alguma inconsistência, incluindo áreas de melhor e pior adaptação, assim como áreas limitadas de artefatos. Houve considerável variação no tamanho das fendas marginais dentro de cada espécime e entre os cinco espécimes de cada grupo.

AZEVEDO et al⁵ (1987) avaliaram a infiltração apical em obturações de canais radiculares de 73 dentes unirradiculados, recém-extraídos, realizadas pela técnica clássica de levar cimento seguido do cone único ou da condensação lateral, após a instrumentação clássica ou telescópica de memória. Como elemento traçador foi utilizado o corante azul de metileno. As raízes foram seccionadas transversalmente até o nível de 8,5mm a partir do ápice, e a infiltração ao longo dos canais foi avaliada no sentido axial e axioradial, pelo estereomicroscópio. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: a) a técnica clássica de obturação combinada com a condensação lateral ativa apresentou menor infiltração do que combinada com cone único; b) a técnica telescópica apresentou infiltração ligeiramente menor do que a técnica clássica de instrumentação, em qualquer um dos métodos de obturação empregados.

ZANONI et al¹⁸⁷ (1988) estudaram comparativamente a resposta do tecido conjuntivo, aos espaços vazios deixados em tubos obturados parcialmente com cones de guta-percha e Endomethásone. Empregaram 54 ratos albinos, que foram divididos em dois grupos de 27, e receberam os seguintes implantes: grupo a- tubos de polietileno de 1cm de comprimento e 0,5mm de diâmetro interno; grupo b- tubos de dentina de 1cm de comprimento e 0,5mm de diâmetro interno preparados a partir da raiz palatina de primeiros molares superiores extraídos. Tanto os tubos de polietileno quanto os de dentina foram obturados com cones de guta-percha e cimento Endomethásone,

procurando deixar espaços vazios de 0,5 a 1,0mm (subgrupos a1 e b1); 1,5 a 2,0mm (subgrupos a2 e b2) e 4,0mm (subgrupos a3 e b3) em uma das extremidades, enquanto na outra, os materiais preencheram toda a luz do canal. Após o implante e decorridos sete, 21 e 60 dias de período pós-operatório, os animais foram sacrificados, as peças cortadas com seis micrometros de espessura e coradas com hematoxilina e eosina para estudo histomorfológico. Como conclusão observaram que: 1- no período inicial de observação, em todos os subgrupos, o quadro inflamatório foi intenso com prevalência linfoplasmocitária, excetuando-se para o subgrupo de 4,0mm, onde foi misto com exacerbação aguda; 2- O tecido de granulação foi presenciado no espaço vazio dos subgrupos de 0,5 a 1,0mm e de 1,5 a 2,0mm, tanto em tubos de dentina, quanto em tubos de polietileno, desde o período inicial; 3- a concentração de exsudatos no espaço vazio, determinou desintegração de parte do material obturador, exacerbando o quadro inflamatório, principalmente nos subgrupos de 4,0mm; 4- a atividade macrofágica foi constante, exercida tanto por mononucleados quando por gigantócitos; sobre resíduos diversos; 5- no subgrupo de 4,0mm, não se notou evolução por colagenização, mas sim, persistência de reação inflamatória e prevalência marcante de resíduos diversos, tanto para os tubos de polietileno, quanto para os de dentina; 6- Não houve perfeita evolução por colagenização em nenhum dos espaços vazios, porém, comparativamente os subgrupos pertencentes aos tubos de dentina de menor espaço vazio, foram aqueles que apresentaram melhor evolução.

BRAMANTE et al¹⁹ (1989) analisaram obturações de canais radiculares realizadas pelas técnicas de condensação lateral com limas tipo Kerr, espaçador digital e pontas de Rhein; de Schilder, Mc Spadden, Híbrida de Tagger e do Sistema Ultrafil, quanto aos aspectos de: infiltração marginal, tempo consumido, extrusão de material e características da massa obturadora. Empregaram 70 caninos superiores humanos recém-extraídos, que após abertura coronária, foram instrumentados 1mm aquém do forame apical, com limas tipo Kerr até a nº.50, escalonamento regressivo até a lima tipo

Kerr nº.80, sob irrigação com solução fisiológica, seguida de aplicação de EDTA durante dois minutos e irrigação final com solução fisiológica. Em seguida, os dentes foram subdivididos em sete grupos de dez, de acordo com a técnica de obturação selecionada. Em seguida, foram fraturados longitudinalmente, e observado o grau de infiltração do corante azul de metileno, pela técnica micrométrica linear sob luz refletida com microscópio munido de objetiva quatro vezes e ocular micrometrada de 12,5 vezes. As características da obturação foram avaliadas com o auxílio de um estereoscópio, com aumento de dez vezes, atribuindo-se escores de 1 a 3, para os seguintes parâmetros: A- Homogeneidade geral da obturação: 3-Excelente: fase homogênea de cones recobertos ou não por discreta camada de cimento; 2- Satisfatória: formação de fases homogêneas de cimento e de cones (2 ou 3 no máximo); 1- Insatisfatória: muitas fases entre cone e cimento. B- Homogeneidade entre cones: 3- Excelente: cones fundidos (uniforme); 2- Satisfatória: fusão incompleta de cones; 1- Insatisfatória: separação freqüente de cones; C- Bolhas ou falhas: 3- Excelente- sem bolhas; 2- Satisfatória: com bolhas diminutas e esparsas; 1- Insatisfatória: com bolhas ou hiatos numerosos; D- Moldagem do preparo do canal: 3- Excelente: completa; 2- Satisfatória: pequenos defeitos, 1- Insatisfatória: grandes defeitos. Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que: 1 As técnicas da lima tipo Kerr e híbrida apresentaram a menor infiltração marginal. As demais técnicas também apresentaram índices pequenos de infiltração, exceto a do Sistema Ultrafil, cuja infiltração foi significativamente maior; 2- O tempo consumido para a realização das obturações foi maior nas técnicas de condensação lateral, intermediário nas técnicas híbridas e de Schilder e menor nas técnicas de Mc Spadden e do Sistema Ultrafil; 3- A técnica do Sistema Ultrafil apresentou maior tendência à extrusão apical; 4- As características das obturações foram, de um modo geral, satisfatórias, observando-se que: a) As técnicas de condensação lateral foram melhores no terço apical; b) As técnicas termoplastificadoras foram melhores nos terços cervical/médio; c) A técnica do Sistema Ultrafil foi deficiente nos terços cervical/médio e apical, justificando os autores

que isto se deveu ao fato de que os instrumentos utilizados na condensação lateral conseguiram compactar bem em nível do terço apical, porém não o fizeram e portanto, não proporcionaram uma massa homogênea em nível dos terços cervical/médio. Por outro lado, as técnicas que utilizaram dispositivos termoplastificadores conseguiram plastificar e conseqüentemente homogeneizar a massa obturadora em nível dos terços cervical/médio, porém o fizeram precariamente em nível do terço apical. Na técnica híbrida, cuja condensação do terço apical foi efetuada com limas tipo Kerr, as características da obturação nesse terço se aproximaram daquelas obtidas pela técnica da lima tipo Kerr.

WENBERG; ORSTAVIK¹⁷⁷ (1990) avaliaram as propriedades adesivas de oito cimentos endodônticos (Sealapex, AH-26, Tubliseal, Diaket, CRCS, Kloropercha N-O, ProcoSol), aplicados como uma fina camada entre a dentina e uma superfície de guta-percha. Forças de adesão variaram de 0,02Mpa (Sealapex) a 2,38Mpa (AH-26). A inspeção de superfícies fraturadas indicaram falha de adesão à dentina com o Tubli-Seal e à guta-percha com o AH-26 e Diaket, assim como falha de coesão (CRCS, Kloropercha N-O, ProcoSol, Resina clorofórmio e Sealapex). O pré-tratamento da superfície dentinária com EDTAC causou um aumento significativo na força de adesão para o Procosol, resina clorofórmio, Sealapex e Tubli- Seal.

RAY; SELTZER¹³⁷ (1991) testaram várias características físicas do Ketac-Endo para obturação dos canais radiculares. Estas incluíram tempo de presa, facilidade de remoção do canal radicular, adaptabilidade e adesão à parede dentinária do canal radicular e radiopacidade. Análises em microscopia eletrônica e micrografias eletrônicas de varredura foram feitas; onde para tal avaliação os dentes foram preparados pela desidratação em graus ascendentes de etanol, sendo em seguida embebidos em resina epóxica epo-mix. As amostras foram desgastadas com discos abrasivos até que a interface cimento/dentina tornou-se visível. As superfícies foram condicionadas com solução de ácido fluorídrico a 10% durante 30 segundos, secadas e metalizadas. As

secções representativas foram fotografadas em aumentos de 50, 500 e 5000 vezes. As características foram comparadas com aquelas do cimento de Grossman. Os resultados indicaram que, com respeito às propriedades testadas, o cimento de ionômero de vidro foi superior ao cimento de Grossman.

LEAL; LEONARDO; SIMÕES FILHO¹⁰¹ (1991) constataram tempo de presa de 115 minutos para o cimento Endomethásone e estabilidade dimensional muito próxima a do cimento de Rickert. Enfatizaram ainda que a técnica clássica de obturação faz com que o cimento vede bem os canais, sendo, porém, agressiva aos tecidos periapicais quando realizada com cimentos à base de óxido de zinco e eugenol ou à base de resinas plásticas, pois o cimento entra em contato mais facilmente com os tecidos periapicais. Empregam o instrumento memória para levar o cimento ao canal previamente ao cone principal ou qualquer lima tipo K que atinja todo o comprimento real de trabalho, removendo-se em seguida o instrumento, imprimindo-lhe um movimento no sentido anti-horário, repetindo-se esse ato até revestir todas as paredes do canal com o cimento. Em seguida, envolve-se o cone de guta-percha com cimento, inserindo-o no canal até o limite de instrumentação. Após sua inserção procede-se a condensação lateral ativa.

SAUNDERS et al¹⁴³ (1992) estudaram “in vitro” o uso de um cimento ionomérico à base de resina (Vitrebond-3M). Os canais radiculares de dentes humanos unirradiculados recém-extraídos com ápices completos foram preparados usando a técnica de instrumentação escalonada de memória. Subseqüentemente, a camada residual foi removida com ácido cítrico a 40% e os canais foram obturados usando condensação lateral de guta-percha fria e o Vitrebond. A relação entre o cimento e a parede do canal radicular foi estudada usando microscópio eletrônico de varredura. A extensão da força de cisalhamento da guta-percha ao cimento ionomérico Vitrebond foi também determinada. A penetração de flúor nas paredes do canal radicular após estocagem durante duas semanas, 1 e 3 meses, após obturação radicular com guta-

percha e cimento ionomérico Vitrebond foi estudada pela análise em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que a remoção da camada residual permitiu a penetração do cimento em alguns túbulos dentinários. Isto foi observado mais freqüentemente no terço médio do canal radicular, onde houve boa adaptação do cimento. A extensão da força de cisalhamento da guta-percha ao cimento Vitre-bond não foi significativamente diferente daquela obtida entre guta-percha e um cimento à base de óxido de zinco-eugenol. A concentração de flúor na dentina na parte coronária do canal radicular aumentou após obturação com guta-percha e cimento ionomérico em todos intervalos de tempo analisados. O aumento na concentração de flúor variou extensivamente entre os dentes.

KAZEMI; SAFAVI; SPANGBERG⁸⁷ (1993) compararam a longo prazo as alterações dimensionais dos cimentos endodônticos AH-26 e Endo-Fill. Os cimentos foram injetados em finas camadas sobre as paredes internas de pipetas de vidro de 1mm de diâmetro. As pipetas foram preenchidas com água deionizada, e os níveis dos meniscos da água foram registrados periodicamente até 180 dias. A água foi removida das pipetas, as amostras foram secas, e a massa e volume dos cimentos foram medidos. Como resultado foi encontrado que os cimentos AH-26 e Endo-Fill tiveram uma expansão inicial seguida por uma perda volumétrica. Os dois cimentos de óxido de zinco-eugenol estudados começaram a contrair-se dentro de horas após a mistura; a perda volumétrica para o AH-26 foi registrada durante os 30 primeiros dias e para o Endo-Fill após 30 dias. A alteração dimensional mínima em qualquer tempo foi observada para o Endo-Fill. Concluiu-se que uma alteração dimensional significativa e perda continuada do volume pode ocorrer em alguns cimentos endodônticos.

SILVA et al¹⁵¹ (1994) estudaram a estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração e radiopacidade dos cimentos endodônticos tipo Grossman, tais como Grossman (FORP-USP), Grosscanal, FillCanal, Endofill e Inodon. Constataram que todos os cimentos testados enquadraram-se na especificação da ADA, que preconiza

que nenhum cimento deve apresentar contração superior a 1%, pois os mesmos apresentaram ligeira expansão. A menor expansão foi a do cimento FillCanal (0,47%) e a maior foi a do Grosscanal (2,92%). Quanto à solubilidade e desintegração nenhum cimento testado preencheu a exigência da ADA, que preconiza que nenhum cimento deve ultrapassar 3% de solubilidade e desintegração em peso de massa original. Quanto à radiopacidade, todos os cimentos estudados apresentaram radiopacidade aceitáveis pela ADA (mínimo de 4mm de alumínio).

SAVIOLI; SILVA; PÉCORA¹⁴⁵ (1994) estudaram a influência de cada componente químico do cimento de Grossman (1974) sobre as seguintes propriedades físicas: escoamento, tempo de endurecimento e espessura do filme. Os experimentos foram realizados de acordo com a Especificação nº.57 da ADA. Aviam-se sete fórmulas diferentes, a partir do óxido de zinco puro até a fórmula proposta por Grossman em 1974. Concluíram que os cimentos cujos pós são constituídos pelo óxido de zinco puro e associado ao tetraborato de sódio anidro não apresentaram escoamento mínimo exigido pela ADA; a resina natural (breu) conferiu ao cimento de óxido de zinco-eugenol escoamento suficiente para ser utilizado como cimento obturador de canais radiculares e acelerou o tempo de endurecimento. O sulfato de bário na concentração de 30% aumentou significativamente o escoamento do cimento. O tetraborato de sódio anidro funcionou como retardador da reação química entre o óxido de zinco e o eugenol, mas não conseguiu realizar essa função na presença de resina natural. A espessura do filme só foi obtida na proporção de 100:65 para o óxido de zinco e resina natural, respectivamente.

DE GEE; WU; WESSELINK³⁷ (1994) encontraram resultados semelhantes quando compararam o Ketac-Endo com o AH-26. Utilizaram cilindros padronizados de dentina bovina conectados a um sistema de líquido pressurizado, e mediram o fluido que passava pelos cilindros e constataram que foi significativamente maior a infiltração no grupo do Ketac-Endo, que apresentou alta contração volumétrica e baixa força de

adesão. Paralelamente, observaram que o tempo de endurecimento do AH-26 era de 34 horas e do Ketac-Endo, de 2h 30min. Esses fatores possivelmente contribuíram para aumentar a infiltração entre a dentina e o cimento Ketac-Endo.

WU; DE GEE; WESSELINK¹⁸³ (1994) conseguiram bons resultados com o Ketac-Endo, comparado ao AH-26, Sealapex e Tubliseal. As espessuras testadas foram de 0,05, 0,25 ou 3mm em 240 secções radiculares bovinas padronizadas, obturadas com cimento e cimento combinado com gutta-percha. Como conclusão, o AH-26 e o Sealapex selaram mais hermeticamente do que o Ketac-Endo ou Tubli-Seal quando usados sem gutta-percha. O AH-26, Ketac-Endo e Sealapex selaram mais hermeticamente do que o Tubli-seal quando a camada de cimento foi 0,25mm de espessura, enquanto o Ketac-Endo selou mais hermeticamente do que os outros três cimentos quando a camada de cimento foi de 0,05mm numa camada fina entre a gutta-percha e a dentina. Verificaram ainda que, quanto mais cimento, maior a contração, maior o desligamento da dentina e mais falhas na adesividade.

KOCH; MIN; STEWART⁹² (1994) avaliaram a infiltração apical do tinta da Índia em dentes obturados com Ketac-Endo e com o cimento de Grossman, 48 dentes humanos extraídos. Quatro grupos foram formados: 1- cimento de Grossman com cone de gutta-percha único, 2- cimento de Grossman com condensação lateral de cones de gutta-percha, 3- Ketac-Endo com cone único de gutta-percha, e 4- Ketac-Endo com condensação lateral de cones de gutta-percha. Os dentes foram instrumentados até lima Kerr nº40 no comprimento de trabalho, alargados pela técnica escalonada de memória, irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% e secos com cones de papel absorvente. Após obturação, as raízes foram armazenadas em temperatura ambiente e 100% de umidade durante sete dias, para permitir completa presa dos cimentos. Todas as raízes foram cobertas com duas camadas de cera pegajosa até 2mm do forame apical. A superfície radicular remanescente foi coberta com duas camadas de esmalte de unha, deixando somente o ápice exposto. Em seguida, as raízes foram imersas em tinta da Índia

durante dez dias, lavadas em água corrente, e a cera e o esmalte foram removidos com uma lâmina cirúrgica nº.15. As raízes foram limpas por desmineralização em ácido nítrico durante cinco dias, com mudanças diárias do ácido. A desmineralização foi seguida por desidratação em álcool metílico a 99,8% durante três dias, com mudanças diárias de álcool. Finalmente foram limpas e estocadas em salicilato de metila durante duas semanas. Os dentes dos grupos 1 e 3 foram avaliados por um operador e os dos grupos 2 e 4 por outro. As médias foram feitas por meio de um estereomicroscópio ao aumento de três vezes com escala ocular calibrada. Nos grupos de dentes avaliados pelos avaliadores individuais, os resultados mostraram menos infiltração com os cimentos de ionômero de vidro (grupo 3 e 4) do que com os cimentos de Grossman (grupos 1 e 2). Os melhores resultados foram notados quando o Ketac-Endo foi usado com condensação lateral. Já no grupo do cimento de Grossman houve maior infiltração na técnica da condensação lateral do que na do cone único. A menor infiltração com o cimento de ionômero de vidro pôde ser atribuída às suas propriedades de adaptabilidade e à habilidade de aderir à estrutura dental, que permite menos infiltração do corante na interface entre as paredes do canal, cimentos e guta-percha. Os autores afirmaram que devido não existir ainda um solvente para os cimentos de ionômero de vidro para os casos de retratamento, a técnica da condensação lateral da guta-percha não só promoverá maior selamento apical, mas por causa da camada mais fina de cimento nesta técnica em relação à do cone único será mais fácil realizar o retratamento.

MASON; FERRARI¹¹¹ (1994) avaliaram a adesão do cimento de ionômero de vidro como base (Vitrebond, 3M) à dentina, em cavidade classe V de 2mm de diâmetro, sob refrigeração e isolamento absoluto, com margens cervical em cimento e dentina e margens coronárias em esmalte de 20 dentes anteriores com vitalidade e em dez pré-molares extraídos. O esmalte foi condicionado com ácido ortofosfórico a 37%, lavado com água e depois limpo com Tubulicid durante 30 segundos. A camada residual foi

deixada bloqueando os túbulos dentinários. O Dycal foi colocado entre dentina e o ionômero, seguido de agente de união Scotchbond 2 e a restauração foi efetuada com resina Silux Plus. Os dentes foram extraídos após três a seis meses e imersos em solução salina durante três a sete dias. Os pré-molares foram preparados "in vitro" do mesmo modo que os experimentais "in vivo" e estocados em solução salina durante três dias. Após impermeabilização da porção apical radicular com verniz, os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por 48 horas e após lavagem com água, foram cobertos com resina e seccionados longitudinalmente. Uma secção de cada espécime foi usada para se obter uma réplica. Uma moldagem foi realizada em poliéter (Impregum, ESPE) e o modelo obtido em silicone (Xantopren, Bayer). As réplicas foram metalizadas e observadas em microscopia eletrônica de varredura. Todas as secções foram examinadas em microscópio óptico para avaliar o grau de microinfiltração. Os resultados entre microscopia eletrônica de varredura e óptica foram os mesmos, e não necessitou de análise estatística. Constataram que houve adesão do cimento de ionômero de vidro à dentina. Em nenhum caso o corante penetrou entre o ionômero e a dentina. Usado como uma base, o ionômero é capaz de aderir à dentina em dentes vitais. Em dentes extraídos, este ionômero não foi capaz de aderir perfeitamente à dentina. Esta diferença de resultado pode ser atribuída à desidratação dos espécimes e à presença de umidade "in vivo", pela presença de fluido tubular da dentina vital. Nos dentes extraídos, a tensão e contração são produzidas dentro do material, capazes de minimizar a coesividade do cimento de ionômero e extensão de adesão à estrutura dental.

SOUSA; BERNARDINELI; BERBERT¹⁵⁵ (1994) avaliaram a infiltração de corantes em obturações de canais radiculares de 160 dentes, em função de cimentos e tempos de imersão. Os dentes foram instrumentados com lima tipo Kerr, até a nº.60, a 1mm aquém do forame, desbridado com lima tipo Kerr nº.15, coadjuvadas por irrigação com água destilada e ao final com EDTA de Ostby por dois minutos, logo removido e

neutralizado com água destilada. A superfície radicular externa foi impermeabilizada com araldite e recoberta com verniz para unha, respeitando-se 1mm ao redor do forame apical. Os dentes foram subdivididos em dois grupos, cujos canais foram obturados com cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE), na proporção pó/líquido de 3,5g:2ml ou com Sealapex na proporção de 1:1, de sistema pasta/pasta, empregando-se a técnica híbrida de Tagger. A câmara pulpar foi preenchida com Lumicon e a coroa impermeabilizada com várias camadas de cera derretida, sendo imersos em saliva artificial, veiculando azul de metileno a 2%, fluorescina a 2%, violeta de genciana a 2% e rhodamina B a 1%, onde permaneceram durante 24 ou 168 horas. Foram a seguir, seccionados longitudinalmente, procedendo-se as leituras específicas da microinfiltração. As maiores magnitudes de infiltração foram observadas com a flúorescina e a rhodamina B, seguindo-se o azul de metileno e a violeta de genciana, sendo que o azul de metileno apresentou a menor variabilidade e a flúorescina a maior. O cimento Sealapex mostrou-se melhor selador que o OZE.

SMITH; STEIMAN¹⁵⁴ (1994) compararam “in vitro” a microinfiltração apical de quatro cimentos endodônticos, usando um método de infiltração de corante. Os cimentos empregados Ketac-Endo, Tubliseal (fórmula antiga), Tubliseal (nova fórmula, com maior tempo de trabalho) e cimento Roth 801 foram empregados e comparados com um grupo controle de dentes obturados com guta-percha condensada lateralmente e sem cimento. Os dentes, num total de 54, foram instrumentados, irrigados com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,6%. Dezesseis dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha como controle, e 40 dentes foram subdivididos em quatro grupos de dez, para cada cimento selecionado, empregando-se a técnica da condensação lateral da guta-percha e o acesso coronário foi selado com Cavit. Foram em seguida estocados em água destilada à temperatura ambiente durante quatro dias. Após imersão em tinta da Índia, os dentes foram desmineralizados por 36 horas, colocados em metanol por 12 horas e limpos com salicilato de metila. A penetração

linear do tinta da Índia foi medida do ápice à extensão mais coronária com um microscópio binocular de dissecação em aumento de 15 vezes. Os resultados foram analisados estatisticamente, donde se concluiu que todos os grupos obturados com cimento apresentaram significativamente menos infiltração do que o grupo controle. Não houve diferença entre as formulações de Tubliseal, e o Ketac-Endo mostrou significativamente mais infiltração do que os três cimentos à base de óxido de zinco e eugenol.

FIDEL et al⁵¹ (1994) estudaram a solubilidade e desintegração dos cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio, tais como Sealer 26, CRCS, Sealapex e Apexit. Os resultados mostraram que o Sealer 26 e o Apexit apresentaram-se como os menos solúveis (0,7%), seguidos pelo CRCS (3%) e pelo Sealapex (13%, acima do permitido pela ADA).

FRIEDMAN et al⁵⁵ (1995) avaliaram clinicamente os resultados do tratamento endodôntico usando o Ketac-Endo e relacionaram os resultados a vários fatores. Um total de 486 dentes foi tratado por três operadores, usando a “técnica standardizada” para preparação do canal e empregaram ou cone único ou técnica da condensação lateral da guta-percha, em uma ou múltiplas sessões de tratamento. Seis a dezoito meses após o tratamento endodôntico, os resultados foram confirmados clínica e radiograficamente, e relacionados a fatores pré-operatórios, intra-operatórios e pós-operatórios. Dos 378 dentes preservados, houve um sucesso de 78,3%, 15,6% de reparo incompleto e 6,1% de fracasso. Estatisticamente, diferenças nos resultados foram relacionadas ao número de canais, tratamento primário e retratamento, complicações operatórias e ausência de restauração. Foi concluído que esses resultados dos tratamentos foram compatíveis com aqueles registrados em estudos prévios, e apoiam o uso clínico do Ketac-Endo como um cimento endodôntico aceitável.

GOLDBERG; ARTAZA; DE SÍLVIO⁶⁴ (1995) compararam a capacidade de selamento do Ketac-Endo com e sem camada residual com a do Tubli Seal. Trinta

incisivos centrais superiores e caninos com canais retos foram instrumentados e aleatoriamente divididos em três grupos de dez. Todos os dentes foram obturados com guta-percha condensada lateralmente. Um grupo adicional de cinco dentes com canais radiculares não obturados serviu como controle positivo. Os cimentos foram Tubliseal (grupo A), Ketac-Endo (grupo B), e Ketac-Endo precedido por remoção da camada residual com ácido poliacrílico a 10% (grupo C). Os dentes foram imersos em tinta da Índia durante sete dias, centrifugados por cinco minutos a 3000rpm, limpos, e então examinados em microscopia óptica com aumento de 50 vezes. O valor principal da penetração do corante para o grupo A foi 0,14mm, para o grupo B 0,24mm, e para o grupo C 0,48mm. Nenhuma diferença estatística significativa foi observada entre grupos.

RODRIGUEZ-PONCE¹³⁹ (1995) descreveu a composição do cimento endodôntico AH Plus, afirmando que ele apresenta quando espatulado na proporção de 1:1 excelente consistência, fluidez, fato que melhora o selamento em comparação com outros cimentos de obturação, assim como uma boa radiopacidade. Apresentou dois casos clínicos, sendo um de retratamento, com o emprego do cimento AH Plus e preservação dos mesmos após quatro meses, com constatação clínico-radiográfica do processo de reparo. Enfatizou ainda que já realizou 76 casos empregando o cimento AH Plus com sucesso. Reafirmou que a fluidez do AH Plus de 36mm (ADA ideal >25mm) facilitou uma profunda penetração do mesmo; sua espessura de película de 26µm (ADA ideal <50µm); seu tempo de trabalho de aproximadamente cinco minutos permitiu uma aceitável operabilidade; sua solubilidade de 0,31% (ADA ideal < 3%); sua contração de 1,76% (ADA ideal < 3%), unido a uma ótima consistência após espatulado na proporção 1:1, conferiu um bom selamento dos condutos radiculares, comparável ao AH-26. Comparando-o a outros cimentos, apresentou a seguinte tabela:

Produto	tempo (t) trabalho	t de presa	radiopacidade	fluidez	solubilidade(%)
ADA/ISO	-	-	> 4mm	> 25	<3
AH Plus	4min:22s	> 8h	13,6	36	0,31
Endomethásone	7hs	3hs	4	23	-
Ketac-Endo	16min	22min	9,9	34	18,18
AH-26	4h:30min	15 hs	9,3	48	0,5
Sealapex	28h:44min	>72	1,5	38	sem presa

ESTRELA et al⁴⁷ (1995) analisaram o selamento apical produzido por três cimentos obturadores contendo em suas composições hidróxido de cálcio. Empregaram 30 incisivos centrais superiores humanos extraídos, que foram conservados em solução fisiológica. Decorridos sete dias, realizaram-se as aberturas coronárias, comprimento de trabalho 1mm aquém do ápice radicular e instrumentação até a lima nº.60, irrigando com hipoclorito de sódio a 1%. Empregou-se EDTA trissódico a 17%, com pH 7,2, por cinco minutos como irrigação final, e com a lima de nº.20, retornou-se ao ápice radicular, removendo raspas de dentina ali alojadas. Os dentes foram divididos em três grupos de dez, secos e obturados com a técnica da condensação lateral ativa, seguido de condensação vertical. Os cimentos empregados na obturação foram Sealapex, Apexit e Sealer-26. Os cimentos foram homogeneamente preparados, com consistência a formar um fio de 2cm entre a espátula e a placa de vidro, sendo envolvidos nos cones principais, passados em todas as paredes, até seu completo ajuste no término do preparo apical. Realizou-se a condensação lateral ativa, seguida da condensação vertical e restauração da câmara coronária com Cimpat. Em seguida, os dentes tiveram as superfícies externas impermeabilizadas com resina epóxica de rápida polimerização (Araldite), ficando exposta apenas a região do forame apical, sendo em seguida imersos em solução azul de metileno a 2%, mantendo-se previamente durante três minutos sob vibração, e por mais 72 horas a 37°C em 100% de umidade relativa sem vibração. Em

seguida, os dentes foram cortados longitudinalmente até a visualização dos canais radiculares. Após visualização das áreas de infiltração marginal, utilizou-se para a obtenção de suas medidas um microscópio comparador com aumento de 20 vezes. Baseados nos resultados encontrados, os autores concluíram que: 1- todos os cimentos mostraram infiltrações apicais, 2- Os três cimentos apresentaram diferenças nas infiltrações apicais, sendo que a menor infiltração foi observada com o Sealer 26 (0,856mm), seguido do Sealapex (0,979mm) e do Apexit (0,987mm), porém, estatisticamente não significativas.

HORNING; KESSLER⁷⁹ (1995) compararam três cimentos quando usados para obturar o sistema de canal radicular contaminado com umidade. Foram empregadas 120 raízes de dentes unirradiculados, que foram divididas em três grupos. Os grupos foram obturados pela técnica da condensação lateral com Procosol (à base de óxido de zinco-eugenol), Sealapex, ou Ketac-Endo (com cone único) usando solução salina para simular condições de umidade em todos os casos. Vinte dentes de cada grupo foram estocados em solução salina durante nove meses. A outra metade da amostra foi colocada em tinta da Índia, sob vácuo, limpos e a quantidade de penetração de corante foi medida sob aumento de quatro vezes. As amostras estocadas foram igualmente tratadas após o período de estocagem de nove meses. Num canal contaminado por umidade o Procosol exibiu a menor infiltração apical, seguido pelo Sealapex, e depois Ketac-Endo. Não houve diferença estatisticamente significativa na quantidade de penetração de corante após nove meses de estocagem com relação àquele resultado encontrado inicialmente, indicando que os efeitos deletérios da contaminação pela umidade ocorreram durante a colocação inicial e a reação de presa.

BONETTI FILHO; GUIDOTTI; LOFFREDO¹⁵ (1995) avaliaram a capacidade seladora dos cimentos FillCanal, Sealer 26 e Ketac-Endo empregando-se 39 incisivos centrais superiores humanos extraídos, que foram instrumentados, obturados com os cimentos selecionados e cinco horas após impermeabilizados com esmalte para unha os

dentes foram colocados em cubas de vidro, identificados e cobertos com corante azul de metileno a 2% em estufa a 37°C durante 24 horas. As raízes foram seccionadas longitudinalmente no sentido vestibulolingual. As manchas deixadas pela infiltração do corante foram medidas com o Profile Projetor, com aumento de 20 vezes. Por meio das infiltrações do corante azul de metileno a 2% e da análise estatística, concluíram que o cimento Sealer 26 apresentou melhor capacidade seladora, com uma infiltração média de 0,51mm, seguido do FillCanal com 1,45mm e do Ketac-Endo com 3,55mm de infiltração.

SIQUEIRA JÚNIOR; FRAGA; GARCIA¹⁵² (1995) avaliaram a capacidade de selamento de três cimentos à base de hidróxido de cálcio: Sealapex, Sealer 26 e Apexit e um cimento à base de óxido de zinco-eugenol (cimento de Grossman). Foram empregados 40 dentes humanos unirradiculados, que foram instrumentados, irrigados com hipoclorito de sódio a 1%, irrigação final com 5ml de EDTA a 17%, seguido de 10ml de hipoclorito de sódio a 1%. O acesso coronário foi restaurado com cimento de óxido de zinco-eugenol. Os dentes foram imersos em solução de corante azul de metileno a 2% a 37°C durante sete dias, e após esse período foram lavados e cortados longitudinalmente. A profundidade do corante foi registrada usando um microscópio óptico com micrômetro acoplado. O teste de infiltração apical mostrou que os cimentos à base de hidróxido de cálcio apresentaram valores de microinfiltração mais baixos do que o cimento à base de óxido de zinco-eugenol. A menor infiltração foi constatada com o Sealer 26. O Sealer 26 apresentou valores de fluidez satisfatoriamente superiores aos outros materiais testados. Constataram que os cimentos à base de hidróxido de cálcio testados têm boas propriedades físico-químicas quando comparados ao cimento à base de óxido de zinco-eugenol.

FIDEL et al⁵² (1995) estudaram as alterações dimensionais de alguns cimentos endodônticos que continham hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Sealer 26, CRCS, PR-Sealer, Apexit e Sealapex. Foram confeccionados moldes de Teflon seccionados ao

meio, obtendo-se corpos de prova cilíndricos, com 12mm de altura por 6mm de diâmetro. Após a inserção do cimento no molde, pressionou-se uma lâmina de microscópio com celofane sobre a superfície do cimento. Decorridos cinco minutos do início da mistura (realizada em temperatura de 23 a 25°C e umidade relativa do ar de 50 a 55%) transferiu-se o cimento para uma câmara com 95% de umidade relativa do ar e temperatura de 37°C, que permanecia por um período três vezes mais que o tempo de endurecimento determinado anteriormente para o material testado. As medidas foram obtidas com um paquímetro digital até 30 dias após o experimento, com o corpo de prova imerso em um recipiente contendo 50ml de água destilada deionizada a 37°C. Constatou-se que o cimento Sealapex não resistiu ao experimento, desintegrando-se; todos os cimentos sofreram ligeira expansão, com os maiores índices sendo encontrados com PR-Sealer (1,106%) e os menores com o Sealer 26 (0,043%).

KOLOKURIS et al⁹³ (1996) avaliaram a biocompatibilidade tecidual dos cimentos Ketac-Endo e Tubli-Seal em tecido conjuntivo de rato. Empregaram 44 ratas, onde cada cimento foi colocado em tubos de Teflon e implantados subcutaneamente. Os implantes foram removidos após cinco, 15, 60 e 120 dias; fixados; e histologicamente preparados para avaliação microscópica. A reação inflamatória moderada foi observada com Ketac-Endo no quinto dia. O tecido conjuntivo foi infiltrado com células do plasma. Linfócitos e macrófagos foram observados. A intensidade da reação diminuiu no 15º dia, e esta redução continuou progressivamente até os 60 e 120 dias. Inflamação severa com diferentes extensões de necrose foi observada com Tubli-Seal no quinto e 15º dias, e o material permaneceu irritando até mesmo após períodos de implantação a longo prazo (60 e 120 dias).

ROHDE et al¹⁴⁰ (1996) avaliaram “in vitro” a infiltração de corante em 64 dentes humanos unirradiculados, divididos em quatro grupos, quando obturados com cimentos endodônticos Ketac-Endo, Roth 801 e AH-26. Os dentes foram previamente instrumentados e três grupos foram obturados com guta-percha condensada

lateralmente empregando-se cimento Roth 801E, AH-26 ou Ketac-Endo. Um quarto grupo foi obturado usando cone único e Ketac-Endo. Os dentes foram imersos em corante azul de metileno durante seis dias. Os dentes foram então longitudinalmente seccionados e avaliados pela penetração linear apical do corante. Em geral, o Ketac-Endo mostrou maior penetração do corante do que Roth 801E e AH-26. Não houve diferença estatística na infiltração entre o grupo do Ketac-Endo condensado lateralmente e o grupo do Ketac-Endo obturado com cone único.

SEN; PISKIN; BARAN¹⁴⁹ (1996) avaliaram “in vitro” uma possível correlação entre penetração nos túbulos dentinários de quatro cimentos endodônticos e microinfiltração de fluidos externos dentro do canal por meio de infiltração de corante e microscópio eletrônico de varredura. Os canais radiculares de 45 dentes anteriores foram instrumentados e irrigados com 1ml de hipoclorito de sódio a 5,25% e a camada residual removida com 10ml de EDTA a 17%, seguido de 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% e irrigação final com 2ml de água destilada. Todos os dentes foram irrigados com 2ml de álcool 70%, e então secos com cones de papel absorvente antes da obturação dos canais radiculares com guta-percha e um dos quatro cimentos: Diaket, Endomethásone, CRCS e Ketac-Endo. Todas as raízes foram seccionadas longitudinalmente e uma metade foi avaliada no teste de infiltração e a outra no microscópio eletrônico de varredura, sendo previamente desidratadas em graus ascendentes de álcool etílico, e secas no vácuo. A extensão da infiltração foi medida após imersão em corante da India durante 72h. Houve uma diferença estatística no padrão de infiltração entre os grupos. A penetração do corante nos grupos experimentais ocorreu principalmente na interface entre o cimento e a parede do canal radicular, na maioria dos espécimes. Também foi constatada infiltração na interface entre a guta-percha e cimento e no próprio cimento em todos os grupos. A alta absorção do corante no corpo dos cimentos Endomethásone, CRCS e Ketac-Endo, representou a falha do tipo coesiva, falha essa que possibilitou outros caminhos para infiltração. Na

análise em microscopia eletrônica de varredura, enquanto densa penetração tubular do Endomethásone e CRCS foi observada próximo às paredes do canal, apenas partículas espalhadas de Endomethásone foram vistas mais profundamente no interior dos túbulos dentinários, provavelmente indicando que a matriz do cimento foi decomposta ou não foi formada. O Diaket apresentou estrutura plástica e penetração homogênea no interior dos túbulos dentinários. Com o Ketac-Endo, enquanto a massa desse cimento pareceu ter integridade física no canal radicular, a penetração nos túbulos não foi freqüente e ficou limitada a uma profundidade que variou de 30 a 40µm. O Diaket apresentou escores de microinfiltração mais baixos do que os outros cimentos. Quando os escores para penetração de cimentos nos túbulos foram analisados, o Ketac-Endo demonstrou a menor penetração. Pareceu haver uma relação inversa entre penetração tubular e penetração de corante, mas a correlação não foi estatisticamente significativa. Os autores afirmaram ainda que, os fatores responsáveis pela penetração tubular dos cimentos foram provavelmente a atividade de superfície dos cimentos, o ângulo de contato formado entre o cimento e a dentina radicular, o diâmetro dos túbulos dentinários abertos e a técnica de obturação empregada. Os achados obtidos de ambas observações em microinfiltração e microscopia eletrônica de varredura sugeriram que a integridade física da matriz do cimento foi importante na melhora da resistência à infiltração.

MEJIA; GARCIA¹¹⁵ (1996) avaliaram a capacidade de selamento do Sealer 26 e Endomethásone, em 60 canais radiculares de caninos superiores e inferiores e incisivos centrais superiores humanos extraídos e conservados em solução de formol neutro. Cortou-se a coroa dos dentes no nível da região cervical e a odontometria foi realizada com lima tipo Kerr nº.15. A abertura do forame foi padronizada instrumentando-se 1mm além do ápice até a lima tipo Kerr nº.30. A instrumentação do canal foi a telescópica, com comprimento de trabalho a 1mm aquém do ápice radicular, confeccionando-se o degrau apical com lima tipo Kerr nº.50 e regredindo até a de nº.80. As raízes foram

divididas aleatoriamente em seis grupos experimentais de dez dentes cada, de acordo com a solução irrigadora e o cimento obturador, usados como se segue: Grupo 1- irrigação com soro fisiológico e obturação com Endomethásone; Grupo 2- irrigação com soro fisiológico e obturação com Sealer 26; Grupo 3- irrigação com hipoclorito de sódio a 1% e obturação com Endomethásone; Grupo 4- irrigação com hipoclorito de sódio a 1% e obturação com Sealer 26; Grupo 5- irrigação com hipoclorito de sódio a 1%, EDTA durante quatro minutos, neutralização com soro fisiológico e obturação com Endomethásone; Grupo 6- irrigação com hipoclorito de sódio a 1%, EDTA durante quatro minutos, neutralização com soro fisiológico e obturação com Sealer 26. Após o preparo químico-mecânico, a superfície externa das raízes foi impermeabilizada com uma camada de araldite e uma de esmalte para unha, respeitando-se a distância de 1mm do forame apical. O cimento foi levado no canal pelo cone principal empregando-se a técnica biológica controlada. Posteriormente, os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral ativa com lima tipo Kerr nº.30. Após a obturação, as raízes foram imersas em solução de azul de metileno a 2% e mantidas em estufa a 37°C com 100% de umidade relativa durante 24 horas. Em seguida, foram lavadas em água corrente e fixadas em blocos de madeira para seccionamento longitudinal. As hemisseções foram fixadas em uma lâmina de vidro para avaliação da extensão da infiltração marginal do corante, empregando-se a técnica micrométrica sob luz refletida, com microscópio óptico comum, munido de objetiva com aumento de quatro vezes e ocular micrométrica 12,5 vezes. A análise estatística não revelou diferença significativa entre as soluções irrigadoras. Com relação aos cimentos, o Sealer 26 foi significativamente melhor que o Endomethásone.

BONETTI FILHO; TANOMARU FILHO; LEONARDO¹⁶ (1997) avaliaram a capacidade seladora “in vitro” do FillCanal e Sealapex na região cervical de 60 pré-molares inferiores humanos extraídos e conservados em água destilada, por meio de infiltração do corante azul de metileno a 2%. Os canais radiculares foram

instrumentados, irrigados com água destilada, secos com cones de papel absorvente e obturados com os cimentos FillCanal e Sealapex pela técnica clássica, onde se introduziu o cimento obturador no canal e logo após foi colocado o cone principal envolto em cimento, utilizando-se espaçadores laterais digitais, cones de guta-percha secundários envoltos em cimento e a condensação vertical final. Em seguida, foram divididos em três grupos de 20. No Grupo I, os dentes foram colocados no corante imediatamente após a obturação; no Grupo II, após a armazenagem em água por 30 dias, e no Grupo III, após a armazenagem em água por 30 dias, seguida da remoção da obturação da região cervical. Nos Grupos I e II, as infiltrações marginais do corante, nas paredes dentinárias vestibular e lingual de cada secção dental, foram medidas com o aparelho Profile Projetor, com aumento de 20 vezes para as mensurações. No Grupo III, as medidas foram realizadas a partir da obturação remanescente. De acordo com a análise estatística e a metodologia aplicada, os autores concluíram que: 1- o cimento FillCanal, independentemente do período imediato ou de 30 dias sem remoção para o núcleo, permitiu estatisticamente uma infiltração média maior do que o Sealapex (6,29mm e 2,73mm, respectivamente); 2-estatisticamente, para ambos os cimentos no período de 30 dias sem remoção para o núcleo, ocorreu uma infiltração média maior (5,48mm); 3- no período de 30 dias com remoção para o núcleo, estatisticamente o FillCanal apresentou uma infiltração média maior do que o Sealapex (4,77mm e 0,69mm, respectivamente).

ZMENER et al¹⁹⁰ (1997) testaram “in vitro” as propriedades de selamento do cimento endodôntico AH- Plus na região apical radicular, por meio da infiltração de corante, tendo como controle o cimento AH-26. Setenta e dois canais radiculares de dentes anteriores foram preparados biomecanicamente usando a técnica escalonada de memória antes da condensação lateral da guta-percha com um dos cimentos. A abertura coronária foi fechada com Cavit e os espécimes foram estocados durante 48 horas em 100% de umidade relativa a 37°C, de modo a permitir a presa dos cimentos. Os dentes

foram imersos em solução de azul de metileno a 5% durante dois, quatro e dez dias. As raízes foram seccionadas longitudinalmente de tal modo que, a extensão da penetração do corante pôde ser medida com um estereomicroscópio. A medida de extensão com dois dias foi de 0,4mm para o AH-26 e 1,4mm para o AH Plus. Nenhum material produziu um completo selamento apical e a infiltração aumentou com a duração da imersão no corante. As diferenças entre períodos de observação, assim como entre materiais, com respeito à penetração do corante foram estatisticamente significantes. Quando comparado com o AH-26, o tempo de presa mais rápido do AH Plus e seu maior poder de contração puderam contribuir para a desunião precoce com as paredes dentinárias e para maior infiltração, detectada após todos os períodos de imersão pronunciados.

ANTÔNIO; MOURA³ (1997) avaliaram “in vitro”, a capacidade seladora da gutapercha combinada com diferentes cimentos endodônticos: N-Rickert, AH-26, Sealapex e Ketac-Endo, analisando quantitativamente a infiltração marginal apical do corante azul de metileno em dentes humanos extraídos. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre os cimentos, embora o grupo do cimento Ketac-Endo tenha revelado, nas análises entre pares, maior nível significativo de infiltração de corante quando comparado com qualquer dos outros três. As menores médias de infiltração foram observadas no grupo do cimento N-Rickert, seguido pelo AH-26, Sealapex e Ketac-Endo.

ZMENER; CAPURRO; MAGA¹⁸⁹ (1997) analisaram a adaptação do Ketac-Endo e AH-26 às paredes dentinárias, quando eles foram empregados na obturação de canais radiculares de 20 dentes humanos unirradiculados extraídos. Os canais foram preparados, e após ataque ácido com ácido poliacrílico a 10% durante 15 segundos das paredes dos canais, os espécimes foram obturados com cones de gutapercha e os cimentos testados. Secções horizontais dos terços coronários, médio e apical de cada espécime foram observadas em microscopia eletrônica de varredura. Espécimes

obturados com Ketac-Endo mostraram grandes áreas de não aderência às paredes dos canais, mostrando desintegração de superfícies nas interfaces dente/obturação. Por outro lado, interfaces uniformes e íntima relação do material obturador com a dentina foram observadas nos espécimes obturados com AH-26.

LEE; HARANDI; COBB¹⁰² (1997) investigaram a capacidade de selamento do Ketac-Endo com e sem condensação lateral de cones de guta-percha. Dez cones de guta-percha foram embebidos no cimento de Grossman e dez no Ketac-Endo. Posteriormente, os cimentos foram mecanicamente separados da guta-percha e as superfícies dos cones foram examinadas em microscopia eletrônica de varredura. Observou-se que houve uma característica de ataque no grupo do Ketac-Endo e uma camada híbrida nas superfícies dos cones no grupo do cimento de Grossman. Adicionalmente, 40 incisivos superiores foram divididos em quatro grupos de tratamento: 1) cimento de ionômero de vidro (Ketac-Endo) com condensação lateral, 2) cimento de ionômero de vidro com cone único, 3) cimento de Grossman com condensação lateral, e 4) cimento de Grossman com cone único. A análise estatística mostrou que o grupo 2 infiltrou mais do que os outros três grupos, sugerindo uma falta de adesão química e ou física significativa entre o cone de guta-percha e o Ketac-Endo. O grupo de cone único necessitou de um volume maior de cimento para um completo preenchimento do canal. Devido à grande quantidade de cimento localizada na área apical, a eliminação de todas as falhas foi quase impossível, no que pode ter resultado na infiltração observada neste estudo. Devido não haver diferença significativa entre os outros três grupos, e porque o cimento de ionômero de vidro tem outras vantagens inerentes, ele em combinação com o método de condensação lateral pôde ser mais benéfico do que vários cones de guta-percha com cimento de Grossman.

KAPLAN et al⁸⁶ (1997) avaliaram qualitativa e quantitativamente a desintegração de três cimentos endodônticos na água. Os cimentos testados foram Ketac-Endo, Tubli Seal e AH-26. Os espécimes foram imersos em água durante 48 horas, sete e 45 dias.

O resíduo sólido foi então determinado. Para a análise qualitativa, três grupos de tubos foram obturados com os materiais e estocados em água pelos mesmos períodos, a 37°C e umidade de 95% durante 24 horas, antes de serem colocados em água. A superfície exposta foi fotografada. No experimento quantitativo, cujas amostras foram imersas imediatamente após a obturação dos tubos plásticos, ou seja, antes da presa completa dos cimentos, o Ketac-Endo desintegrou muito mais do que os outros materiais. Os resultados quantitativos não tiveram correlação com as observações qualitativas, provavelmente devido à diferença no momento da imersão dos materiais. O efeito da água sobre as superfícies do Ketac-Endo evidenciou uma grande perda de massa. No Tubli Seal e AH-26, a desintegração do material exposto não foi tão evidente, e ela ocorreu mais em superfície do que em profundidade. No Ketac-Endo, cimento baseado na reação de calciofluoroalumínio de vidro com ácido polialcanóico, a alteração foi evidente, tanto em superfície quanto em profundidade. A desintegração maior do Ketac-Endo em relação aos outros cimentos na análise qualitativa, e diferença não significativa na análise quantitativa entre os cimentos, pode ser atribuída à reação de presa dos cimentos ionoméricos, que ocorre em dois estádios: primeiro, a reação entre o ácido polialcanóico e o cálcio; segundo, reação entre o ácido e o alumínio. A comparação entre Tubli Seal e o Ketac-Endo revelou que quando a reação com alumínio no ionômero de vidro não acontece, implicará em maior desintegração. Entretanto, quando o Ketac-Endo foi imerso após reação com o alumínio, ambos cimentos mostraram baixa solubilidade.

WU; DE GEE; WESSELINK¹⁸⁴ (1997) avaliaram o índice de infiltração do AH-26 e Ketac-Endo quando se empregou a técnica da guta-percha aquecida (Ultrafill), por meio de um modelo de transporte de fluidos. As distâncias entre a guta-percha condensada; a parede do canal radicular e a espessura do cimento foram determinadas. A espessura da película dos cimentos foi medida, colocando-se o cimento recém-misturado entre dois cilindros de vidro plano, cada um com uma área de superfície de

314mm², e então submetida a uma carga de 147N durante cinco minutos. Os espécimes foram seccionados transversalmente, moldados com material elastomérico (Extrude) e incluídos em resina epóxica (Araldite). Após metalização, os moldes das secções foram observados em microscópio eletrônico de varredura para medir a distância entre a guta-percha e a parede do canal radicular na sua parte mais larga, em cada secção transversal. Constataram que após a condensação, a distância entre a guta-percha e a parede do canal radicular foi muito menor do que 25µm. O AH-26, com uma espessura de 39µm, infiltrou mais do que Ketac-Endo, cuja espessura foi de 22µm. A espessura do cimento pareceu ser um fator influente na capacidade de selamento da obturação do canal radicular quando a condensação de guta-percha termoplastificada é empregada.

SOUZA NETO¹⁵⁶ (1997) avaliou o efeito dos tipos de breus (X, WW e WG) e resinas hidrogenadas (Staybelite e Staybelite éster 10) nas seguintes propriedades físico-químicas: escoamento, tempo de endurecimento, estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração, espessura do filme e adesividade dos cimentos tipo Grossman. Para o teste de adesividade, foi empregada uma máquina universal de ensaios. Foram analisados a condutividade elétrica e o pH dos diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas, que foram submetidos aos testes das propriedades físico-químicas, verificando-se que o pH mais ácido acelerou a reação de endurecimento e que a condutividade elétrica influenciou nos testes de estabilidade dimensional, solubilidade, desintegração e adesividade. Os estudos das propriedades físico-químicas dos cimentos tipo Grossman obtidos a partir da resina hidrogenada Stabylite e Stabylite éster 10 evidenciou que a solubilidade e desintegração e a estabilidade dimensional apresentaram valores acima daqueles aceitos pela Especificação 57 da ADA. A utilização do breu tipo X e do tipo WG na composição do pó favoreceram a obtenção de um material com propriedades físico-químicas bem superiores às aquelas obtidas a partir do breu tipo WW e resinas hidrogenadas Stabylite e Stabylite éster 10.

LOPEZ et al¹⁰⁷ (1997) avaliaram o cimento Ketac-Endo quanto ao cumprimento dos requisitos para um selador de canais e quanto à capacidade da técnica do cone único de guta-percha para selar o ápice radicular. Foram empregados cinco caninos inferiores extraídos e armazenados em solução fisiológica, à temperatura ambiente durante 15 dias. Os canais foram alargados até a lima 30 no ápice, irrigados com cloramina e secos com cones de papel absorvente. O cimento Ketac-Endo foi inserido no canal radicular com espiral lentulo. Dos cinco dentes, três foram obturados só com cimento e dois pela técnica do cone único de guta-percha nº.30. Os dentes foram selados com cimento óxido fosfato de zinco, e permaneceram em solução fisiológica na temperatura ambiente. Transcorridas 48 horas, os dentes foram seccionados perpendicular ao seu longo eixo, realizando-se corte a cada 2mm, desde o colo até o ápice. As peças, num total de 15 superfícies por dente, foram observadas em microscópio óptico binocular de 32 aumentos e depois em microscópio eletrônico de varredura, por meio de moldagem das 75 superfícies de corte com silicona de adição fluida (Express, 3M). Esses moldes foram metalizados e analisados em microscopia eletrônica de varredura. Como conclusão do estudo pela microscopia óptica constataram a presença de cimento em qualquer nível radicular e o cimento se adaptou perfeitamente à guta-percha. Nos dentes obturados só com cimento a situação foi similar à anterior, com presença de cimento ao longo de toda a extensão radicular e boa adaptação às paredes do canal. Do estudo em microscopia eletrônica de varredura, nos dentes obturados só com cimento a superfície do ionômero apareceu sempre com aspecto rugoso, embora homogêneo. Na interface entre ionômero e canal pode apreciar-se uma imagem de fenda que não tinha mais do que 10 μ de diâmetro. Nos dentes obturados com guta-percha e cimento, o padrão morfológico superficial do ionômero foi similar ao dos casos sem guta-percha. Foi observada sempre uma boa adaptação dele à ponta de guta-percha e às paredes do canal. Nos cortes situados muito próximos ao ápice radicular, observou-se que o cimento ocupou bem o espaço

livre que deixou a ponta de guta-percha, porém voltou a aparecer a imagem empalidecida que revelava a existência de uma fenda na interface, que se pôde apreciar ainda melhor no aumento. Concluíram os autores que é necessário uma maior investigação para poder determinar se os defeitos detectados levariam a uma repercussão clínica negativa.

KITAJIMA⁹¹ (1998) ressaltou que quando se pretende examinar pela microscopia eletrônica espécimes biológicas que apresentem detalhes delicados na superfície ou que se colapsem facilmente, há necessidade de se proceder à sua fixação para preservar a sua forma tridimensional. Em geral, o processo é similar ao usado para o microcópio eletrônico de transmissão nos trabalhos histológicos envolvendo fixação com aldeído e tetróxido de ósmio em soluções tamponadas e isotônicas. Como o interior da coluna do microscópio eletrônico de varredura fica sob alto vácuo, a amostra deve ser desidratada, o que usualmente é feito em soluções de concentração crescente de acetona. Se a amostra tem certa rigidez, pode-se eliminar a acetona por secagem ao ar, seguida da montagem e metalização. Mas se a amostra for muito frágil, a tensão superficial da acetona ao final da secagem pode destruir detalhes superficiais ou mesmo causar o colapso do espécime criando inúmeros artefatos. Este problema é usualmente contornado utilizando-se a secagem ao ponto crítico.

DALAT; ONAL³⁵ (1998) compararam a infiltração apical do Ketac-Endo e AH-26 usando duas diferentes técnicas de obturação e um procedimento de vácuo controlado. Sessenta e quatro dentes anteriores humanos superiores foram instrumentados e divididos em quatro grupos de 15 raízes. Os grupos foram obturados como segue: grupo 1, técnica de cone único e Ketac-Endo; grupo 2- técnica da condensação lateral e Ketac-Endo; grupo 3- técnica do cone único e AH-26; e grupo 4- técnica da condensação lateral e AH-26. Após estocagem em umidade a 100% a 37°C durante uma semana, as superfícies radiculares foram cobertas com duas camadas de esmalte de unha e cera pegajosa. Todos os espécimes foram imersos num frasco de vácuo contendo solução

corante de azul de metileno a 2%. O ar foi evacuado com uma bomba a vácuo. As raízes foram seccionadas longitudinalmente, e a extensão linear da penetração do corante foi medida. A análise estatística revelou que não houve diferenças significantes entre quaisquer dos grupos.

MANNOCCI; INNOCENTI; FERRARI¹⁰⁹ (1998) avaliaram pelo estereomicroscópio e microscópio eletrônico de varredura 14 raízes palatinas extraídas de molares obturadas com adesivo dentinário, guta-percha e cimento à base de resina epóxica. Sete raízes (grupo 1) foram obturadas com guta-percha, cimento à base de resina epóxica e agente adesivo dentinário. Sete (grupo 2) foram obturados com guta-percha e cimento de resina epóxica sem adesivo. A presença desses materiais e o número de espaços vazios presentes foram avaliados nos terços apical, médio e coronário dos canais. Como conclusão, no grupo 1, uma combinação dos três materiais usados foi estatisticamente mais freqüente apenas no terço apical. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre o número total de espaços vazios presentes nos dois grupos. A interface resina-dentina-guta das raízes do grupo 1, na observação em microscopia eletrônica de varredura, não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as secções coronária e apical, apesar da presença da camada híbrida, penetração de resina nos túbulos dentinários, ou presença de falhas tanto na interface dentina-resina quanto na interface resina-guta-percha.

CAPURRO; ZMENER; MAGA²⁵ (1998) analisaram a adaptação às paredes dos canais radiculares e possível penetração nos túbulos dentinários de três cimentos de ionômero de vidro (Ketac-Endo, Endion e Fuji IX) quando em combinação com cones de guta-percha para obturar canais radiculares de 30 dentes humanos extraídos. Após instrumentação, aplicou-se ácido poliacrílico a 10% durante 15 segundos nas paredes dos canais, seguido de lavagem com solução fisiológica, secagem com cones de papel absorvente, obturação pela técnica da condensação lateral, colocação de cimento Cavit no terço coronário e estocagem em umidade a 100% durante 48 horas. Em seguida, os

dentes foram submetidos a cortes horizontais de 1mm de espessura dos terços coronário, médio e apical. Foram novamente conservados em umidade a 100%, até serem observados em microscopia eletrônica de varredura. As superfícies seccionadas foram polidas com papel abrasivo de granulação decrescente e, finalmente tratadas com solução aquosa de ácido fluorídrico a 1% durante 30 segundos, lavados com água destilada e secas com ar sob pressão. Em seguida, as peças foram metalizadas e observadas em microscopia eletrônica de varredura. Como conclusão, constatou-se que em todos os grupos, os espécimes revelaram a presença de fraturas na massa dos ionômeros; o espaço do canal radicular foi geralmente bem obturado e os cimentos revelaram uma tendência para reproduzir as irregularidades das paredes dentinárias, em todos os níveis analisados. Os espécimes obturados com Ketac-Endo revelaram uma adaptação defeituosa às paredes do canal radicular, com tendência à desintegração na interface. O Endion e o Fuji IX demonstraram, contrariamente, uma íntima relação com as paredes dentinárias e uma interface mais regular. Apesar de certa quantidade de espaços vazios ter sido encontrada dentro da massa do Endion, a sua adaptação e do Fuji XI às paredes dentinárias foi muito boa e, somente ocasionalmente, se pôde detectar pequena área vazia nas interfaces. Os maiores aumentos revelaram que nessas áreas, certa quantidade do material obturador permanecia aderido à dentina, o qual parecia indicar que o fracasso era de natureza coesiva e não adesiva. Esta melhor adaptação à dentina e a presença de uma interface mais regular com Endion e Fuji IX sugeriu que ambos são menos susceptíveis à umidade do que o Ketac-Endo.

TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁶⁶ (1998) avaliaram o efeito do Ketac-Endo e cimento de óxido de zinco e eugenol, e da remoção da camada residual no selamento apical em raízes obturadas com Thermafil. Empregaram 60 canais de raízes mesiais de 30 molares inferiores humanos extraídos, que foram instrumentados com o uso da técnica escalonada de memória. Os dentes foram subdivididos em seis grupos de dez. Os três primeiros grupos tiveram a camada residual removida com EDTA a 15% e 10ml

de hipoclorito de sódio a 5,25%, e os outros três grupos foram irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% apenas. Os canais foram obturados usando Thermafil sem cimento endodôntico; Thermafil com Ketac-Endo; Thermafil com cimento de óxido de zinco-eugenol. Após obturação, os dentes foram estocados por 24 horas à temperatura ambiente e 100% de umidade para possibilitar a presa dos materiais. Todas as raízes foram limpas com ácido nítrico durante três dias, seguido de lavagem em água durante quatro horas e desidratação em graus ascendentes de álcool (70%, 80%, 90% e 100%). As raízes foram subseqüentemente clareadas usando o salicilato de metila, e o grau de penetração linear do tinta da Índia em que os dentes ficaram imersos durante quatro dias a 37°C, foi medido do ápice à extensão mais coronária do corante. Como conclusão, constatou-se que o cimento endodôntico melhorou significativamente o selamento apical na técnica de obturação com Thermafil, com remoção ou não da camada residual. O selamento apical exibido pelo Ketac-Endo não foi significativamente diferente daquele propiciado pelo cimento de óxido de zinco-eugenol, independente da presença ou ausência da camada residual.

SAVIOLI¹⁴⁴ (1998) avaliou o comportamento de quatro cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol (FillCanal, N-Rickert, Endomethásone e Endomethásone Ivory) frente às propriedades físicas de escoamento, tempo de endurecimento, estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração, espessura do filme, radiopacidade e pH. Todos os experimentos foram realizados de acordo com a Especificação 57 para materiais obturadores de canais radiculares da ADA. Como conclusão, os testes demonstraram que o N-Rickert apresentou o maior escoamento de todos os materiais; todos os materiais apresentaram espessura do filme e radiopacidade de acordo com a ADA; todos os cimentos apresentaram expansão, que variou de 0,06% (N-Rickert) a 3,56% (Endomethásone Ivory); o cimento N-Rickert apresentou valores de solubilidade alto (5,65%), bem acima do permitido pela ADA que é de 3%; o FillCanal apresentou valores de 3,53%; o Endomethásone 1,66% e o Endomethásone Ivory

0,38%; todos os cimentos apresentaram radiopacidade dentro dos padrões exigidos pela ADA e os valores de pH se mantiveram estáveis para todos os materiais estudados.

SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS; LOPES¹⁵³ (1999) constataram que o Endomethásone apresenta propriedades físico-químicas bastante similares aos demais cimentos à base de óxido de zinco e eugenol. Seu tempo de presa foi de 115 minutos, o que favorece seu emprego na obturação de canais de dentes multirradiculados.

OZATA et al¹²⁷ (1999) compararam a infiltração apical dos cimentos Ketac-Endo, Apexit, e Diaket. Empregaram 50 dentes anteriores humanos superiores recém-extraídos, cujas coroas foram removidas na junção amelocementária, e uma instrumentação pela técnica escalonada de memória foi realizada com limas tipo Kerr até a de nº.40, usando 2ml de hipoclorito de sódio 5,25% após cada troca de lima. As raízes foram aleatoriamente divididas em cinco grupos de dez, sendo três grupos experimentais e dois grupos controle. Os grupos experimentais foram os seguintes: grupo 1, Apexit; grupo 2, Ketac-Endo; e grupo 3, Diaket. Os canais radiculares foram obturados com um dos cimentos, usando a técnica da condensação lateral da gutapercha. Em seguida, os espécimes foram estocados em 100% de umidade a 37°C durante duas semanas, e as raízes foram cobertas com duas camadas de esmalte de unha e imersas em corante azul de metileno durante sete dias. Cada dente foi seccionado em duas partes e a penetração do corante foi avaliada por três examinadores, usando um estereomicroscópio com aumento de 20 vezes. A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa entre Apexit e Diaket. Entretanto, houve significativamente mais infiltração com Ketac-Endo.

DUARTE⁴² (1999) avaliou algumas propriedades físico-químicas como radiopacidade, tempo de presa, escoamento, pH, liberação de cálcio e infiltração apical do cimento AH Plus puro ou modificado (acrescido de 5% e 10% de hidróxido de cálcio em peso) e comparou-as “in vitro” às do cimento de óxido de zinco-eugenol. Os resultados mostraram que o acréscimo de hidróxido de cálcio ao cimento AH Plus não

interferiu significativamente na radiopacidade, não alterou o tempo de presa, melhorou o escoamento, principalmente com o acréscimo de 5%, favoreceu significativamente o selamento apical e propiciou um pH mais alcalino, bem como liberação de íons cálcio. Com relação ao AH Plus puro, evidenciou-se um baixo selamento apical e um escoamento muito elevado.

WESTON; MOULE; BARTOLD¹⁷⁸ (1999) avaliaram os efeitos causados por instrumentos de diferentes configurações sobre a morfologia radicular, o material de obturação, e a interface entre a obturação e as paredes do canal radicular, após ressecção radicular “in vitro”. Foram empregados 60 dentes humanos unirradiculados, cujos canais foram instrumentados, e então obturados com gutta-percha termoplastificada usando AH-26 como cimento. As raízes foram aleatoriamente divididas em 12 grupos, e as ressecções radiculares apicais foram realizadas empregando oito diferentes instrumentos, e duas direções diferentes da broca sobre a superfície radicular apical. Moldagens das raízes seccionadas foram realizadas com material de consistência baixa, à base de polivinilsiloxano (Extrude, Kerr). Após o tempo de polimerização de sete minutos, cada espécime foi removido e essas moldagens, usadas para remover os últimos traços de restos teciduais foram descartadas. Uma segunda moldagem foi obtida e polimerizada durante sete minutos. Os espécimes foram removidos de suas moldagens, que após 24 horas foram preenchidas com resina epóxica (Araldite) para obterem-se réplicas, que após três dias em temperatura ambiente foram metalizadas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura a 5kV e fotografadas em aumentos de 20 e 75 vezes. As fotomicrografias foram examinadas na tentativa de se determinar a natureza da superfície radicular, produzida por cada configuração de instrumento. A integridade da superfície da gutta-percha e a interface com as paredes dos canais radiculares foram também examinadas. Como resultado, constataram que a técnica da resina epóxica produziu alta qualidade de imagens, exceto na presença de pequenas bolhas, na maioria dos espécimes. Estas bolhas, segundo os

autores, foram o resultado do aprisionamento de ar quando a moldagem foi tomada, e não foram visíveis a olho nu. As bolhas tenderam a se localizar com maior frequência em áreas da superfície radicular, nos locais com bordas cortantes ou com defeitos. Poucas bolhas foram notadas nas superfícies lisas das raízes seccionadas. Artefatos de rachaduras das superfícies radiculares e a interface entre a guta-percha e o canal radicular não estavam presentes em nenhuma das réplicas de resina examinadas, tanto como resultado das técnicas de ressecção como da preparação das réplicas de resina. As réplicas foram consideradas representações acuradas da superfície radicular, obturação radicular e interface dente/guta-percha.

DE ALMEIDA et al³⁶ (2000) avaliaram a capacidade de selamento apical de três cimentos endodônticos em dentes extraídos, empregando penetração de corante. Os canais radiculares de 99 incisivos centrais superiores humanos foram instrumentados seqüencialmente 2mm além do forame apical com limas Nitiflex até o nº.55, irrigados com hipoclorito de sódio a 0,5%, secos com pontas de papel absorvente e em seguida lavados com EDTA a 14,3% durante três minutos. Os dentes foram divididos em três grupos experimentais e obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha fria e com um dos seguintes cimentos: grupo 1, cimento de óxido de zinco-eugenol (FillCanal) proporcionado com 400mg de pó para 0,125ml de líquido; grupo 2, cimento de ionômero de vidro (Ketac-Endo) e grupo 3, cimento de resina epóxica (AH Plus). As cavidades de acesso foram seladas com Cimpat, em seguida as raízes foram cobertas com esmalte de unha até 1mm aquém do forame apical e imersos em azul de metileno a 2% num ambiente reduzido de pressão durante 24 horas com bomba de sucção. Após este período, os dentes foram lavados e cortados longitudinalmente para análise de infiltração apical com um Projetor Profile, com aumento de 20 vezes. Os valores da profundidade máxima da infiltração foram obtidos, assim como a média entre os valores máximo e mínimo, observados para cada grupo. A avaliação estatística dos resultados mostrou não haver diferença estatística significativa na infiltração entre FillCanal e Ketac-

Endo. A infiltração com AH Plus foi significativamente menor do que com os outros cimentos. Concluiu-se que todos os cimentos mostraram alguma infiltração. A infiltração com o cimento AH Plus foi significativamente diferente do FillCanal ou Ketac-Endo.

3- PROPOSIÇÃO

3-PROPOSIÇÃO

- Avaliar a adaptação de três cimentos endodônticos às paredes dentinárias tratadas previamente à obturação do canal radicular, com laser de Er:YAG e soluções de EDTA e Salina Fisiológica a 0,9%, utilizando as microscopias óptica e eletrônica de varredura;
- Comparar a efetividade de visualização de fendas entre as microscopias empregadas;
- Avaliar a estabilidade dimensional dos cimentos empregados.

4- MATERIAL E MÉTODOS

4- MATERIAL E MÉTODOS

4.1- MATERIAL

Foram selecionados 90 caninos humanos extraídos, superiores e/ou inferiores, com raiz reta, rizogênese completa, obtidos em serviços públicos do Estado do Ceará, que após limpeza dos restos teciduais localizados na superfície radicular com escova dental em água corrente, foram armazenados em formol a 10%. Os dentes foram, então, divididos em três grupos, de acordo com o agente de limpeza final (a. l. f.) do canal radicular a ser empregado após o preparo químico-mecânico: Grupo A: Laser de Er:YAG*, com comprimento de onda (λ) de 2,94 μ m, fibra óptica nº.2055, com 0.375mm de diâmetro e 28mm de comprimento; Grupo B: ácido etileno diamino tetracético (EDTA)** a 17% e pH 8,7, com a seguinte composição:

- Sal dissódico etileno diamino tetracético17g
- Água miliQ q.s.p..... 100ml
- Hidróxido de sódio para ajustar o pH

*- KAVO, Alemanha, pertencente à Clínica Odontológica do Prof. Carlos de Paula Eduardo em São Paulo-SP

** Depto. de Bioquímica da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP, Brasil

Grupo C: solução salina fisiológica a 0,9%*, tendo cada 100ml a seguinte composição:

- cloreto de sódio (NaCl) 0,9g
- solução aquosa q.s.p.....100,00ml

Este grupo foi classificado como controle, por não promover a ação de remoção da camada residual.

Em seguida, cada grupo foi dividido em três subgrupos de dez dentes, de acordo com o cimento endodôntico selecionado para a obturação dos canais radiculares: subgrupo G₁ representado pelo Ketac-Endo**(K), cimento de ionômero de vidro acondicionado em cápsula, composto por pó de silicato de vidro flúor alumínio e líquido de ácido maléico; subgrupo G₂ representado pelo AH Plus*** (AH), composto pela:

- pasta Epóxi: Diepóxi; tungstênio de cálcio; óxido de zircônio; aerosol e pigmento;
- pasta Amina: Amina 1-adamantane; N.N'dibenzil-5-oxanonandiamine- 1,9; TCD-diamina; tungstênio de cálcio; óxido de zircônio; aerosol; óleo de silicone.

O subgrupo G₃, controle, foi representado pelo Endomethásone****(E), cimento à base de óxido de zinco e eugenol, com a seguinte composição, de acordo com **LEAL; LEONARDO; SIMÕES FILHO¹⁰¹ (1991)**.

* DARROW, Brasill

** ESPE, Alemanha, lote FW0038771, código de ordem: 058011

*** DENTSPLY DE TREY, Konstanz- Alemanha, lote- 9711000576

****-pó:SPECIALITÉS SEPTODONT, França, Lote- 9703388 e Eugenol (líquido): ODAHCAM RJ-Brasil- lote- 98014.

- pó : óxido de zinco.....417,0mg
 dexametasona..... 0,1mg
 acetato de hidrocortisona..... 10,0mg
 di-iodotimol.....250,0mg
 paraformaldeído.....22,0mg
 óxido de chumbo.....50,0mg
 sulfato de bário q.s.p.....1,0g
 estearato de magnésio q.s.p.....1,0g
 subnitrato de bismuto q.s.p.....1,0g

- líquido: eugenol

Desse modo, o grupo/subgrupo CG₃ (solução salina fisiológica a 0,9%/Endomethásone) ficou sendo o controle das associações agente de limpeza final/cimento obturador estudadas. O Quadro 1 demonstra os grupos, os respectivos subgrupos e o número de dentes utilizados.

Grupo	A(Laser)	B(EDTA)	C(sol. fisi.)	no de dentes
Subgrupo G1 (Ketac)	10	10	10	30
Subgrupo G2(AH Plus)	10	10	10	30
Subgrupo G3 (Endo-methasone)	10	10	10*	30
				Total de dentes: 90

*- controle

QUADRO 1- Conjunto dos grupos e subgrupos

4.2 – MÉTODOS

4.2.1- PROCEDIMENTOS OPERATÓRIOS

As coroas dos dentes foram cortadas em máquina de corte* de baixa velocidade, com disco diamantado**, sob refrigeração à água, em nível da junção amelocementária. As raízes selecionadas apresentaram diâmetro do forame apical compatível, no mínimo, com o de uma lima Kerr*** nº. 20, viabilizando a inserção e aplicação da fibra óptica do Laser de Er:YAG no interior dos canais radiculares do Grupo A, uma vez que esta fibra possui 0.375mm de diâmetro e os canais radiculares, após o término do preparo químico-mecânico, apresentaram alargamento suficiente para inserção desta fibra.

Realizou-se uma limpeza prévia dos canais radiculares com lima Kerr nº. 20, envolvendo-se as raízes dos dentes em gaze embebida em solução salina fisiológica a 0,9%, possibilitando a remoção de restos teciduais pulpare e o desbridamento do forame apical. Em seguida, o preparo químico-mecânico de cada canal radicular foi realizado pela técnica escalonada regressiva com limas tipo Kerr, estabelecendo-se como primeira lima de instrumentação aquela com calibre compatível com o diâmetro anatômico da extensão de trabalho estabelecido (1mm aquém do forame apical), seguida de três limas de calibre progressivamente maior e mais três limas para escalonamento regressivo programado a 1, 2 e 3mm aquém do comprimento de trabalho, associadas à irrigação do

* ISOMET-BUEHLER, Illinois, Estados Unidos

** EXTEC, Estados Unidos. nº. 12205, lâmina de 4"x 0,12"x1/2", alta concentração (102mm x 0,3mm x 12,7mm)

*** MAILLEFER, Baillanges, Suíça

canal radicular com 20ml de solução de hipoclorio de sódio a 1%*, seguida de 20ml de solução salina fisiológica a 0,9% com seringa tipo Luer e secagem com pontas de papel absorvente** de calibre compatível com o instrumento memória de cada dente. Após estes procedimentos, seguiu-se à fase de limpeza final, empregando-se os três tipos de agente de limpeza final (a.l.f.) de acordo com os grupos A- Laser de Er:YAG; grupo B- EDTA e grupo C- solução salina fisiológica a 0,9% .

No grupo A, a fibra óptica do laser de Er:YAG foi introduzida no canal radicular e o laser foi aplicado com energia de 100mJ, visualizada no monitor do aparelho, empregando-se fator de transmissão de 0.44; desse modo a dentina intracanal recebeu energia real de 44mJ, frequência de 10pps, durante 10 segundos, sob refrigeração a ar, em movimentos circulares no sentido apicocoronário, em toda a extensão do canal radicular, seguido de irrigação final com 20ml de solução salina fisiológica a 0,9% e secagem final com cones de papel absorvente. Após a aplicação do laser, as raízes foram armazenados em solução salina fisiológica a 0,9% durante 48 horas, até o momento da obturação.

No Grupo B representado pelo ácido etileno diaminotetracético (EDTA) foram aplicados 5ml com seringa tipo Luer, permanecendo durante cinco minutos em toda a extensão do canal radicular de cada dente, e em seguida neutralizado com 20ml de solução salina fisiológica a 0,9% e secagem com cones de papel absorvente de calibre compatível com o instrumento memória. As raízes, após o preparo químico-mecânico foram armazenados em solução salina fisiológica a 0,9% durante 48 horas, até o momento da obturação.

* RIREX, Rioquímica, S.J. Rio Preto, S.P, Brasil

** TANARI, Amazonas, Brasil

No Grupo C, representado pela solução salina fisiológica a 0,9%, a mesma foi utilizada como irrigação final na quantidade de 20ml de solução após o preparo-químico mecânico com hipoclorito de sódio a 1%, constituindo o grupo controle. Em seguida, as raízes foram armazenados em solução salina fisiológica a 0,9% durante 48 horas, até o momento da obturação.

4.2.1.1-Técnica de preparo dos cimentos endodônticos:

O cimento endodôntico Ketac-Endo (G₁) vem acondicionado em cápsula de plástico (Ketac-Endo Aplicap), que é previamente pressionada durante dois segundos com um aplicador* (Sistema Ketac-Endo Aplicap) para a liberação do líquido, em seguida é levada ao amalgamador**, que funciona a 4.300 vibrações por minuto, durante dez segundos, para homogeneizar o pó e o líquido. Depois dessa fase, a cápsula é adaptada em outro dispositivo que a pressiona para promover a saída do cimento pelo bico de plástico dispensador, inserindo-o no canal radicular.

O cimento endodôntico AH Plus (G₂) apresentado sob a forma de duas pastas, uma base e outra catalisadora, foi proporcionado 1:1 com extensão de 3cm para cada pasta, em bloco de papel, espatulando-o em seguida com espátula metálica nº.24***.

*- ESPE, Alemanha- lote FW0037581, código de ordem: 037160

** ULTRAMAT 2, SDI, Austrália

* DUFLEX, Rio de Janeiro, Brasil

O cimento endodôntico Endomethásone (G₃) foi proporcionado pesando-se previamente 0,3g de pó em balança de precisão* para três gotas de eugenol. Em seguida, o pó e líquido foram espatulados com espátula metálica nº.24, em placa de vidro retangular.

4.2.1.2- Técnica de obturação dos canais radiculares

Após a aplicação dos agentes de limpeza final os canais foram secos com cone de papel absorvente, o cimento preparado e, em seguida, procedeu-se à obturação pela técnica clássica¹⁰², na qual o cimento endodôntico foi introduzido no canal radicular, previamente ao cone principal** com lima memória até o comprimento de trabalho e, em seguida, foi inserido o cone principal de diâmetro equivalente ao instrumento de memória envolto com cimento e com lima Kerr nº.30 procedeu-se à condensação lateral ativa da guta-percha, empregando-se cones acessórios*** de conicidade R-8. Após a finalização da condensação lateral, as raízes foram radiografadas utilizando-se filme periapical**** em aparelho de raio- X*****, com 60kV, 60Hz, 10mAs e 0,2 segundos de exposição; no sentido vestibulopalatino e mesio-distal⁶⁵, a uma distância foco-filme de

* METTLER-TOLEDO, Suíça

** -DENTSPLY, Rio de Janeiro, Brasil

*** -DENTSPLY, Rio de Janeiro, Brasil

**** KODAK, EASTMAN KODAK CO. Rochester-NewYork, Estados Unidos

*****GNATUS, Ribeirão Preto- SP, Brasil. Modelo XR6010, tubo, no. 99312, 127v

40cm e em seguida foram processados em processadora automática* para a comprovação da qualidade da obturação. Os excessos de cones de guta-percha foram cortados em nível do terço cervical radicular, com calcadores de Paiva** de ponta aquecida, realizando-se em seguida a radiografia final.

Os canais obturados, foram vedados com cimento temporário Cimpat Blanc***, utilizando espátula de inserção nº.1****, tanto no nível do terço cervical quanto no forame apical, armazenadas em recipientes plásticos fechados contendo 15ml de solução salina fisiológica a 0,9%, e levadas em seguida para a estufa úmida****, mantendo-as em ambiente com 100% de umidade relativa do ar e temperatura de 37°C, durante 30 dias. Após este período, as raízes foram retiradas da estufa, secas externamente com gaze, medidas com paquímetro digital***** a 5mm do ápice e cortadas nesta marca em máquina de corte de baixa velocidade, com disco de lâmina diamantada no sentido transversal em relação ao longo eixo radicular. Após o corte as 90 secções radiculares apicais, de 5mm, foram armazenadas separadamente em tubinhos plásticos***** (“ependorfs”), contendo solução salina fisiológica a 0,9%, para posterior visualização, fotografia e análise em microscopias óptica e eletrônica de varredura do preenchimento da área do canal com o material obturador selecionado.

*PERIO PRO AIR TECHNIQUES, Estados Unidos

**DUFLEX, Rio de Janeiro, Brasil

*** SPECIALITÉS SEPTODONT, França, lote D3 044

**** DUFLEX, Rio de Janeiro, Brasil

***** Kw 0,150, 110v, no. 55.055 modelo 102/n.2

***** MITUTOYO, Japão

***** BRAND GMBH + CO, Alemanha

4.2.2.- PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA AVALIAÇÃO NAS MICROSCOPIAS

As secções radiculares apicais dos 90 espécimes foram retiradas dos “ependorfs” e lavadas em água corrente, secas com jato de ar e inseridas com o ápice voltado para baixo, em uma matriz arredondada de silicona azul*, previamente pincelada com isolante** e preenchida com resina epóxica***, preparada misturando-se 0,7g de resina com 0,07g de endurecedor **** medidos em balança de precisão *****, totalizando nove discos de resina, que após a polimerização, obtida em 24 horas, foram retirados das matrizes .

Após a retirada das matrizes, os nove discos foram lixados com lixadeira manual***** sob refrigeração à água, com lixas de granulação descendente***** nºs 320, 600 e 1200 para remoção dos detritos nas superfícies dos espécimes. Foram lavados em água corrente, secos com jato de ar, submetidos à aplicação de ácido ortofosfórico a 32%***** durante 15 segundos, lavados em água corrente por 30 segundos e secos em lenço de papel absorvente***** de celulose natural. Cada disco conteve dez espécimes incluídos representativos dos grupos e subgrupos experimentais (Figura 1), os quais foram denominados e numerados de acordo com os respectivos agentes de limpeza final e cimento endodôntico empregados, conforme consta no Quadro 2.

* REDEFIBRA, Brasil

** HOECHST P-6456, Alemanha

*** RD6921 Cod. 1431232, lote 25711

**** ED 021, REDEFIBRA, São Paulo, Brasil

***** SAUTER K1200 – no. 322237, Alemanha

***** STRUERS, Dinamarca

***** 3M, Brasil

***** UNIATCH, Bisco, Itasca, Estados Unidos, lote 019157

***** KLIN, Klabin Kimberly AS, Cruzeiro, São Paulo, Brasil

FIGURA 1- Disco de resina com as secções apicais incluídas

Discos	numeração dos espécimes	a.i.f.	cimento
L/K	1 a 10	Laser	Ketac-Endo
L/AH	11 a 20	Laser	AH Plus
L/E	21 a 30	Laser	Endomethásone
E/K	31 a 40	EDTA	Ketac-Endo
E/AH	41 a 50	EDTA	AH Plus
E/E	51 a 60	EDTA	Endomehtasone
S/K	61 a 70	Sol. Fisi.	Ketac-Endo
S/AH	71 a 80	Sol. Fisi.	AH Plus
S/E	81 a 90	Sol. Fisi.	Endomethásone

Quadro 2- Denominação dos discos e numeração dos espécimes de acordo com o agente de limpeza final e cimento endodôntico empregado

4.2.3 FOTOGRAFIAS EM MICROSCOPIA ÓPTICA E MENSURAÇÃO DAS IMAGENS

Os espécimes incluídos nos discos foram analisados e fotografados no microscópio óptico*, com objetiva de 4x, campo escuro, sensibilidade 5, com tempo de exposição médio de 1 minuto e 30 segundos, utilizando filme 35mm asa 100**. As fotos foram utilizadas para o processo de mensuração das áreas preenchidas pelos materiais obturadores e das possíveis fendas entre material obturador e parede do canal radicular.

Nas imagens fotográficas da obturação o cimento apresentava-se na cor branca, a guta-percha na cor rosa (Figuras 2 e 3) e a estrutura considerada fenda apresentava um vazio destituído de coloração (Figura 2) ou com aspecto amarelado (Figura 3).

Essas fotografias, no total de 90, exemplificadas nas Figuras 2 e 3 foram escaneadas*** com a padronização de 150dpi de resolução, tipo de imagem: diferenciação em milhões de cores, com escala de brilho pontuada em 142 e contraste em 153. Em seguida foram transferidas para um programa de medida de área SigmaScan****, em computador*****, cujas imagens foram calibradas de acordo com o seguinte critério: uma régua utilizada em microscopia óptica (Figura 4) com comprimento total de 1mm foi fotografada e escaneada de acordo com os

* CARL ZEISS OBERKOCHER, Alemanha

** KODAKOLOR, Brasil

*** SCANNER HP SCANJET II CX HEWLETT-PACKARD, Estados Unidos

**** SIGMASCAN IMAGE ANALYSIS, versão 2.0, JANDEL SCIENTIFIC, Estados Unidos

***** IBM 486MHZ, Estados Unidos

parâmetros das fotografias para calibração das imagens dos espécimes no programa SigmaScan, calculando-se em pixel* o correspondente em mm² das áreas de interesse, como área do canal (a.c.); área de cimento (a.ci.); área de guta-percha (a.g.) e área de fenda parede/material obturador (a.f.p.m.). O comprimento de 1mm da régua correspondeu a 430 pixels. Essa calibragem foi transferida para o programa SigmaScan para medir a área do canal analisada, do material obturador e das possíveis fendas.

FIGURA 2- Imagem em microscopia óptica de um espécime evidenciando a guta-percha (G), o cimento endodôntico (C) e fenda (F) entre a parede do radicular e o material obturador

* Picture elements- medida que quantifica a densidade óptica

FIGURA 3- Imagem em microscopia óptica de um espécime evidenciando a gutta-percha (G), o cimento endodôntico (C) e a fenda de aspecto amarelado (F) entre a parede do canal radicular e o material obturador

FIGURA 4- Régua utilizada para calibragem das fotografias em microscopia óptica

4.2.4- FOTOGRAFIAS EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E MENSURAÇÃO DAS IMAGENS

Os nove discos de resina foram moldados em silicona de alta viscosidade* (Figura 5), tipo I, de sistema pasta/pasta, espatulada na proporção de 1:1 em folha descartável de papel vegetal**, e após cinco minutos, quando se obteve a presa, os moldes (Figura 6A) obtidos foram colados com esmalte*** para unha em base de latão****, com dimensões de 10mm de altura x 9mm de diâmetro e metalizados***** (Figura 6B). Em seguida, foram levadas ao microscópio eletrônico de varredura***** com 20kV para obtenção de imagens e fotografias***** dos moldes metalizados, com aumentos da imagem que variaram de 50 a 200 vezes, de modo a captar todo o diâmetro da secção transversal de cada espécime.

* AQUASIL, DENTSPLY- CAULK, Estados Unidos . Lote no. 960412

** - BCS, 3M, Estados Unidos

*** Faculdade de Odontologia de Bauru-USP, São Paulo, Brasil

**** - COLORAMA, Brasil

***** HAMMER VII , Alexandria

*****- JEOL T 220-A, Japão

***** NEOPAN SS 120, FUJI PHOTO FILM Co. Ltda, Tokyo, Japão

FIGURA 5- Silicona para moldagem dos espécimes

FIGURA 6- Molde em silicona (A). Molde metalizado (B)

As fotos das obturações obtidas em microscopia eletrônica de varredura apresentaram imagens em preto e branco, os cimentos exibiram coloração branca e no maior aumento (200X) evidenciou-se estrutura da superfície diferenciada entre eles: o Endomethásone (Figura 7) e o AH Plus (Figura 8) apresentaram uma superfície menos porosa do que o cimento Ketac-Endo devido, provavelmente, à estrutura de cristais de vidro do ionômero (Figura 9). A guta-percha apresentou uma variação de tonalidade do cinza claro ao preto, com superfície lisa e contorno nítido (Figuras 10 e 11) correspondente ao observado na imagem da microscopia óptica (Figura 3).

As fendas foram caracterizadas por meio de dois tipos de imagens: - aspecto de espaço vazio (Figura 10), provavelmente quando a fenda era muito profunda; - aspecto de estrutura elevada, como se fosse em alto relevo (Figura 11), provocada pela silicona que preenchia a fenda no ato da moldagem.

As fotografias dos moldes metalizados para análise em microscopia eletrônica de varredura foram escaneadas com a seguinte padronização: 150 dpi de resolução, imagem tipo: foto diferenciação branco e preto, com escala de brilho pontuada em 120 e contraste em 124. A calibragem das medidas de área de interesse nas fotos seguiu a correspondente ao aumento dado no microscópio eletrônico de varredura à imagem de cada espécime, onde se encontrava um traço/referência correspondente aos 100µm, que correspondeu a 57 pixels. Os aumentos das imagens apresentaram os seguintes valores em pixel:

50X : 100µm ----- 28 pixels

75X : 100µm ----- 42 pixels

100X: 100µm ----- 57 pixels

150X: 100µm ----- 85 pixels

200X 100µm -----114 pixels

FIGURA 7- Imagem da estrutura de superfície do cimento Endomethásone (E)
(200X)

FIGURA 8- Imagem da estrutura de superfície do cimento AH Plus (AH) (200X)

FIGURA 9 - Imagem da estrutura de superfície do cimento Ketac-Endo (K) (200X)

FIGURA 10- Imagem em microscopia eletrônica de varredura evidenciando a gutta - percha (G), o cimento endodôntico (C) e fenda com aspecto de espaço vazio entre a parede do canal radicular e o material obturador (F)

FIGURA 11- Imagem em microscopia eletrônica de varredura evidenciando a fenda em alto relevo entre a parede do canal radicular e o material obturador (F)

4.2.5. ENSAIOS DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS EMPREGADOS

A estabilidade dimensional dos cimentos endodônticos Ketac-Endo, AH Plus e Endomethásone foi avaliada, empregando-se um microscópio de medição*. Para este procedimento foram obtidos nove moldes de cavidades, três para cada cimento, medindo 14mm de comprimento x 3mm de largura x 2mm de profundidade em silicona de adição (Aquasil). O cimento AH Plus foi proporcionado empregando-se 3cm de comprimento de cada pasta e espatulado em folha que acompanha o produto. O cimento Ketac-Endo, acondicionado em cápsula de plástico foi misturado num amalgamador de cápsula durante dez segundos a 4300 vibrações por minuto, como recomenda o fabricante e o cimento Endomethásone foi proporcionado numa balança de precisão em quantidade de 0,3g de pó para três gotas de líquido e espatulado com espátula metálica nº.24 numa placa de vidro. Todos os cimentos foram proporcionados para este ensaio nas mesmas quantidades empregadas no nosso experimento intracanal. Em seguida os cimentos foram inseridos nas cavidades e sobre eles duas pequenas porções enroladas em forma de esferas de papel alumínio foram colocadas, uma em cada extremidade do cimento, para referência de medição das distâncias entre elas. As cavidades preenchidas com cimento foram centralizadas num platô do microscópio e a nitidez da imagem do cimento foi ajustada girando-se a manivela do microscópio para que as esferas ficassem localizadas no quadrante superior esquerdo da coordenada “y” do retículo da objetiva do microscópio, procedendo-se em seguida a leitura das distâncias.

*- GAERTNER SPECIFIC CORPORATION, Chicago, Estados Unidos

Após a leitura, o valor em mm da posição de uma das esferas localizada na extremidade esquerda do cimento foi anotado, girando-se em seguida a manivela até encontrar a outra esfera, localizada na extremidade direita, posicionando-se sua imagem no quadrante esquerdo e encostada à coordenada “y” do retículo da objetiva do microscópio para encontrar sua posição. A distância entre as esferas foi medida nos seguintes tempos: imediato à inserção nas cavidades, 1, 24, 48 e 72 horas após o tempo de presa final de cada cimento. Durante todo o período de medição os espécimes foram armazenados em condições de 100% de umidade e temperatura de 37° C.

O tempo de presa final de cada cimento foi baseado nas informações dos fabricantes, também nas mesmas condições de armazenagem acima citadas: Ketac-Endo: 26 minutos; AH Plus: 12 horas e Endomethásone: em média 115 minutos de acordo com **LEAL; LEONARDO; SIMÕES FILHO¹⁰¹ (1991); SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS; LOPES¹⁵³ (1999)**, entretanto, não especificado pelo fabricante. Foi calculada a diferença entre os valores das distâncias das esferas medidas antes (imediato à inserção do cimento na cavidade) e 1, 24, 48 e 72 horas após a presa final para avaliar a alteração dimensional (contração/expansão) de cada cimento (Anexo 14). Em seguida, calculou-se o percentual da alteração (Tabela 15).

4.3- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram analisados pelo programa Sigma Stat for Windows versão 2.0 e submetidos aos testes estatísticos de Kruskal-Wallis, de Dunn e Wilcoxon.

5- RESULTADOS

5- RESULTADOS

Os resultados obtidos estão dispostos numa sequência de tabelas e gráficos de acordo com as microscopias empregadas.

5.1- MICROSCOPIA ÓPTICA

A Tabela 1 e gráfico da Figura 12 demonstram que o maior valor percentual médio de fendas entre parede do canal radicular e material obturador foi encontrado no grupo L/E (12,044%), logo seguido pelo grupo S/E. Já os grupos que apresentaram as menores médias de fendas foram o S/AH (0,055%) e o S/K (0,232%).

TABELA 1- Valores percentuais médios, desvio padrão, mediana, 1º quartil e 3º quartil das fendas parede/material obturador encontrados nos grupos experimentais estudados pela microscopia óptica

GRUPO	MÉDIA %	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	1º Q	3ºQ
L/K	4,414	5,341	2,775	0,00	4,93
L/AH	4,114	5,594	0,890	0,00	8,00
L/E	12,044	10,450	9,645	4,54	18,75
E/K	1,329	2,466	0,000	0,00	2,56
E/AH	0,800	2,530	0,000	0,00	0,00
E/E	4,020	6,859	0,000	0,00	10,00
S/K	0,232	0,734	0,000	0,00	0,00
S /A H	0,055	0,174	0,000	0,00	0,00
S/E	11,341	7,340	11,775	5,71	16,66

FIGURA 12- Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador nos grupos experimentais encontrados pela análise em microscopia óptica

Os gráficos das Figuras 13 e 14 representam, respectivamente, os valores percentuais médios descritos na Tabela 1, tomando como parâmetro os cimentos e os agentes de limpeza final utilizados.

FIGURA 13- Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia óptica nos grupos experimentais, destacando os cimentos

FIGURA 14- Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia óptica nos grupos experimentais, destacando os agentes de limpeza final

A aplicação do Teste de Kruskal-Wallis quando se compararam as porcentagens de fendas parede/material obturador entre os agentes de limpeza final para cada cimento endodôntico empregado, demonstrou que houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos Ketac-Endo e o AH Plus (Tabela 2). Para verificar entre quais agentes de limpeza final houve diferença estatisticamente significativa com estes cimentos utilizou-se o Teste de Dunn, para comparações múltiplas (Tabelas 3 e 4).

TABELA 2- Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os agentes de limpeza final para cada cimento endodôntico empregado.

CIMENTO	H	P
KETAC-ENDO	8,56	0,014*
AH PLUS	6,38	0,041*
ENDOMETHÁSONE	5,54	0,063 (ns)

ns – não significativa

*- estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

No Teste de Dunn (Tabela 3) foi detectada diferença estatisticamente significativa entre as porcentagens das fendas parede/material obturador para a solução salina fisiológica a 0,9% quando se empregou o cimento Ketac-Endo.

TABELA 3- Teste de Dunn para o cimento Ketac-Endo

COMPARAÇÃO	Q
L/K x S/K	2,881*
L/K x E/K	1,882 (ns)
E/K x S/K	1,000 (ns)

*- estatisticamente significativa

ns- não significativa

A Tabela 4 mostra que o Teste de Dunn não foi capaz de discriminar diferenças para o cimento AH Plus, porém como o Teste de Kruskal-Wallis detectou haver diferença estatisticamente significativa (Tabela 2), ela deve existir entre os agentes de limpeza final Laser e solução salina fisiológica a 0,9%.

TABELA 4 -Teste de Dunn para o cimento AH Plus

COMPARAÇÃO	Q
L/AH x S/AH	2,244 (ns)
L/A H x E/AH	2,124 (ns)
E/AH x S/AH	0,120 (ns)

ns – não significativa

A aplicação do Teste de Kruskal-Wallis quando se compararam as porcentagens das fendas parede/material obturador entre os cimentos endodônticos para cada agente de limpeza final empregado, demonstrou que houve diferença estatisticamente significativa quando se empregou a solução salina fisiológica a 0,9% (Tabela 5). Para verificar entre quais cimentos houve diferença estatisticamente significativa frente à solução salina fisiológica a 0,9% utilizou-se o Teste de Dunn para comparações múltiplas (Tabela 6).

TABELA 5 – Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os cimentos endodônticos frente aos agentes de limpeza final empregados.

AGENTE DE LIMPEZA FINAL	H	P
LASER	4,57	0,102 (ns)
EDTA	1,58	0,454 (ns)
SOL. FISIOLÓGICA A 0,9%	20,54	< 0,001 *

*-diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

ns – não significativa

A Tabela 6 mostra os resultados do Teste de Dunn quando se compararam as porcentagens de fendas parede/material obturador entre os cimentos empregando a solução salina fisiológica a 0,9%. Houve diferença estatisticamente significativa entre o Endomethásone e o AH Plus e entre o Endomethásone e o Ketac-Endo .

TABELA 6 – Teste de Dunn para a solução salina fisiológica a 0,9%

COMPARAÇÃO	Q
S/E x S/AH	3,940*
S/E x S/ K	3,910*
S/K x S/AH	0,029 (ns)

*- estatisticamente significativa

ns- não significativa

5.2- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A Tabela 7 e gráfico da Figura 15 demonstram que o maior valor percentual médio de fendas entre parede do canal radicular e material obturador foi encontrado no grupo L/E (15,819%), logo seguido pelo grupo S/E (12,712%). Os grupos que apresentaram as menores médias de fendas foram o E/AH (1,293%) e o S/K (1,662%).

TABELA 7- Valores percentuais médios, desvio padrão, mediana, 1º quartil e 3º quartil das porcentagens das fendas parede/material obturador encontrados nos grupos experimentais estudados pela microscopia eletrônica de varredura.

GRUPO	MÉDIA %	DESVIO PADRÃO	MEDIANA	1º Q	3ºQ
L/K	6,414	10,629	3,105	0,00	6,81
L/AH	8,991	6,432	7,755	4,87	14,28
L/E	15,819	10,341	14,430	8,33	26,19
E/K	2,610	3,639	0,000	0,00	6,66
E/AH	1,293	1,201	1,590	0,00	2,17
E/E	6,969	6,283	5,500	2,70	12,19
S/K	1,662	1,859	1,215	0,00	3,03
S /A H	4,345	2,236	4,460	3,22	6,25
S/E	12,712	7,245	10,000	6,52	17,50

FIGURA 15- Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas entre parede/material obturador encontrados nos grupos experimentais pela análise em microscopia eletrônica de varredura

Os gráficos das Figuras 16 e 17 representam, respectivamente, os valores percentuais médios descritos na Tabela 7, tomando como parâmetro os cimentos e os agentes de limpeza final utilizados.

FIGURA 16- Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura nos grupos experimentais, destacando os cimentos

FIGURA 17- Representação gráfica dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura nos grupos experimentais, destacando os agentes de limpeza final

Os resultados do Teste de Kruskal-Wallis (Tabela 8) quando se compararam as porcentagens das fendas parede/material obturador entre os agentes de limpeza final para cada cimento endodôntico, demonstraram que o cimento AH Plus apresentou diferença estatisticamente significativa frente aos agentes de limpeza final empregados. Para verificar entre quais agentes de limpeza final existe diferença estatisticamente significativa com este cimento, utilizou-se o Teste de Dunn para comparações múltiplas (Tabela 9).

TABELA 8- Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os agentes de limpeza final para cada cimento endodôntico empregado.

CIMENTO	H	P
KETAC-ENDO	2,010	0,366 (ns)
AH PLUS	14,213	< 0,001 *
ENDOMETHÁSONE	5,029	0,081 (ns)

* - estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

ns- não significativa

A Tabela 9 mostra pelo Teste de Dunn para o cimento AH Plus diferença estatisticamente significativa das porcentagens de fendas parede/material obturador quando se utilizou o Laser e o EDTA.

TABELA 9- Teste de Dunn para o cimento AH Plus

COMPARAÇÃO	Q
L/AH x E/AH	3,736*
L/AH x S/ AH	1,428 (ns)
S/ AH x E/AH	2,308 (ns)

*- estatisticamente significativa

ns- não significativa

A Tabela 10 mostra os resultados do Teste de Kruskal-Wallis quando se compararam as porcentagens das fendas parede/material obturador entre os cimentos endodônticos para cada agente de limpeza final empregado. Foi detectada diferença estatisticamente significativa frente a todos os agentes de limpeza final e para verificar entre quais cimentos houve diferença estatisticamente significativa com o Laser, EDTA e solução salina fisiológica a 0,9%, utilizou-se o Teste de Dunn para comparações múltiplas (Tabelas 11,12 e 13).

TABELA 10- Teste de Kruskal-Wallis para comparação das porcentagens das fendas parede/material obturador entre os cimentos endodônticos frente aos agentes de limpeza final empregados.

AGENTE DE LIMPEZA FINAL	H	P
LASER	6,605	0,037*
EDTA	6,307	0,043*
SOL. FISIOLÓGICA A 0,9%	20,080	< 0,001*

*- estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

ns- não significativa

Na Tabela 11, os resultados do Teste de Dunn para o Laser demonstraram que as porcentagens de fendas parede/material obturador, estatisticamente significantes, ficaram entre os cimentos Endomethásone e Ketac-Endo.

TABELA 11- Teste de Dunn para o Laser

COMPARAÇÃO	Q
L/E x L/K	2,569*
L/E x L/AH	1,208 (ns)
L/A H x L/K	1,361 (ns)

*- estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

ns- não significativa

O Teste de Dunn para o EDTA (Tabela 12) não detectou diferenças, porém o Teste de Kruskal-Wallis demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre as porcentagens das fendas parede/material obturador; ela deve existir entre os grupos que apresentaram maior diferença, ou seja entre o Endomethásone e AH Plus (Tabela 10).

TABELA 12- Teste de Dunn para o EDTA

COMPARAÇÃO	Q
E/E x E/AH	2,350 (ns)
E/E x E/K	1,943 (ns)
E/K x E/AH	0,407 (ns)

ns- não significativa

A Tabela 13 mostra os resultados do Teste de Dunn para a solução salina fisiológica a 0,9%. Detectou-se diferença estatisticamente significativa entre as porcentagens de fendas parede/material obturador entre o Endomethásone e o AH Plus e entre o Endomethásone e o Ketac-Endo.

TABELA 13- Teste de Dunn para a solução salina fisiológica a 0,9%

COMPARAÇÃO	Q
S/E x S/K	4,463*
S/E x S/A H	2,576*
S /AH x S/K	1,887 (ns)

*- estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

ns- não significativa

5.3-MICROSCOPIA ÓPTICA X MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A Tabela 14 mostra os resultados do Teste de Wilcoxon quando se compararam os valores percentuais das fendas parede/material obturador a partir dos valores obtidos pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura. Os subgrupos L/K, E/K, E/AH, S/K e S/E não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as microscopias óptica e eletrônica de varredura, enquanto os subgrupos L/AH, L/E, E/E e S/AH apresentaram diferença estatisticamente significativa.

TABELA 14- Teste de Wilcoxon para comparação dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador a partir dos valores obtidos pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura.

GRUPO	W	P
L/K	- 6	0,688 (ns)
L/AH	- 34	0,016 *
L/E	- 41	0,012 *
E/K	- 4	0,625 (ns)
E/AH	- 9	0,438 (ns)
E/E	30	0,039 *
S/K	- 19	0,063 (ns)
S/AH	- 45	0,004 *
SE	- 11	0,625 (ns)

* estatisticamente significativa

ns – não significativa

FIGURA 18- Representação gráfica comparativa dos valores percentuais médios das fendas parede/material obturador encontrados pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura

5.4- DOS ENSAIOS DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS EMPREGADOS

TABELA 15- Valores em percentuais e média das alterações dimensionais (contração/expansão) dos cimentos endodônticos Ketac-Endo, AH Plus e Endomethásone 1, 24, 48 e 72 horas após a presa final.

Tempo	1h -	24hs	48hs	72hs
Após a presa				
Ketac – Endo				
K ₁	2,58 (c)	1,27 (c)	0,66 (c)	1,91 (c)
K ₂	2,22 (c)	2,86 (c)	3,07 (c)	4,26 (c)
K ₃	1,63 (c)	4,68 (c)	3,64 (c)	4,45 (c)
MÉDIA de contração entre os 3 espécimes após 72hs				3,54%
AH Plus				
AH ₁	0,23 (c)	0,04 (c)	0,27 (e)	0,20 (e)
AH ₂	0,00 (l)	0,01 (e)	0,16 (e)	0,18 (e)
AH ₃	0,14 (c)	0,13 (c)	0,57 (e)	0,20 (e)
MÉDIA de alteração entre os 3 espécimes após 72h				0,19%
Endomethásone				
E ₁	0,97 (e)	0,91 (e)	1,00 (e)	1,04 (e)
E ₂	0,20 (e)	0,40 (e)	0,72 (e)	0,96 (e)
E ₃	0,10 (e)	0,37 (e)	0,40 (e)	0,05 (e)
MÉDIA de expansão entre os 3 espécimes após 72 horas				0,68%

6- DISCUSSÃO

6- DISCUSSÃO

6.1- Da metodologia empregada

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a adaptação de três cimentos endodônticos, Ketac-Endo, AH Plus e Endomethásone, às paredes dos canais radiculares submetidas à ação prévia dos agentes de limpeza final laser de Er:YAG, das soluções de EDTA a 17% e salina fisiológica a 0,9%. A escolha desses produtos deveu-se ao fato de serem, no caso dos cimentos, representativos da classificação a qual pertencem, ou seja, ionômero de vidro, resina epóxica e cimento à base de óxido de zinco e eugenol, respectivamente, salientando-se ainda que o Endomethásone é o cimento de escolha do Curso de Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP e, portanto, nosso controle. Com relação à **seleção dos agentes de limpeza final** considerou-se a polêmica encontrada na literatura em se deixar ou não a camada residual antes da obturação¹⁵⁰, o que nos levou a trabalhar com três grupos: EDTA a 17%, Laser de Er:YAG, e solução salina fisiológica a 0,9%, sendo os dois primeiros representantes de agentes com poder de remover a camada residual, porém com mecanismos de ação diferentes: O **EDTA**, solução mais antiga¹²⁵ e consagrada em pesquisas científicas, conforme constata nossa revisão de literatura^{30,31,65,80,90, 108,124}, atua por ação de capilaridade, onde sua penetração ocorre como resultado de forças adesivas entre os túbulos dentinários e a camada residual³⁰, promovendo a quelação dos íons cálcio da dentina¹²⁶, que amolece o tecido dentinário e aumenta o diâmetro dos túbulos dentinários^{80,108}. A **concentração a 17%** foi testada em vários trabalhos^{9,14,37,53,56,58,59,60,61,62,63,70,100,106,109,123,146,159,179,186}, que constatarem um considerável aumento tanto da limpeza dentinária quanto da permeabilidade radicular, fato que nos motivou a empregar essa concentração em nosso estudo, apesar da constatação de GARBEROGLIO; BECCE⁵⁶ (1994) de maior tensão superficial, viscosidade e irritação

para os tecidos periapicais alcançadas por esta em comparação com uma concentração a 3%. O pH (8,7) empregado também situou-se na faixa de alcalinidade necessária para o efeito ideal de quelação¹⁴⁷. **O tempo de ação de cinco minutos** possibilitou que o EDTA atingisse o limiar máximo de descalcificação da dentina, pois segundo CALERÓ et al²² (1997) a velocidade de reação e maior rendimento do EDTA ocorreram no primeiro minuto de aplicação e o maior poder de descalcificação nos três minutos iniciais. Esse tempo também foi adotado em vários trabalhos^{22,47,49,50,76,78,80,110,159}.

O laser de Er:YAG pelo processo de ablação, que é a remoção explosiva do tecido duro mediada pela água, também remove a camada residual, deixando os túbulos dentinários abertos^{29,74,75,112,113,128,161,162,163,181,188} e expõe a matriz de colágeno⁸⁴. Pode ser aplicado intracanal por meio de fibra óptica, sem danos térmicos às estruturas dentais, como ocorre com outros lasers de alta intensidade¹⁸¹, daí a preferência por esse laser em nosso estudo. Segundo VICKERS et al¹⁷⁰ (1992), o poder de ablação do laser de Er:YAG aplicado "in vitro" sofre influência do meio de estocagem dos dentes, ao constatarem que quando armazenados em solução salina fisiológica o raio de ablação foi maior do que quando armazenados em formol. Em nosso estudo, não relacionamos os efeitos da solução de armazenagem sobre o poder de ablação do laser, uma vez que empregamos tanto o formol (antes dos procedimentos operatórios) quanto a solução salina fisiológica (após o preparo químico-mecânico). **Os parâmetros de aplicação** variaram muito na literatura consultada, porém em nosso trabalho adotamos 100mJ no monitor do aparelho, que por meio de um fator de conversão de 0.44 obteve-se energia real de 44mJ intracanal, frequência de 10pps (Hz) durante dez segundos, considerando-se que TAKAHASHI et al¹⁶⁰ (1996) não constatarem carbonização ou rachadura na análise em estereomicroscópio, microscopias de luz e eletrônica de varredura, mesmo aplicando energia de 400mJ intracanal em dentes seccionados longitudinalmente. PAGHDIWALA¹²⁸ (1993), aplicando-o em apicetomias, também constatou ausência de rachaduras ou fragmentos dentinários, com energia variando de 50 a 90mJ e 6Hz e os

melhores resultados foram encontrados a 70mJ. DOSTALOVÁ et al³⁹ (1997) empregaram 345mJ e 2Hz para preparo de cavidades e também não encontraram rachadura ou injúria estrutural, no que concordaram ARMENGOL et al⁴ (1999) quando empregaram parâmetros semelhantes. Desse modo, os parâmetros aplicados em nosso trabalho, aliados ao movimento circular da fibra óptica intracanal no sentido apicocoronário também não provocariam danos térmicos à estrutura dental clinicamente, pois de acordo com CECCHINI et al^{28,29} a temperatura atingida com esse movimento não chega ao limite máximo tolerado pelos tecidos dentais (5°C), confirmando achados de BURKES et al²¹ (1992) e de WIGDOR et al¹⁸¹ (1993) quando o aplicaram sob refrigeração em dentina coronária; e atuaria em um maior número de túbulos dentinários⁹⁹. Este movimento também foi adotado por MOSHONOV et al¹²⁰ (1995) empregando o laser de Argônio e por MATSUOKA; KIMURA; MATSUMOTO¹¹³ (1998) e TAKEDA et al¹⁶¹ (1998) com o laser de Er:YAG. Entretanto, as pesquisas voltadas para seu emprego em Endodontia são ainda recentes⁷⁴, fato que suscita maiores investigações quanto às suas repercussões clínicas.

A solução salina fisiológica a 0,9% representou o grupo controle, uma vez que não tem poder de remover a camada residual^{7,12,24,30,58,61,136,176,186}.

Desse modo foram selecionados 90 **caninos** humanos extraídos, considerando ser o grupo dental com maior média de comprimento radicular em relação aos outros grupos, ou seja 26,4mm para os caninos superiores e 25mm para os caninos inferiores e maior largura no sentido vestibulolingual²⁰. Esses fatores dificultam o preenchimento e adaptação total do material obturador às paredes dos canais radiculares. De acordo com BRAMANTE et al²⁰ (2000), a maior área no sentido vestibulolingual propicia uma forma ovalada, que dificulta o preenchimento de locais mais distantes da área central do canal, assim observada em cortes de secção transversal.

A técnica de instrumentação escalonada regressiva (ou telescópica de memória) com limas manuais associada à irrigação com solução de hipoclorito de

sódio a 1%, seguida de secagem do canal radicular com cones de papel absorventes¹¹⁹ foi empregada em nosso estudo. **A técnica clássica de obturação** foi empregada em nosso trabalho considerando-se a necessidade do cimento para boa adaptação da obturação às paredes dos canais radiculares⁴⁸ e o objetivo de avaliar a adaptação do material obturador variando o cimento e o agente de limpeza final. Nessa técnica, o cimento é inserido com instrumentos manuais no canal radicular antes de adaptar o cone de guta-percha principal, fato que possibilita melhor contato do mesmo com a parede, facilitando a avaliação da adaptação. BERBERT et al¹¹ (1983) e AZEVEDO et al⁵ (1987) destacaram a influência do espaçamento na extrusão do cimento além-ápice, onde evidenciaram que os espaçadores digitais, limas ou pontas Rhein produziram extrusão de cimento em cerca de 40 a 44% dos casos, o que sugere que essa técnica potencializa um melhor contato do cimento inserido com todas as paredes dos canais radiculares. BRAMANTE et al¹⁹ (1989) ainda ressaltaram que as técnicas de condensação lateral empregando-se lima tipo Kerr, e adotada em nosso trabalho, são melhores na capacidade de obturação do terço apical do que as técnicas de termoplastificação.

O corte dos espécimes em secção transversal possibilitou a avaliação do preenchimento dos canais radiculares e nos permitiu detectar áreas de alteração na adaptação do material obturador às paredes dos canais radiculares, propiciando a formação de fendas.

A referência do corte 5mm aquém do ápice radicular e não do forame apical nos possibilitou uma melhor padronização da área a ser avaliada, uma vez que o forame apical apresenta localizações variadas, só coincidindo com o ápice em 32% dos dentes jovens e 20% dos idosos⁹⁷, além de ser o ápice radicular macroscopicamente visualizado e reconhecido como sendo o vértice da raiz. Nessa área ainda existe um grande número de túbulos dentinários (13.000/m³), o que reforça a necessidade do emprego de materiais seladores em nível apical¹⁶⁵. Nos casos clínicos de necessidade

de retenção intraradicular é também nesse nível que muitas vezes se deixa o material para obturação endodôntica em contato com o pino, o que exige cuidados redobrados com a adaptação do material obturador remanescente, já que o procedimento de remoção de parte da obturação, para inserir o pino, pode deslocá-la, potencializando o aparecimento de fendas entre parede e material. Se o cimento e a guta-percha apresentam boa adaptação às paredes dos canais radiculares, o percentual de fendas é menor, fato que minimiza o risco de contaminação do canal pela penetração de fluidos advindos do periodonto e assim favorece o sucesso do tratamento endodôntico¹⁸⁷.

Nossa intenção em armazenar os espécimes a 37°C e umidade de 100% foi avaliar a adaptação do material em condições mais aproximadas da realidade clínica, embora conhecendo-se que a adaptação de alguns cimentos sofre influência da umidade mais do que outros, fato esse constatado por BENATTI; STOLF; RUHNKE¹⁰ (1978) ao observarem que em condições ambientais de 37°C e 100% de umidade o Endomethásone (à base de óxido de zinco e eugenol), na consistência ideal sofreu contração de 0,1% após 15 dias, no que concordam SIQUEIRA JÚNIOR; FRAGA; GARCIA¹⁵² (1995) ao demonstrarem que a 37°C e armazenados durante sete dias os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol apresentaram valores de microinfiltração mais altos do que os cimentos à base de hidróxido de cálcio (Sealapex, Sealer 26 e Apexit), dentre estes o Sealer 26 apresentou maior fluidez e menor infiltração, corroborando FIDEL et al¹⁵² (1995) ao compará-lo com outros cimentos à base de hidróxido de cálcio, constatando que todos sofreram pequena expansão, porém, contrariando os resultados de SILVA et al¹⁵¹ (1994), que verificaram ligeira expansão dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol. MEJIA; GARCIA¹¹⁵ (1996) também notaram maior infiltração do Endomethásone em relação ao Sealer 26 quando estocados a 37°C e 100% de umidade durante 24 horas e BONETTI FILHO; TANOMARU FILHO; LEONARDO¹⁶ (1997) evidenciaram maior infiltração armazenando-os durante sete dias. Com relação ao cimento AH Plus, ZMENER et al¹⁹⁰ (1997)

constataram que o óleo de silicona, presente na sua composição química, pode impedir sua completa aderência às paredes dentinárias do canal radicular quando estocado em umidade de 100%, prejudicando desse modo a sua capacidade de selamento, formando fendas que aumentam a infiltração. Com relação ao Ketac-Endo, KAPLAN et al⁸⁶ (1997) encontraram maior desintegração desse cimento logo após sua inserção em água, em relação ao cimento Tubliseal e AH 26, cujas desintegrações ocorreram mais superficialmente do que profundamente. Com o Ketac-Endo a desintegração ocorreu tanto em superfície quanto em profundidade, justificando os autores ser devido à reação de presa dos cimentos ionoméricos que ocorre em dois estádios: o primeiro, a reação entre o ácido polialcanóico e o cálcio, o segundo, reação entre o ácido e o alumínio sendo que esta, quando não acontece leva a uma maior desintegração do Ketac-Endo. Se o Ketac-Endo for imerso com o alumínio já reagido com o ácido a solubilidade é baixa, o que provavelmente tenha ocorrido com o Ketac-Endo empregado em nosso estudo, uma vez que ele apresentou baixo percentual de fendas. HORNING; KESSLER⁷⁹ (1995) também encontraram maior índice de infiltração com o Ketac-Endo em relação ao Procosol e Sealapex, quando inserido em presença de umidade intracanal (pela permanência de solução salina fisiológica a 0,9%), enfatizando que os efeitos deletérios da contaminação pela umidade ocorrem durante a colocação inicial e a reação de presa do cimento. CAPURRO; ZMENER; MAGA²⁵ (1998) também encontraram maior efeito da umidade de 100% sobre o Ketac-Endo em relação aos outros cimentos ionoméricos (Endion e Fuji IX), indicando fracasso por natureza coesiva e não adesiva, corroborando os resultados de POWIS et al¹³⁴ (1982), SEN; PISKIN; BARAN¹⁴⁹ (1996) e LALH et al¹⁰⁰ (1999). Como pode ser observado na literatura, a umidade altera a adaptação de todos os cimentos selecionados para a realização de nosso experimento.

Nosso estudo está fundamentado na detecção de fendas **na superfície da área radicular e não da área em profundidade**, conforme resultados obtidos por

VALDRIGHI¹⁶⁷, em 1976, constatando que, onde há fendas há espaços vazios que podem comunicar o periodonto com o endodonto, influenciando diretamente na resposta inflamatória, ressaltando, entretanto, que a profundidade destes espaços não alterou significativamente a intensidade da resposta inflamatória.

A microscopia eletrônica de varredura, introduzida na década de 60, atua por transmissão do feixe de elétrons, com poder de resolução 1000 vezes maior do que o microscópio de luz e a imagem é formada pelos elétrons emitidos ou retroespalhados pela superfície da amostra bombardeada pelo feixe de elétrons, destinando-se assim ao estudo de detalhes superficiais do espécime, o que o diferencia da microscopia eletrônica de transmissão, que produz imagens pelos elétrons que atravessam o espécime⁹¹. Desse modo, o microscópio eletrônico de varredura também possibilita diferenciar o tipo de falha encontrada, se de natureza adesiva (entre materiais diferentes) ou coesiva (no corpo do mesmo material), o que nos levou a observar não só a presença de fendas entre parede do canal radicular e material obturador, mas no próprio corpo do material.

Quanto ao preparo dos espécimes para avaliação em microscopia eletrônica de varredura evidencia-se a necessidade de desidratação da amostra, o que usualmente é feito em soluções de concentração crescente de acetona, devido ao interior da coluna do microscópio eletrônico de varredura estar em alto vácuo. Se a amostra tem certa rigidez, pode-se eliminar a acetona por secagem ao ar, seguida da montagem e metalização, mas, se a amostra for muito frágil, a tensão superficial da acetona ao final da secagem pode destruir detalhes superficiais da mesma e causar colapso do espécime, criando inúmeros artefatos, tais como rachaduras ou trincas da estrutura. Essas rachaduras interferem muito na avaliação da amostra, principalmente quando se pretende avaliar fendas entre duas estruturas, pois possibilita o afastamento do cimento ou guta-percha resultando em imagem de fenda falsa⁹¹. Esse problema pode ser resolvido pela secagem ao ponto crítico¹⁸², empregada por alguns autores na

literatura consultada^{130,181}, que é um conjunto de condições de temperatura e pressão de uma substância nas quais ela coexiste na forma gasosa e líquida, sem haver uma interface entre elas. Quando a substância na forma líquida é aquecida em um reservatório fechado, à medida que a temperatura sobe, parte do líquido se evapora e a pressão na fase gasosa aumenta, o que resulta no aumento da densidade do gás, que a partir de um momento se iguala à do líquido, deixando de existir uma separação entre elas; esse é o ponto crítico⁹¹.

O método de visualização indireta da réplica empregado em nosso estudo é outra alternativa para observação dos espécimes em microscopia eletrônica de varredura. STABHOLZ et al¹⁵⁸ (1985) analisando as réplicas pela microscopia eletrônica de varredura com aumentos que variaram de 48 a 1000 vezes constataram que este é um método eficaz para reproduzir as fendas encontradas em áreas marginais, detectando áreas de menor e pior adaptação, assim como áreas limitadas de artefatos, além de poderem observar a variação no tamanho das fendas marginais dentro de cada espécime e entre os grupos. Esse método já havia sido empregado por SELA et al¹⁴⁸ (1975); ao avaliarem em réplica (empregando o Xantopren) a adaptação do cimento de silicato e resina Adaptic às paredes cavitárias previamente condicionadas com ácido fosfórico a 50% durante um minuto, constatando que nenhuma contração dos materiais obturadores, causada pelo vácuo durante o preparo do espécime, iria ocorrer, fato que ocorreu sobre o material obturador intracanal (pHema) e silicone no trabalho de WHITE; GOLDMAN; LIN¹⁷⁹ (1984) ao empregarem o método de desidratação para análise em microscopia eletrônica de varredura. Posteriormente, MASON; FERRARI¹¹¹ (1994) empregaram o poliéter (Impregum) como material de moldagem e posteriormente modelo em silicone (Xantopren) e constataram diferença de adesão do cimento de ionômero de vidro Vitrebond à dentina em cavidades de classe V entre dentes vitais e não vitais, evidenciando que nos dentes extraídos o ionômero não foi capaz de aderir perfeitamente à dentina devido à desidratação dos espécimes, o que ocasiona tensão e

contração no material, capazes de minimizar a coesividade do cimento de ionômero e extensão de adesão à estrutura dental e nos dentes vitais houve adesão devido à presença de fluido tubular vital. LOPEZ et al¹⁰⁷ (1997) realizaram as moldagens em silicona de adição fluida (Express, 3M) que foram metalizadas para a análise em microscopia eletrônica de varredura a 20kV e observaram que as imagens de depressões são na realidade proeminências do material e vice-versa, o que foi considerado para o nosso critério de avaliação. A interface ionômero/canal pôde ser visualizada como uma estrutura saliente da réplica, que correspondeu a um espaço vazio no ionômero. Por meio de escala de medida observaram que esse espaço vazio não tem mais do que 10 μ m de largura. Observaram também a presença de bolhas na estrutura do ionômero, porém sempre lisas, com um diâmetro de 200 μ m e afastadas da parede do canal. Essas características estruturais encontradas por LOPEZ et al¹⁰⁷ (1997) serviram como base para nossa avaliação das imagens metalizadas no molde em silicona de adição Aquasil, assim como alguns critérios de visualização de fendas adotados por LOPEZ et al¹⁰⁷ (1997), tais como bolhas, estruturas salientes e depressões. A medida de área em mm² serviu para calcularmos o percentual de fendas, assim como do material obturador e área do canal. CAPURRO; ZMENER; MAGA²⁵ (1998) não empregaram o método da réplica, mas o próprio espécime obturado e cortado longitudinalmente, cuja superfície foi polida com papel abrasivo de granulação decrescente e tratada com uma solução aquosa de ácido fluorídrico a 1% durante 30 segundos, lavada em seguida com água destilada e seca com jatos de ar. Empregaram a microscopia eletrônica de varredura para analisar a adaptação dos cimentos às paredes dos canais, adotando um critério de avaliação diferente do nosso, já que estudaram a penetração dos cimentos intratúbulos, recorrendo a aumentos maiores das imagens (450 e 650 vezes). Desse modo, detectaram áreas de fraturas na estrutura dos cimentos ionoméricos, que justificaram ser devido às condições a que foram submetidas as amostras para sua observação em microscopia eletrônica de varredura, confirmando

as afirmações de KITAJIMA⁹¹ (1998). Acreditavam entretanto, que a interação dos materiais obturadores com as paredes dentinárias não seria afetada por esses artefatos de técnica, assim como locais em que o cimento reproduziu as irregularidades das paredes. Nos maiores aumentos, descreveram as imagens observadas como uma adaptação deficiente do Ketac-Endo às paredes dentinárias e à presença de bolhas, espaços vazios e numerosas irregularidades ao longo de toda a massa do ionômero. Com o método da réplica foi possível evitarmos a interferência desse artefato em nosso estudo. A imagem de aspecto granuloso do Ketac-Endo também foi semelhante à encontrada em nosso trabalho, que denominamos de aspecto rugoso (Figura 9), diferente das imagens dos cimentos Endomethásone e AH Plus, consideradas de aspecto liso, sem granulações (Figuras 7 e 8). WU; DE GEE; WESSELINK¹⁸⁴ (1997) com aumento de 1000 vezes e WESTON; MOULE; BARTOLD¹⁷⁸ (1999) empregaram material elastomérico para a moldagem de consistência baixa à base de polivinilsiloxano (Extrude) seguido de inclusão em resina epóxica (Araldite) para obtenção de réplicas de raízes obturadas, que após três dias de armazenamento em temperatura ambiente (37°C) foram metalizadas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura a 5kV e fotografadas em aumentos de 20 e 75 vezes, constatando-se que a técnica da resina epóxica produziu alta qualidade de imagens, exceto na presença de pequenas bolhas na maioria dos espécimes. Essas bolhas foram o resultado do aprisionamento de ar quando a moldagem foi realizada, e não foram visíveis a olho nu. As bolhas tenderam a se localizar com maior frequência em áreas da superfície radicular que mostraram bordas cortantes ou defeitos. Poucas bolhas foram notadas nas superfícies lisas das raízes seccionadas. Tal como em nossa interpretação de fendas, os espaços vazios significavam que a fenda foi muito profunda, rompendo a silicona nessa área e modificando a característica de alto relevo. Esses autores não encontraram artefatos de rachaduras nas superfícies radiculares e na interface entre a guta-percha e parede do canal radicular em nenhuma das réplicas de resina examinadas, considerando-as, desse

modo, representações acuradas da superfície radicular, obturação e interface dente/guta-percha.

A associação das microscopias óptica e eletrônica de varredura foi empregada por SELA et al¹⁴⁸ (1975) e MASON; FERRARI¹¹¹ (1994) para avaliar, respectivamente, os problemas inerentes à capacidade de adesão de materiais restauradores e bases de ionômero de vidro à dentina, em secções longitudinais dos espécimes, enquanto LOPEZ et al¹⁰⁷ (1997) avaliaram secções transversais. TANJI; MATSUMOTO¹⁶⁴ (1994) também empregaram essa associação para comparar as alterações morfológicas em dentina provocadas por outros tipos de lasers com e sem refrigeração (a ar ou água). No trabalho de LAGE MARQUES; EDUARDO; MATSUMOTO⁹⁹ (1995) essa visualização também possibilitou a constatação da fusão dos túbulos dentinários provocada pelo laser Nd:YAG. Nosso trabalho empregou microscopia eletrônica de varredura com 20kV e aumentos de imagens que variaram de 50 a 200 vezes, próximo ao empregado por LOPEZ et al¹⁰⁷ (1997) (32 vezes), objetivando a visualização completa da área transversal do canal, apesar de ABRAMOVICH; GOLDBERG¹ (1976) considerarem que o verdadeiro selamento hermético do canal radicular não poderia ser detectado com aumentos que variassem de 600 a 10000 vezes, discordando de SELA et al¹⁴⁸ (1975) que detectaram fissuras entre parede e material obturador mesmo com aumentos de 22 e 24 vezes. MANNOCCI; INNOCENTI; FERRARI¹⁰⁹ (1998) empregaram o estereomicroscópio para avaliar a adaptação da obturação de canais radiculares com e sem adesivo dentinário aplicado previamente e a presença do material obturador nos terços cervical, médio e apical, onde constataram que a diferença do percentual de fendas entre os dois grupos não foi estatisticamente significativa. O microscópio eletrônico de varredura foi empregado para avaliar uma parte representativa da amostra (duas secções apicais e duas coronárias de cada dente do grupo 1) em aumento de 2000 vezes. Os resultados entre as duas microscopias foram semelhantes entre si, salientando-se ainda que na microscopia

eletrônica de varredura foi possível avaliar a penetração do adesivo dental dentro dos túbulos dentinários e a presença de uma camada híbrida, ambas encontradas em quase todas as secções observadas. Nosso estudo empregou a microscopia eletrônica de varredura em todos os espécimes, possibilitando uma comparação com a visualização pela microscopia óptica, potencializando desse modo a confiabilidade dos resultados.

Nos estudos com laser essa associação foi adotada por vários autores^{38,54,88,98,105,112,113,128,135,161,162,164}. No trabalho de LI; CODE; VAN DE MERWE¹⁰⁵ (1992) as fotografias obtidas em microscopia óptica foram capazes de detectar os efeitos térmicos sobre o esmalte e as obtidas em microscopia eletrônica de varredura detectaram irregularidades das paredes após aplicação do laser, no que concordou PAGHDIWALA¹²⁸ (1993) ao detectar algumas superfícies granulosas em microscopia óptica, não sendo possível detectar rachaduras ou fragmentos de dentina, enquanto na microscopia eletrônica de varredura puderam evidenciar a irregularidade de superfícies apicetomizadas, bem como a limpeza das paredes, no que concordaram TAKEDA et al^{161,162} (1998), MATSUOKA; KIMURA; MATSUMOTO¹¹³ (1998) ao evidenciarem mudanças morfológicas na dentina irradiada, com fusão dos constituintes minerais dos túbulos aplicando-se o laser de Nd:YAG e abertura dos túbulos aplicando-se o laser de Er:YAG. No trabalho de TAKAHASHI et al¹⁶⁰ (1996), a microscopia óptica pôde detectar a preparação do canal radicular e a microscopia eletrônica de varredura possibilitou a visualização da estrutura de multicamada na área de irradiação do laser. DOSTALOVÁ et al³⁸ (1996) por meio da microscopia eletrônica de varredura constataram o efeito da irradiação sobre a dentina pela evidência de rachaduras. Já FRIED; SHORI⁵⁴ (1998) conseguiram observar o dano térmico acústico periférico tanto na análise pela microscopia óptica quanto pela eletrônica de varredura. RAMOS; ZECELL; EDUARDO¹³⁵ (1998) ao empregarem estereomicroscópio, microscópio eletrônico de varredura e o EDX (raios x por energia dispersiva) conseguiram avaliar a infiltração marginal em

cavidades preparadas com laser de Er:YAG e obturadas com e sem ataque ácido previamente.

De acordo com a literatura consultada vários fatores podem influenciar na quantidade de espaços vazios na obturação, tais como: **tratamento final da parede do canal radicular após instrumentação**, considerando-se a **remoção ou não da camada residual**^{50,64,78,137,166,169} e o **tipo de agente de limpeza final** empregado^{109,143,176}, **composição química do cimento**^{3,85,145,189}; suas **propriedades físico-químicas**^{10,16,87,115,123,139,141,151,152,183}, **condições ambientais de armazenamento**^{25,79,86} e **técnicas de obturação**, considerando-se o **método de inserção do cimento**^{5,11} e sua **espessura**^{15,35,55,92,102,107,127,140,154,183}. Esses fatores foram levados em consideração para a subdivisão da discussão de nossos resultados, logo a seguir.

6.2- Dos resultados

Quanto à **remoção ou não da camada residual e tipo de agente de limpeza final** POWIS et al¹³⁴ (1982), GOLDBERG et al⁶⁶ (1985), PASHLEY¹³¹ (1990) e CARLSON; SIMON²⁶ (1990) apoiam a presença da camada residual antes da obturação ao afirmarem que ela é um verniz cavitário natural que reduz a permeabilidade dentinária muito mais que qualquer verniz cavitário artificial, limita a capacidade de ligação de vários agentes de união dos materiais usados em contato com a dentina e permite um selamento mais hermético do material obturador no canal. Afirmaram ainda que o nível de difusão dos produtos bacterianos é muito menor quando a camada residual está presente. Tal como BERNARDINELI¹³ (1993) no estudo com obturações retrógradas, encontramos diferenças significantes entre os agentes de limpeza final (Tabela 10), assim como influência dos cimentos no percentual de fendas, porém discordando dele quanto aos resultados com a solução salina fisiológica, que em nosso trabalho

apresentou maior percentual de fendas quando comparado ao EDTA, excetuando-se o grupo obturado com Ketac-Endo. VASSILIADIS; SKLAVOUNOS; STAVRIANOS¹⁶⁹ (1994) também apoiaram a presença da camada residual, pois mesmo com ela o cimento à base de óxido de zinco e eugenol penetrou nos túbulos, contrastando com PALLARES; FAUS; GLICKMAN¹³⁰ (1995), que só encontraram penetração do AH-26 com a camada residual removida. Já WHITE; GOLDMAN; LIN¹⁸⁰ (1987), PETSCHLT; HICKEL; EBERT¹³³ (1989), SAUNDERS; SAUNDERS¹⁴², (1992) e OKSAN et al¹²³ (1993) constataram que a remoção da camada residual melhorou a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, independente do tipo de cimento ou terço radicular. Nossos resultados, entretanto, constataram a influência do tipo de cimento na interação entre agente de limpeza final e material obturador, ao detectarmos pelos resultados do Teste de Dunn (Tabelas 6 e 13) que houve diferença estatisticamente significativa entre o Endomethásone e o AH Plus e entre o Endomethásone e o Ketac-Endo na detecção de fendas, quando se empregou solução salina fisiológica, e que dois subgrupos com camada residual intacta (solução salina fisiológica a 0,9%) apresentaram menor percentual de fendas (S/K e S/AH) em relação aos subgrupos com camada residual removida (seja pelo EDTA ou pelo laser de Er:YAG) quando os cimentos Ketac-Endo (L/K- 4,414% e E/K- 1,329%) e AH Plus (L/AH- 4,114%, E/AH- 0,800%) foram empregados, conforme consta na Tabela 1 e Figura 12. Quando se empregou o cimento Endomethásone, o grupo que permaneceu com camada residual intacta (S/E- 11,341%- Tabela 1) apresentou maior percentual de fendas apenas em relação ao grupo com camada residual removida pelo EDTA (E/E- 4,020%- Tabela 1), porém não significativa estatisticamente (Tabela 2), e quando comparado com o grupo que teve a camada residual removida pelo laser de Er:YAG (S/E- 11,341%; L/E- 12,044%- Tabela 1), apresentou menor percentual de fendas, também estatisticamente não significativa conforme consta na Tabela 2 e Figuras 12 e 13.

Na avaliação pela microscopia eletrônica de varredura constatou-se que o grupo com camada residual intacta só apresentou menor percentual de fendas em relação aos grupos com camada residual removida quando se empregou o cimento Ketac-Endo (S/K- 1,662%; L/K- 6,414%; E/K- 2,610%), conforme Tabela 7, Figuras 15 e 16, embora não significantes estatisticamente (Tabela 8). Com o emprego dos cimentos AH Plus e Endomethásone, o grupo com camada residual intacta (S/AH- 4,345% e S/E- 12,712%) apresentou menor percentual de fendas quando comparado ao grupo com camada residual removida pelo laser de Er:YAG (L/AH - 8,991%; L/E- 15,819%); e maior percentual de fendas quando comparado ao grupo com camada residual removida pelo EDTA (E/AH- 1,293%; E/E- 6,969%), porém não significante estatisticamente, conforme Tabelas 8 e 9, confirmando os achados de GAVINI; AUN; AKISUE⁶⁰ (1996) ao encontrarem maior percolação com cimento N-Rickert em paredes com camada residual intacta, e de BEHREND; CUTLER; GUTMANN⁹ (1996) com o cimento Roth (ambos à base de óxido de zinco e eugenol). RAY; SELTZER¹³⁷, 1991 encontraram melhor adaptabilidade e adesão à parede dentinária com o cimento Ketac-Endo em relação ao cimento de Grossman (à base de óxido de zinco e eugenol) independente do tratamento final da parede do canal radicular, no que concordaram GOLDBERG; ARTAZA; DE SILVIO⁶⁴ (1995) e TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁶⁶ (1998) quando constataram que a presença de camada residual não influenciou na adaptação do Ketac-Endo. Contrariamente, e de acordo com nossos resultados, FIDEL et al⁵⁰ (1994) constataram que com o EDTA, a maioria dos cimentos mostrou aumento de adesão, assim como HOLLAND et al⁷⁸ (1995), que constataram que o EDTA a 20% melhorou a adaptação tanto dos cimentos de óxido de zinco e eugenol quanto do Ketac-Endo. WEIGER et al¹⁷⁶ (1995) também constataram melhor adesão do Ketac-Cem às paredes dentinárias condicionadas previamente com EDTA a 20%. SEN; PISKIN; BARAN¹⁴⁹ (1996) e LALH et al¹⁰⁰ (1999) encontraram falhas coesivas (intracimento) com cimento Ketac-Endo, mesmo com o emprego do EDTA a 17%. MANNOCCI; INNOCENTI; FERRARI¹⁰⁹, (1998)

não encontraram diferença no número total de espaços vazios entre grupos obturados com e sem adesivo dentinário aplicado previamente à obturação do canal radicular. Nossos resultados constatarem tanto em microscopia óptica quanto na eletrônica de varredura que o EDTA melhorou a adaptação do Ketac-Endo apenas em comparação ao laser de Er:YAG. Quando comparado à solução salina fisiológica a 0,9% não houve melhora na adaptação (L/K- 4,414%; E/K- 1,329%; S/K 0,232% - Tabela 1, pela microscopia óptica e L/K- 6,414%; E/K- 2,610%; S/K- 1,662%- Tabela 7, pela microscopia eletrônica de varredura). Já com o cimento Endomethásone constatou-se melhor adaptação com o emprego do EDTA (E/E- 4,020%; L/E-12,044%; S/E-11,341%- Tabela 1) em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (E/E- 6,969%, L/E- 15,819%, S/E- 12,712%- Tabela 7) porém, não significante estatisticamente pelo Teste de Kruskal-Wallis, conforme Tabelas 2 e 8. O cimento AH Plus apresentou melhor adaptação com o emprego do EDTA em relação ao laser de Er:YAG em ambas as microscopias (Tabelas 1 e 7), entretanto estatisticamente não significante para a microscopia óptica (Tabela 4) e significante para a microscopia eletrônica de varredura (Tabela 9). Todavia, os resultados obtidos com o cimento AH Plus, quando comparados com a solução salina fisiológica a 0,9% e o EDTA foram excepcionalmente, contraditórios entre as microscopias, pois na microscopia óptica a solução salina fisiológica a 0,9% apresentou menor percentual de fendas em relação ao EDTA (Figura 13), enquanto que na microscopia eletrônica de varredura a solução salina fisiológica a 0,9% apresentou maior percentual de fendas que o EDTA (Figura 16).

O Laser de Er:YAG pode ser aplicado tanto em Dentística quanto em Endodontia, facilitando a adesão de materiais obturadores em preparos cavitários, de acordo com LI; CODE; VAN DE MERWE¹⁰⁵ (1992), constatada pela análise em microscopias óptica e eletrônica de varredura, onde observaram que a superfície se tornou irregular após aplicação do laser com parâmetros de 2 e 5Hz e duração de 200µs e energia por pulso variando de 25 a 365mJ. VISURI et al¹⁷² (1996) também

constataram por meio de máquina universal de ensaio e microscopia eletrônica de varredura aumento de adesão aplicando-se 350mJ por pulso e 6Hz, quando comparado aos dentes com e sem aplicação de ácido fosfórico a 10% durante 30 segundos, em cavidades preparadas só com brocas. DOSTALOVÁ et al⁴⁰ (1998) também constataram irregularidades das paredes dentinárias aplicando frequências que variaram de 1 a 4Hz nos preparos cavitários, que se tornaram maiores e com aparência microretentiva em microscopia eletrônica de varredura, tornando a qualidade de retenção semelhante ao preparo com brocas. RAMOS; ZECELL; EDUARDO¹³⁵ (1998) em análise pela estereomicroscopia e microscopia eletrônica por energia dispersiva de raios x (EDX) evidenciaram em dentes com condicionamento ácido após a aplicação do laser de Er:YAG para preparo de cavidades, menos infiltração nas margens gengivais em relação aos dentes irradiados com laser de Er:YAG, com parâmetros de 400mJ, 6Hz e energia de 8,43J/cm² sem condicionamento ácido e outro grupo preparado só com broca e com condicionamento ácido. ARMENGOL et al⁴ (1999) detectaram superfícies rugosas e floculadas e escamação com aplicação do laser de Er:YAG, que após limpas melhoraram a adesão da resina nos preparos cavitários. A dentina coronária tratada com laser de Er:YAG com parâmetros de 2,25W, distância focal de 11mm, 4Hz, 200mJ a 62J durante um minuto proporcionou maior adesividade de cimentos endodônticos em trabalhos de SOUZA NETO¹⁵⁷ (1999), CUSSIOLI³⁴ (1999) e PÉCORA et al¹³² (2000). SOUZA NETO¹⁵⁷ (1999) constatou em máquina universal de ensaio que o Sealer 26 aderiu melhor, tanto à dentina preparada com laser de Er:YAG quanto àquela sem preparo, em relação ao Endomethásone, Grossman e N-Rickert, não havendo, portanto, influência do laser de Er:YAG na adesividade dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol. Nossos resultados divergiram de SOUZA NETO¹⁵⁷ (1999), pois verificou-se interferência do laser de Er:YAG na adaptação dos cimentos endodônticos Ketac-Endo, AH Plus e Endomethásone às paredes dos canais radiculares, já que foi constatado o maior percentual de fendas com esse grupo, tanto em microscopia óptica (L/K- 4,414%,

L/AH- 4,114%, L/E- 12,044%), conforme Tabela 1, quanto em microscopia eletrônica de varredura, conforme Tabela 7 (L/K – 6,414%; L/AH- 8,991%; L/E- 15,819%). Em nosso estudo o laser foi aplicado intracanal com a fibra óptica paralela às paredes dos canais radiculares apicocoronariamente em movimentos circulares nos parâmetros de 100mJ, com energia real de 44mJ, 10Hz, durante dez segundos, evidenciando diferença estatisticamente significativa entre o cimento Ketac-Endo e o Endomethásone. CUSSIOLI³⁴ (1999) constatou, por meio de máquina universal de ensaios, aumento da área do canal radicular e paredes dentinárias irregulares com características microretentivas de dentes tratados com laser de Er:YAG quando comparados com dentes tratados com EDTAC e grupo sem tratamento algum, e constatou que a dentina tratada com laser de Er:YAG propiciou a maior adesividade. Já a dentina tratada com solução de EDTAC proporcionou adesividade intermediária e a dentina que não recebeu tratamento algum mostrou menor adesividade. O cimento AH Plus apresentou a maior adesividade, seguido do Topseal e Sealer 26, com valores intermediários e AH 26, Sealer Plus e Fill Canal (à base de óxido de zinco e eugenol) com menor valor de adesividade, corroborando nossos resultados, uma vez que o AH Plus apresentou menor percentual de fendas quando comparado ao Endomethásone (à base de óxido de zinco e eugenol), tanto em microscopia óptica (Figura 14) quanto em microscopia eletrônica de varredura (Figura 17). CARVALHO et al²⁷ (2000) também encontraram que a aplicação do laser de Er:YAG previamente à obturação com Top Seal e condensação lateral propiciou as maiores infiltrações na interface parede/material quando comparado ao grupo do EDTA e do laser de Nd:YAG. Sugere esse trabalho que o tipo de laser influencia na adaptação do material, uma vez que o Nd:YAG propiciou a menor infiltração, provavelmente pelo fuscionamento dos túbulos dentinários e o Er:YAG por sua vez, deixou as paredes com os túbulos dentinários abertos e com irregularidades, permitindo uma maior chance de penetração do corante azul de metileno.

Em Endodontia ECHEVARRIA et al⁴³ (1996) aplicaram o laser de CO₂ como agente de limpeza final intracanal com 3W durante cinco segundos, seguido de obturação com AH Plus, cimento de Grossman, Endion, AH 26, Sealer EWT ou Ketac-Endo nos diferentes grupos experimentais, e constataram pela microscopia eletrônica de varredura e fotovideomicroscopia que, a 2mm do ápice radicular houve desadaptação entre cimento e dentina, com maior intensidade para o grupo que empregou o cimento de Grossman (à base de óxido de zinco e eugenol), porém, concluíram que estatisticamente, o laser não afetou a adaptação dos cimentos endodônticos. Nossos resultados, apesar de empregarmos outro tipo de laser, confirmaram os achados de ECHEVARRIA et al⁴³ (1996) quanto ao resultado com cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endomethásone), onde constatou-se na interação Laser/Endomethásone (L/E) maior percentual de fendas tanto pela análise em microscopia óptica (12,044%- Tabela 1) quanto pela análise em microscopia eletrônica de varredura (15,819%- Tabela 7); sendo nesta estatisticamente significante pelo Teste de Dunn (Tabela 11 e Figura 16) em relação ao percentual de fendas encontrado com cimento Ketac-Endo, e não significante em relação ao AH Plus .

A direção de irradiação do laser de Er:YAG segundo ZENNYU et al¹⁸⁸ (1998), quer seja paralela ou perpendicular à superfície dental irradiada nos parâmetros de 180mJ e 10Hz, durante dez segundos para o esmalte e dois segundos para a dentina, não teve efeito significativo na aparência morfológica da dentina, porém apresentou para o esmalte. Entretanto, possivelmente a direção de irradiação pode explicar a divergência entre nossos resultados e os de SOUZA NETO¹⁵⁷ (1999), que aplicou o laser de Er:YAG perpendicular à superfície dentinária (exposta por desgaste coronário), enquanto que em nosso experimento o laser foi aplicado intracanal, paralelamente à superfície dentinária. Devido à constatação dos maiores percentuais de fendas com o laser, deduz-se que ele interferiu na adaptação de todos os cimentos, tanto em análise pela microscopia óptica quanto pela microscopia eletrônica de varredura, com diferença estatisticamente

significante, na microscopia eletrônica de varredura, entre o laser e EDTA quando se empregou o cimento AH Plus (Tabela 9) e, no mesmo grupo do laser, entre o Endomethásone (15,819%) e o Ketac-Endo (6,414), conforme Tabelas 7 e 11, na análise pela microscopia eletrônica de varredura. Na análise pela microscopia óptica houve diferença estatisticamente significativa entre o laser e a solução salina fisiológica a 0,9% quando se empregou o cimento Ketac-Endo (Tabela 3) e no grupo do laser não houve diferença estatística entre os cimentos (Tabela 5), constatando-se que o laser não contribuiu para a adesividade dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, assim como dos outros cimentos, uma vez que os percentuais de fendas foram os maiores quando de sua aplicação. VALE et al¹⁶⁸ (2000) evidenciaram que, ao mesmo tempo que o laser aumenta a área do canal radicular quando aplicado apicocoronariamente em movimentos circulares, com parâmetros de 100mJ (energia real de 44mJ), também deixa as paredes dentinárias irregulares, o que sugere uma possível interferência do laser na adaptação do material obturador quando aplicado nas condições acima citadas, visto que o contato da fibra pode ocorrer mais em uma parede do que em outra, criando-se assim maiores dificuldades de preenchimento em determinadas áreas do canal e, portanto, menor adaptação do material obturador às paredes.

Em 2000 GUERISOLI et al⁶⁹ constataram que a irrigação com hipoclorito de sódio de sódio a 1% previamente à aplicação do laser de Er:YAG apresentou melhor limpeza do canal do que quando se empregou a água destilada, constatando-se que quando associado ao hipoclorito de sódio a 1%, o laser de Er:YAG é tão eficiente quanto o EDTAC na remoção da camada residual presente no interior dos canais radiculares. Isto contraria os resultados de PÉCORA et al¹³² (2000) ao constatarem que o aumento de permeabilidade dentinária intracanal foi maior com a água destilada empregada previamente ao laser de Er:YAG, aplicado com parâmetros de 15Hz, 140mJ a 42J, 300 pulsos, do que quando o hipoclorito de sódio a 1% foi empregado, assim como a água deionizada sem aplicação do laser; donde se concluiu que o hipoclorito de sódio a 1%

não interagiu tão bem quanto a água com a irradiação a laser. Segundo PÉCORA et al¹³² (2000) seus resultados podem ser explicados pela condutância iônica do hipoclorito de sódio a 1%, que apresenta valores de 46,5ms e a da água 1,0ms. Esta diferença significa que o hipoclorito de sódio apresenta uma quantidade muito maior de íons livres, o que pode ser um fator decisivo na interação com o laser de Er:YAG. A maior limpeza da parede dentinária proporciona um maior número de túbulos dentinários abertos, aumentando sua permeabilidade, conseqüentemente possibilita uma maior penetração dos cimentos nos túbulos. Esse fato pode justificar o porquê do grupo de laser em nossos resultados não ter tido a mesma ou melhor adaptação dos cimentos com o grupo de EDTA a 17%, uma vez que os dentes de todos os grupos foram irrigados durante a instrumentação com hipoclorito de sódio a 1%, seguido de solução salina fisiológica a 0,9%. Isto pode sugerir que a permeabilidade dentinária do grupo irradiado com laser de Er:YAG tenha sido menor que a do grupo com EDTA a 17%, influenciando na adaptação do cimento AH Plus, que foi estatisticamente significante entre o laser e EDTA (Tabela 9), somente na análise em microscopia eletrônica de varredura. Pelo exposto observou-se que, a remoção da camada residual com laser de Er:YAG interferiu na adaptação do material de obturação, com percentuais de fendas maiores para todos os cimentos, tanto na avaliação pela microscopia óptica quanto pela microscopia eletrônica de varredura, percentuais esses ainda maiores do que os observados quando a camada residual não foi removida (solução salina fisiológica a 0,9%). Ao se avaliar o grupo em que se empregou a solução salina fisiológica a 0,9% constataram-se porcentagens de fendas variando de acordo com o cimento empregado, com maior média para o cimento Endomethásone (11,341%), seguida do Ketac-Endo (0,232%) e menor para o cimento AH Plus (0,055%), conforme consta na Tabela 1 e Figura 14, pela análise em microscopia óptica. A Tabela 6 mostra pelos resultados do Teste de Dunn para a solução salina fisiológica a 0,9% que houve diferença estatisticamente significante entre o Endomethásone e o outros cimentos. Pela microscopia eletrônica de varredura

chegou-se aos mesmos resultados, evidenciando-se porém percentual de fendas mais elevado para todos os cimentos (Ketac-Endo- 1,662%; AH Plus- 4,345%; Endomethásone- 12,712%) no grupo da solução salina fisiológica, conforme consta na Tabela 7 e Figura 16. A Tabela 13 mostra os resultados do Teste de Dunn, onde se detectou diferença estatisticamente significativa entre o cimento Endomethásone e os outros dois cimentos.

A Tabela 14 mostra os resultados do Teste de Wilcoxon entre as duas microscopias empregadas quando compararam-se os resultados de fendas encontradas para cada tipo de interação (Figura 18), evidenciando-se que nos grupos em que se empregou a solução salina fisiológica a 0,9%, houve diferença estatisticamente significativa nas porcentagens de fendas encontradas com cimento AH Plus.

Quanto aos **componentes químicos do cimento**, JONCK; ERIKSSON; COMINS⁸⁵ (1979) evidenciaram que a liberação de zinco para a dentina influi benéficamente para o sucesso dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol. OKSAN et al¹²³ (1993) constataram que dependendo das propriedades físico-químicas do cimento, ele pode penetrar mais ou menos nos túbulos dentinários, por outro lado, ABRAMOVICH; GOLDBERG¹ (1976) constataram falta de obliteração total dos túbulos dentinários pelos cimento resinoso (AH-26) e à base de óxido de zinco e eugenol (cimento de Grossman), enfatizando que não há aderência por parte dos mesmos à parede do canal, e sim mera compressão contra a parede do canal, no que concordou MORAES¹¹⁹ (1981) ao verificar menor infiltração do corante Rhodamine B com AH-26 acrescido de 20% de hidróxido de cálcio quando comparado ao óxido de zinco e eugenol. SAVIOLI; SILVA; PÉCORA¹⁴⁵ (1994) enfatizaram que a resina natural (breu) conferiu ao cimento de óxido de zinco e eugenol escoamento suficiente e acelerou o tempo de endurecimento, o sulfato de bário a 30% aumentou o seu escoamento e o tetraborato de sódio anidro retardou a reação química entre o óxido de zinco e eugenol, mas não conseguiu realizar esta função na presença de resina natural. SOUZA NETO¹⁵⁶

(1997) observou que os breus são responsáveis pela adesividade dos cimentos tipo Grossman. Os diferentes tipos de breus liberam maior quantidade de íons e estes têm afinidade elétrica com a dentina, que é constituída de alta concentração de substâncias inorgânicas. Desse modo, a adesão dos cimentos do tipo Grossman à dentina é estabelecida por ligação eletrostática e não pela penetração no interior dos túbulos dentinários. Este fato pode justificar porque a solução de EDTA a 17% e o laser de Er:YAG, aplicado paralelamente à superfície dentinária em nosso estudo, não apresentaram ação efetiva significativa para aumentar a adesividade do Endomethásone à dentina; já que ele não apresenta breu em sua composição e assim a adesividade é fraca por não haver ligação química eficaz entre o cimento e a dentina. DUARTE⁴² (1999) constatou baixo selamento apical e escoamento muito elevado do AH Plus quando comparado ao AH Plus acrescido de 5% de hidróxido de cálcio. DE ALMEIDA et al³⁶ (2000) entretanto, constataram que cimentos de classificação diferente (Fill Canal e Ketac-Endo) não apresentaram diferença estatística significativa no teste de infiltração. Já com o AH Plus a infiltração foi significativamente menor. Nossos resultados também constataram diferença estatisticamente significativa entre o AH Plus e o Endomethásone, sendo que o primeiro apresentou o menor percentual de fendas e assemelhou-se ao apresentado pelo Ketac-Endo, tanto na análise pela microscopia óptica (Figura 13) quanto na análise pela microscopia eletrônica de varredura (Figura 16).

Quanto às **propriedades físico-químicas dos cimentos** WU; DE GEE; WESSELINK¹⁸³ (1994) ressaltaram que a capacidade de selamento pode estar relacionada com a fluidez, tempo de presa, contração volumétrica e solubilidade ou absorção de água em fluidos orais e teciduais. BENATTI; STOLF; RUHNKE¹⁰, (1978), SILVA et al¹⁵¹ (1994), RODRIGUEZ-PONCE¹³⁹ (1995) concluíram que o tempo de endurecimento dos cimentos de óxido de zinco e eugenol variou de 14 minutos a três horas e 30 minutos e a espessura estava de acordo com os padrões estabelecidos pela ADA², porém a fluidez (23- valor de fluidez) foi considerada abaixo dos padrões

mínimos aceitos pela ADA². A estabilidade dimensional dos cimentos é caracterizada pelo poder de contração e/ou expansão do material obturador e segundo SANTOS et al¹⁴¹, (1977) e BENATTI; STOLF; RUHNKE et al¹⁰ (1978), a consistência ideal do cimento evita ou minimiza as alterações dimensionais sofridas por ele. KAZEMI; SAFAVI; SPANGBERG⁸⁷ (1993) registraram expansão inicial seguida de contração volumétrica tanto para o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (EndoFill) quanto para o cimento à base de resina epóxica (AH 26). Nossos resultados com o Endomethásone, que pertencem à mesma classificação do Endofill, entretanto, demonstraram apenas expansão (0,68%), conforme Tabela 15, corroborando SILVA et al¹⁵¹, (1994) que também constataram ligeira expansão para os cimentos do tipo Grossman, tais como os cimentos de Grossman, Fill Canal (0,47- valor de expansão) e maior para o cimento de Grosscanal (2,92- valor de expansão). SAVIOLI¹⁴⁴ (1998) observou grande expansão dos cimentos Endomethásone (2,56%) e do Endomethásone Ivory (1,25%- valor de expansão). Já DE GEE; WU; WESSELINK³⁷ (1994) encontraram maior percentual de infiltração no grupo Ketac-Endo, que apresentou alta contração volumétrica ($3,6 \pm 0,2$ vol.%) com 15 horas a 37°C e baixa força de adesão em relação ao AH 26 ($2,0 \pm 0,1$ vol.%) a 70 horas a 37°C. O tempo de endurecimento foi de duas horas e 30 minutos para o Ketac-Endo e 34 horas para o AH 26, tempo esse que favoreceu maior infiltração na interface dentina/Ketac-Endo. DALAT; ONAL³⁵ (1998) encontraram tempo de presa ainda menor (de seis a sete minutos) para o Ketac-Endo em temperatura ambiente, ressaltando que esse tempo pode exigir o emprego de mais de uma cápsula do produto durante a técnica da condensação lateral. Nossos resultados estão parcialmente de acordo com esses autores, já que constatamos tempo de presa intermediário (26 minutos), em estocagem a 37°C e 100% de umidade para o Ketac-Endo, de acordo com o informado pelo fabricante, confirmando, entretanto, a alta porcentagem de contração (3,54%), conforme Tabela 15. O tempo de presa curto dificulta clinicamente a inserção e adaptação do Ketac-Endo às paredes do canal

radicular, principalmente no terço apical. Ainda assim, nossos resultados evidenciaram baixo percentual de fendas para o grupo obturado com Ketac-Endo, não encontrando diferenças estatísticas significantes quando comparado ao AH Plus empregando-se o mesmo agente de limpeza final, tanto em análise pela microscopia óptica quanto pela microscopia eletrônica de varredura (Figuras 13 e 16, respectivamente). RODRIGUEZ-PONCE¹³⁹ (1995) encontrou tempo de presa de 22 minutos para o Ketac-Endo, um pouco menor que o encontrado em nosso estudo (26 minutos). A solubilidade de 18,18 encontrada por esses autores foi muito superior à permitida pela ADA² (<3). Quanto ao AH Plus recomendaram espátulação na proporção de 1:1, pois ele assim apresentará excelente consistência e fluidez, melhorando o selamento; sua fluidez (36- valor de fluidez) e solubilidade (0,31- valor de solubilidade) estão dentro dos padrões aceitos pela ADA (>25 e <3, respectivamente). A alta solubilidade do Ketac-Endo, constatada por esses autores, não influenciou em nossos resultados, uma vez que o percentual de fendas em microscopia óptica (L/K- 4,414%, E/K-1,329%, S/K- 0,232%- Tabela 1) foi semelhante ao AH Plus (L/AH- 4,114%, E/AH- 0,8%, S/AH- 0,055%- Tabela 1) e melhor que o AH Plus na análise pela microscopia eletrônica de varredura quando se empregou o laser (L/K- 6,414%, L/AH- 8,991%- Tabela 7) e a solução salina fisiológica a 0,9% (S/K- 1,662% e S/AH- 4,345%- Tabela 7). ZMENER et al¹⁹⁰ (1997) constataram, entretanto, que nem o AH Plus nem o AH 26 apresentaram selamento apical completo, ressaltando que o tempo de presa mais curto do AH Plus e seu maior poder de contração em relação ao AH 26 puderam contribuir para a desunião precoce com as paredes dentinárias e para maior infiltração. Essa justificativa não pode ser dada para nossos resultados encontrados com o Ketac-Endo, que mesmo com alta contração apresentou, juntamente com o AH Plus, os menores percentuais de fendas.

O outro tipo de fenda denominada coesiva (no corpo do material obturador) foi encontrada por WENNBERG; ORSTAVIK¹⁷⁷ (1990) em cimentos resinosos e à base de hidróxido de cálcio; por DE GEE; WU; WESSELINK³⁷, (1994) em 100% dos espécimes

obturados, seja com Ketac-Endo ou AH-26; por SEN; PISKIN; BARAN¹⁴⁹ (1996), com os cimentos Endomethásone, CRCS e Ketac-Endo, nesse também confirmado por LALH et al¹⁰⁰ (1999). Em nossos resultados observamos também esse tipo de fenda em alguns espécimes, que classificamos como: guta/cimento, cimento/cimento e guta/guta. Na análise em microscopia óptica encontramos apenas 13 espécimes, conforme Anexo 7 e na análise pela microscopia eletrônica de varredura dez espécimes, conforme Anexo 12, de fendas tipo coesiva. O cimento Endomethásone apresentou o maior percentual de fenda coesiva em comparação com o cimento AH Plus e Ketac-Endo na análise pela microscopia óptica nos grupos com camada residual removida (EDTA a 17%), o que representou 61,53% (Anexo 8- microscopia óptica) dos espécimes com esse tipo de fenda. Já na análise pela microscopia eletrônica de varredura (Anexo 12) o grupo obturado com Endomethásone apresentou 10% (Anexo 13- microscopia eletrônica de varredura) dos espécimes que apresentaram essas fendas, especificamente na interface guta/cimento. SEN; PISKIN; BARAN¹⁴⁹ (1996) ainda constataram que o Endomethásone não penetrou profundamente dentro dos túbulos dentinários e sim superficialmente, justificando ser devido provavelmente à decomposição da matriz do cimento ou não formação da mesma, fato que pode explicar nossos resultados negativos com relação ao Endomethásone. Com o Ketac-Endo, os autores também encontraram pouca penetração nos túbulos dentinários, ficando limitada a uma profundidade de 30 a 40µm. Ao relacionarem os fatores que afetaram a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários destacaram uma série deles: atividade de superfície, o ângulo de contato formado entre o cimento e a dentina radicular, o diâmetro dos túbulos dentinários abertos e a técnica de obturação empregada.

Quanto aos efeitos das **condições ambientais de armazenamento**, nossos resultados contrastaram com BENATTI; STOLF; RUNHKE¹⁰ (1978) ao encontrarem no Endomethásone contração de 0,1%, uma vez que encontramos expansão de 0,68% (Tabela 15), corroborando SILVA et al¹⁵¹ (1994) e SAVIOLI¹⁴⁴ (1998). Estes resultados

devem-se provavelmente à proporção pó/líquido empregada, que em nosso estudo foi de 0,1g de pó para uma gota de líquido e proporcionada por apenas um operador, enquanto BENATTI; STOLF; RUHNKE¹⁰ (1978) basearam-se na média da proporção empregada por sete operadores, ou seja 0,12g de pó para quatro gotas de líquido, portanto, mais fluida do que a nossa proporção, o que implica numa contração. Nossos resultados também corroboraram MEJIA, GARCIA¹¹⁵ (1996) ao constataremos melhor adaptação do cimento AH Plus (resinoso) em relação ao Endomethásone em ambiente de 37°C e 100% de umidade, tanto na análise pela microscopia óptica (Tabela 1 e Figura 12) quanto em microscopia eletrônica de varredura, com exceção da interação Laser/AH Plus que apresentou maior percentual de fendas (8,991%- Tabela 7) quando comparado ao grupo EDTA/Endomethásone (6,969%- Tabela 7 e Figura 15). A umidade interna do canal radicular antes da obturação foi removida pelo método de secagem do canal com cones de papel absorvente, de calibre compatível com o instrumento memória. Considerando-se o baixo percentual de fendas obtido com o Ketac-Endo (entre 0,232% em microscopia óptica e 6,414% em microscopia eletrônica de varredura, conforme Tabelas 1 e 7, respectivamente), sugere-se que esse método foi eficaz na remoção da umidade intracanal, discordando de RAWLINSON¹³⁸ (1989) e PALLARÉS; FAUS; GLICKMAN¹³⁰ (1995), pois do contrário a adaptação do cimento Ketac-Endo seria muito prejudicada com a umidade intra e extracanal oriunda do armazenamento, simultaneamente, uma vez que esse cimento apresentou alto índice de contração nos ensaios de estabilidade dimensional em presença de 100% de umidade, diferenciando-se do AH- Plus e Endomethásone, que apresentaram expansão.

Quanto às **técnicas de obturação**, considerando-se a **espessura do cimento** WU; DE GEE; WESSELINK¹⁸³ (1994) encontraram melhores resultados com o Ketac-Endo em relação ao AH 26, Sealapex e Tubliseal com espessura de 0,05mm entre a guta percha e a parede dentinária, observando, entretanto, que quanto mais cimento, maior a contração, maior o desligamento da dentina e mais falha na adesividade. Já DE

GEE; WU; WESSELINK³⁷ (1994) constataram que o Ketac-Endo infiltrou significativamente mais que o AH-26, principalmente na interface cimento/dentina, enquanto que com este cimento as fendas ocorreram mais intracimento. Nossos resultados mostraram que o Ketac-Endo e o AH Plus apresentaram os menores percentuais de fendas, sendo o AH Plus melhor, porém sem diferença estatística na microscopia óptica e o Ketac-Endo melhor que o AH Plus em microscopia eletrônica de varredura, excetuando-se quando se empregou o EDTA, conforme Figura 16. Embora não se tenha avaliado a espessura desses cimentos, pudemos padronizá-la pelo emprego da técnica clássica de obturação seguida da condensação lateral ativa. Desse modo, os cimentos apresentaram pequena espessura entre parede/guta-percha¹⁸³ (<1mm com essa técnica), minimizando assim a interferência dessa variável na adaptação dos cimentos em nosso estudo, favorecendo aqueles cimentos que apresentam propriedades adesivas (Ketac) e/ou mínima alteração dimensional (AH Plus). SMITH; STEIMAN¹⁵⁴ (1994) constataram a importância do cimento na técnica de obturação quando compararam a capacidade de infiltração pela técnica de gutta-percha sem cimento e com cimento Ketac-Endo, Tubliseal e cimento Roth, evidenciando que todos os grupos obturados com cimento apresentaram significativamente menos infiltração do que o grupo só com gutta-percha. Entretanto, entre os grupos com cimento, o Ketac-Endo apresentou significativamente maior infiltração do que o cimento à base de óxido de zinco e eugenol. Estes resultados contrastam com os nossos, já que encontramos os maiores percentuais de fendas para o Endomethásone e os menores para o Ketac-Endo, juntamente com o AH Plus. Já KOCH; MIN; STEWART⁹² (1994) constataram menos infiltração com o cimento Ketac-Endo empregando a técnica da condensação lateral, enquanto que o cimento de Grossman apresentou menos infiltração com a técnica do cone único. Atribui-se esse melhor resultado com Ketac-Endo provavelmente devido às suas propriedades de adaptabilidade e à capacidade de aderir à estrutura dental, que permite menos infiltração na interface entre as paredes do

canal, cimento e guta-percha. A técnica do cone único exige mais cimento e devido ao fato do Ketac-Endo possuir alta contração volumétrica, com maior espessura de cimento a contração é ainda maior, comportando-se melhor com a técnica de obturação que necessita de menor quantidade de cimento, como a técnica da condensação lateral, sugerindo-se que o cimento de Grossman já não sofre tanta influência negativa da maior espessura. SOUSA; BERNARDINELI; BERBERT¹⁵⁵ (1994) constataram maior infiltração com cimento à base de óxido de zinco e eugenol (OZE) em relação ao cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealapex) na técnica híbrida de Tagger, no que concordaram BONETTI FILHO; TANOMARU FILHO; LEONARDO¹⁶ (1997), empregando o Fill Canal e Sealapex, porém com a técnica clássica. Considerando-se esses resultados, sugere-se que o Endomethásone (da mesma classificação do Fill Canal) tenha resultados semelhantes quando comparado ao AH Plus (resinoso e de baixa solubilidade- 0,31%) e ao Ketac-Endo (ionômero de vidro de alta solubilidade -18,18, segundo RODRIGUEZ-PONCE¹³⁹,1995) com contração de 3,54%, de acordo com nossos resultados. O Ketac-Endo, por sua vez, apresenta propriedade de adesão à estrutura dental inerente aos cimentos à base de ionômero de vidro, propriedade física que provavelmente minimizou o percentual de fendas parede/material obturador encontrado em nossos resultados, porém, não apresentada pelo Endomethásone. FRIEDMAN et al¹⁵⁵ (1995) evidenciaram sucesso clínico com Ketac-Endo após 18 meses, tanto empregando a técnica da condensação lateral quanto a do cone único, ressaltando assim sua confiabilidade clínica mesmo com espessuras maiores, como a empregada na técnica do cone único, enquanto KOLOKORUS et al¹⁹³ (1996) constataram seu sucesso histológico quando observaram que a irritação provocada por ele em tecido conjuntivo de rato persistiu só até o 15º dia. BONETTI FILHO; GUIDOTTI; LOFFREDO¹⁵ (1995) encontraram mais infiltração com o Ketac-Endo (3,55mm) quando comparado com o Sealer 26 (0,51mm) e com o Fill Canal (1,45mm) empregando a técnica da condensação lateral, confirmando os achados de SMITH; STEIMAN¹⁵⁴ (1994). ROHDE et al¹⁴⁰ (1996) não encontraram

diferença estatisticamente significativa quando empregaram Ketac-Endo com a técnica da condensação lateral e cone único, porém este apresentou maior infiltração quando comparado aos cimentos Roth e AH 26. ANTÔNIO, MOURA³ (1997) detectaram maior infiltração da obturação com guta-percha e Ketac-Endo em relação ao N- Rickert, AH 26 e Sealapex, no que concordaram ZMENER; CAPURRO; MAGA¹⁸⁹ (1997) com espécimes obturados com Ketac-Endo, ao evidenciarem grandes áreas de desadaptação às paredes dos canais radiculares e desintegração de superfícies nas interfaces dente/obturação. Já com o AH 26 detectaram interfaces uniformes e íntima relação do material obturador com a dentina. LEE; HARANDI; COBB¹⁰² (1997) constataram maior infiltração na obturação com o Ketac-Endo e técnica do cone único quando comparado ao cimento de Grossman, sugerindo os autores que houve falta de adesão química e/ou física significativa entre o cone de guta-percha e o Ketac-Endo circundante. Entretanto, em combinação com o método da condensação lateral pôde adaptar-se melhor aos cones do que o cimento de Grossman devido provavelmente à outras vantagens inerentes a este cimento. DALAT; ONAL³⁵ (1998) num estudo comparativo estudaram a infiltração apical e não encontraram diferenças estatísticas significantes entre Ketac-Endo e AH-26, empregando tanto condensação lateral quanto cone único a 37°C por uma semana. Justificaram os autores, que os resultados foram devido à união química do Ketac-Endo às paredes do canal, e tal adesão conferiria uma nítida vantagem na terapia endodôntica, impedindo então a percolação e penetração bacteriana na interface cimento/dentina. OZATA et al¹²⁷ (1999) não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre Apexit e Diaket, entretanto houve infiltração mais significativa com o Ketac-Endo.

Quanto ao método de avaliação com a réplica e microscopias empregadas embora em nosso estudo os aumentos das imagens tenham sido bem menores que os empregados por ABRAMOVICH; GOLDBERG¹ (1976), com a mesma potência empregada por WOLLARD et al¹⁸² (1976), nossos resultados constataram adaptação

total do material obturador na análise pela microscopia óptica em 51 dos 90 espécimes avaliados, o que representou 56,66% do total da amostra (Anexos 4, 5 e 6). Pela microscopia eletrônica de varredura o percentual diminuiu para 22,22% (20 espécimes) do total da amostra avaliada (90 espécimes), conforme Anexos 9, 10 e 11. MASON; FERRARI¹¹¹ (1994) constataram que seus resultados foram semelhantes nas análises pelas microscopias óptica e eletrônica de varredura e não necessitaram de análise estatística.

A fidelidade dos moldes obtidos para reprodução da área obturada do canal radicular pôde ser constatada quando comparamos os resultados da microscopia óptica com a eletrônica de varredura, evidenciando que o percentual de fendas encontrado nos nove tipos de interações (agente de limpeza final/cimento) na análise pela microscopia óptica cresceu na mesma proporção para todas as interações quando analisados na microscopia eletrônica de varredura (Figura 18), sugerindo desse modo, que houve maior visualização das fendas na interface parede/material obturador com a microscopia eletrônica de varredura, conforme Tabela 14 e Figura 18, destacando-se diferença estatisticamente significativa dos resultados entre as duas microscopias (Tabela 14) em quatro tipos de interações (Laser/AH Plus, Laser/Endomethásone, EDTA/Endomethásone e solução fisiológica/AH Plus), o que representou 44,44% dos tipos de interações avaliadas. Entretanto, a contradição dos resultados entre as duas microscopias empregadas quando se avaliaram as fendas em outras áreas (guta/guta; cimento/cimento; gutta/cimento), denominadas de coesivas, reproduzidas pelos moldes em silicona de adição, se justifica pelo fato das fendas coesivas poderem ter apresentado aspecto estrutural fora do padrão previamente estabelecido neste trabalho, para ser considerada fenda, ou seja, sem aspecto de alto relevo ou espaço vazio que sugerisse fenda profunda pela microscopia eletrônica de varredura. Há de se considerar também o aspecto estrutural dos cimentos, verificando-se uma coincidência de mais fendas nessas áreas para os cimentos de aspecto liso (Endomethásone e AH Plus).

6.3- Considerações finais

Diante dos resultados encontrados podemos observar que a adaptação do material obturador às paredes do canal radicular sofre influência da ação prévia do tratamento final da paredes dentinárias. O EDTA continua sendo um excelente removedor da camada residual, promovendo limpeza e aumento do diâmetro dos túbulos dentinários. O laser de Er:YAG também atua na remoção da camada residual, porém remove tecido dentinário de forma irregular, deixando áreas com maiores remoções de tecido do que outras, justificada pelo fenômeno de ablação. Esse fato provavelmente explica a sua ação negativa sobre a adaptação de todos os cimentos testados em nosso estudo ao empregarmos a técnica clássica de obturação, seguida de condensação lateral ativa. Seria oportuno enfatizar ainda que, a obturação pela técnica de termoplastificação da guta-percha poderia apresentar diferentes resultados, fato a ser investigado, uma vez que em nosso estudo não variamos a técnica de obturação, e sim os agentes de limpeza final e o cimento. O tipo de laser, assim como a direção de irradiação, também podem influenciar nos resultados, já que em alguns trabalhos da literatura consultada^{34,157} constatou-se boa adesão dos cimentos na dentina irradiada, porém o laser foi aplicado em dentina coronária e não intracanal, fato que modifica a direção do feixe laser sobre essa estrutura.

O tipo de cimento também influenciou na adaptação da obturação, uma vez que ainda pôde ser constatada melhor adaptação no grupo com camada residual intacta (solução salina fisiológica) em relação ao grupo com camada residual removida (EDTA ou laser de Er:YAG) quando se empregou o Ketac-Endo. Já o Endomethásone, apresentou a pior adaptação às paredes dos canais, independente do agente de limpeza final empregado, verificando-se que com o laser sua adaptação ficou muito prejudicada, sendo inclusive o grupo onde se verificou o maior percentual de fendas entre todas as interações estudadas. Esse fato entretanto, não invalida o emprego desse cimento

cl clinicamente, uma vez que se constatou um grande decréscimo (de 15,819% para 6,969% na análise em microscopia eletrônica de varredura- Tabela 7) do percentual de fendas quando o EDTA foi empregado como agente de limpeza final. Sugere-se portanto, que o profissional ao optar pelo Endomethásone remova a camada residual, minimizando assim as possíveis falhas entre a parede do canal radicular e material obturador. Os cimentos AH Plus e Ketac-Endo apresentaram os menores percentuais de fendas (<10%), sem diferenças estatísticas entre eles, comportamento esse justificado provavelmente pela baixa alteração dimensional apresentada pelo AH Plus, (expansão de 0,19%) e pelas propriedades adesivas do ionômero de vidro (Ketac-Endo), a despeito do seu alto índice de contração (3,54%).

7- CONCLUSÕES

7- CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos com a metodologia empregada e da discussão apresentada podemos concluir que:

- 1- Os agentes de limpeza final empregados exerceram efeito diferenciado na adaptação dos cimentos testados. O laser de Er:YAG prejudicou a adaptação de todos os cimentos, o EDTA melhorou a adaptação do Endomethásone e do AH Plus e a solução salina fisiológica a 0,9% melhorou a adaptação do Ketac-Endo, em ambas microscopias empregadas.
- 2- O Endomethásone apresentou a pior adaptação entre os cimentos e o AH Plus apresentou a melhor adaptação com EDTA na microscopia eletrônica de varredura.
- 3- A associação das microscopias óptica e eletrônica de varredura mostrou ser um método confiável na detecção das fendas, sendo que a microscopia eletrônica de varredura propiciou melhor visualização.
- 4- Todos os cimentos testados apresentaram alteração dimensional, verificando-se contração para o Ketac-Endo, expansão para o Endomethásone e AH-Plus, sendo que o AH Plus mostrou-se mais próximo da estabilidade dimensional.

ANEXOS

ANEXO 1- GRUPO A- Laser de Er:YAG: Dentes com respectivos número de identificação (nº), extensão de trabalho (ex.t), instrumento de memória (i.m.) e cimento endodôntico (c)

nº dente	ext. t. (mm)	i.m.	c
1	12,0	45	K
2	13,0	70	K
3	11,5	60	K
4	13,0	50	K
5	11,5	45	K
6	14,0	70	K
7	11,5	60	K
8	11,0	50	K
9	11,0	70	K
10	12,0	50	K
11	10.5	35	AH
12	11.5	45	AH
13	11.5	40	AH
14	11,0	40	AH
15	13,0	45	AH
16	16.5	45	AH
17	16,0	45	AH
18	13,0	45	AH
19	16,0	45	AH
20	14,0	45	AH
21	11,0	50	E
22	10,0	45	E
23	13,0	40	E
24	10,0	70	E
25	11,0	55	E
26	11,0	45	E
27	12,5	40	E
28	11,0	50	E
29	13.5	40	E
30	14,0	45	E

ANEXO 2- GRUPO B - EDTA- Dentes com respectivos número de identificação (nº), extensão de trabalho (ex.t), instrumento de memória (i.m.) e cimento endodôntico (c)

nº.dente	ext. t.(mm)	i.m.	c
31	16,0	45	K
32	18,0	40	K
33	16,0	45	K
34	18,0	40	K
35	14,0	45	K
36	16,0	45	K
37	17,0	45	K
38	15,0	45	K
39	15,0	45	K
40	15,0	55	K
41	15,0	60	AH
42	24,0	60	AH
43	17,5	40	AH
44	17,0	60	AH
45	17,5	60	AH
46	15,0	45	AH
47	13,0	45	AH
48	18,0	45	AH
49	17,0	60	AH
50	16,0	45	AH
51	15,0	50	E
52	17,0	50	E
53	21,0	45	E
54	20,0	40	E
55	15,5	50	E
56	15,5	50	E
57	12,0	45	E
58	10,5	50	E
59	18,0	45	E
60	16,5	45	E

ANEXO 3- GRUPO C- Solução Salina Fisiológica a 0,9%: Dentes com respectivos número de identificação (nº), extensão de trabalho (ex.t.), instrumento de memória (i.m.) e cimento endodôntico selecionado (c)

Nº. dente	ext. t.(mm)	i.m.	c
61	22,0	60	K
62	18,0	50	K
63	16,0	50	K
64	17,0	50	K
65	15,0	55	K
66	13,0	60	K
67	17,0	50	K
68	16,0	50	K
69	14,5	50	K
70	14,0	60	K
71	18,0	40	AH
72	17,0	35	AH
73	16,0	50	AH
74	19,0	80	AH
75	20,5	35	AH
76	17,5	40	AH
77	17,0	35	AH
78	17,0	35	AH
79	15,0	50	AH
80	16,0	35	AH
81	21,5	35	E
82	18,0	50	E
83	18,0	40	E
84	22,0	30	E
85	15,0	35	E
86	19,5	35	E
87	14,5	45	E
88	18,0	35	E
89	17,0	50	E
90	19,0	60	E

ANEXO 4- Valores da área (mm²) do canal, guta-percha, cimento, fendas e percentual das fendas parede/material obturador frente ao laser de Er:YAG encontrados pela análise em microscopia óptica

nº. dente	a . l. f..	cimento	a.c.(mm ²)	a. g.(mm ²)	a.ci.(mm ²)	a.f.p.m.(mm ²)	% f.p.m.
1	Laser	Ketac-Endo	0,49	0,32	0,17	0,00	0,00
2	Laser	Ketac-Endo	0,73	0,49	0,22	0,01	1,36*
3	Laser	Ketac-Endo	0,35	0,22	0,12	0,01	2,85
4	Laser	Ketac-Endo	0,84	0,56	0,22	0,04	4,76*
5	Laser	Ketac-Endo	0,68	0,47	0,13	0,08	11,76
6	Laser	Ketac-Endo	0,37	0,34	0,02	0,01	2,70
7	Laser	Ketac-Endo	0,19	0,13	0,06	0,00	0,00
8	Laser	Ketac-Endo	0,81	0,51	0,24	0,04	4,93*
9	Laser	Ketac-Endo	0,19	0,00	0,16	0,03	15,78
10	Laser	Ketac-Endo	0,60	0,29	0,29	0,02	0,00
11	Laser	AH Plus	0,43	0,28	0,15	0,00	0,00
12	Laser	AH Plus	0,13	0,00	0,11	0,02	15,38
13	Laser	AH Plus	0,25	0,13	0,10	0,02	8,00
14	Laser	AH Plus	0,38	0,30	0,08	0,00	0,00
15	Laser	AH Plus	0,26	0,16	0,10	0,00	0,00
16	Laser	AH Plus	0,41	0,21	0,17	0,02	4,87*
17	Laser	AH Plus	0,46	0,32	0,13	0,01	0,00
18	Laser	AH Plus	0,56	0,40	0,10	0,01	1,78*
19	Laser	AH Plus	0,30	0,18	0,12	0,00	0,00
20	Laser	AH Plus	0,27	0,13	0,11	0,03	11,11
21	Laser	Endomethásone	0,32	0,25	0,01	0,06	18,75
22	Laser	Endomethásone	0,55	0,40	0,00	0,15	27,27
23	Laser	Endomethásone	0,49	0,24	0,19	0,05	10,20*
24	Laser	Endomethásone	0,42	0,23	0,07	0,12	28,57
25	Laser	Endomethásone	0,40	0,34	0,04	0,02	5,00
26	Laser	Endomethásone	0,40	0,38	0,02	0,00	0,00
27	Laser	Endomethásone	0,26	0,17	0,09	0,00	0,00
28	Laser	Endomethásone	0,47	0,29	0,08	0,08	17,02*
29	Laser	Endomethásone	0,22	0,19	0,01	0,01	4,54*
30	Laser	Endomethásone	0,33	0,25	0,05	0,03	9,09

*- Dentes que apresentam fendas também nas interfaces guta/cimento, cimento/cimento e /ou guta/guta

ANEXO 5- Valores da área (mm²) do canal, guta-percha, cimento, fendas e percentual das fendas parede/material obturador frente ao EDTA encontrados pela análise em microscopia óptica

nº. dente	a . l . f.	cimento	a.c.(mm ²)	a.g.(mm ²)	a .ci.(mm ²)	a.f.p.m (mm ²)	% f.p.m.
31	EDTA	Ketac-Endo	0,27	0,18	0,09	0,00	0,00
32	EDTA	Ketac-Endo	0,36	0,32	0,04	0,00	0,00
33	EDTA	Ketac-Endo	0,31	0,18	0,13	0,00	0,00
34	EDTA	Ketac-Endo	0,31	0,28	0,03	0,00	0,00
35	EDTA	Ketac-Endo	0,27	0,20	0,05	0,02	7,40
36	EDTA	Ketac-Endo	0,30	0,21	0,08	0,01	3,33
37	EDTA	Ketac-Endo	0,29	0,20	0,09	0,00	0,00
38	EDTA	Ketac-Endo	0,29	0,17	0,12	0,00	0,00
39	EDTA	Ketac-Endo	0,39	0,26	0,12	0,01	2,56
40	EDTA	Ketac-Endo	0,34	0,23	0,11	0,00	0,00
41	EDTA	AH Plus	0,55	0,47	0,08	0,00	0,00
42	EDTA	AH Plus	0,33	0,23	0,10	0,00	0,00
43	EDTA	AH Plus	0,89	0,62	0,27	0,00	0,00
44	EDTA	AH Plus	0,42	0,35	0,07	0,00	0,00
45	EDTA	AH Plus	0,50	0,38	0,08	0,04	8,00
46	EDTA	AH Plus	0,49	0,36	0,13	0,00	0,00
47	EDTA	AH Plus	0,18	0,15	0,03	0,00	0,00
48	EDTA	AH Plus	0,45	0,40	0,05	0,00	0,00
49	EDTA	AH Plus	0,25	0,20	0,05	0,00	0,00
50	EDTA	AH Plus	0,35	0,31	0,04	0,00	0,00
51	EDTA	Endomethásone.	0,37	0,19	0,11	0,07	18,91
52	EDTA	Endomethásone.	0,30	0,23	0,07	0,00	0,00
53	EDTA	Endomethásone.	0,62	0,40	0,15	0,07	11,29
54	EDTA	Endomethásone.	0,44	0,42	0,02	0,00	0,00
55	EDTA	Endomethásone.	0,40	0,38	0,02	0,00	0,00
56	EDTA	Endomethásone.	0,38	0,30	0,08	0,00	0,00
57	EDTA	Endomethásone.	0,40	0,30	0,06	0,04	10,00
58	EDTA	Endomethásone.	0,31	0,10	0,21	0,00	0,00
59	EDTA	Endomethásone.	0,22	0,20	0,02	0,00	0,00
60	EDTA	Endomethásone.	0,22	0,21	0,01	0,00	10,00

ANEXO 6- Valores da área (mm²) do canal, guta-percha, cimento, fendas e percentual das fendas parede/material obturador frente à Solução Salina Fisiológica a 0,9% (Sol. Fisi.) encontrados pela análise em microscopia óptica

nº. dente	a . l . f.	cimento	a. c.(mm ²)	a.g.(mm ²)	a.ci.(mm ²)	f.p.m.(mm ²)	%f.p.m
61	Sol. Fisi..	Ketac-Endo	0,42	0,32	0,10	0,00	0,00
62	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,57	0,42	0,15	0,00	0,00
63	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,37	0,25	0,12	0,00	0,00
64	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,39	0,31	0,08	0,00	0,00
65	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,72	0,45	0,27	0,00	0,00
66	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,32	0,25	0,07	0,00	0,00
67	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,33	0,23	0,10	0,00	0,00
68	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,22	0,18	0,04	0,00	0,00
69	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,43	0,34	0,08	0,01	2,32
70	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,31	0,26	0,05	0,00	0,00
71	Sol. Fisi.	AH Plus	0,27	0,20	0,07	0,00	0,00
72	Sol. Fisi.	AH Plus	0,22	0,13	0,09	0,00	0,00
73	Sol. Fisi.	AH Plus	0,15	0,12	0,03	0,00	0,00
74	Sol. Fisi..	AH Plus	0,31	0,25	0,06	0,00	0,00
75	Sol. Fisi.	AH Plus	0,24	0,17	0,07	0,00	0,00
76	Sol. Fisi.	AH Plus	1,80	1,35	0,44	0,01	0,55
77	Sol. Fisi.	AH Plus	0,28	0,23	0,05	0,00	0,00
78	Sol. Fisi.	AH Plus	0,18	0,11	0,07	0,00	0,00
79	Sol. Fisi.	AH Plus	0,18	0,11	0,07	0,00	0,00
80	Sol. Fisi.	AH Plus	0,24	0,19	0,05	0,00	0,00
81	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,24	0,16	0,03	0,05	20,83
82	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,28	0,24	0,03	0,01	3,57
83	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,34	0,31	0,03	0,00	0,00
84	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,31	0,04	0,20	0,05	16,12*
85	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,25	0,21	0,01	0,02	8,00*
86	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,25	0,18	0,02	0,04	20,00*
87	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,35	0,33	0,00	0,02	5,71
88	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,36	0,30	0,00	0,06	16,66
89	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,43	0,36	0,01	0,03	6,97*
90	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,45	0,34	0,02	0,07	15,55*

*- Dentes que apresentam fendas também nas interfaces guta/cimento, cimento/cimento e/ou guta/guta

ANEXO 7- Valores da área (mm²) das fendas coesivas localizadas nas interfaces guta/cimento, cimento/cimento e/ou guta/guta encontrados pela análise em microscopia óptica em alguns espécimes (nº.dente)

nº. dente	a . l.f. / cimento	guta/cimento	cimento/cimento	guta/guta
2	L/K	0,00	0,01	0,00
4	L/K	0,01	0,00	0,01
8	L/K	0,01	0,00	0,01
16	L/AH	0,00	0,00	0,01
18	L/AH	0,00	0,05	0,00
23	L/E	0,01	0,00	0,00
28	L/E	0,02	0,00	0,00
29	L/E	0,01	0,00	0,00
84	S/E	0,00	0,00	0,02
85	S/E	0,00	0,00	0,01
86	S/E	0,00	0,00	0,01
89	S/E	0,00	0,00	0,03
90	S/E	0,00	0,00	0,02

ANEXO 8- Valores em percentuais da participação dos cimentos no total das fendas coesivas encontradas pela microscopia óptica

KETAC-ENDO	23.07%
AH PLUS	15,40%
ENDOMETHÁSONE	61,53%

ANEXO 9- Valores da área (mm²) do canal, guta-percha, cimento, fendas e percentual das fendas parede/material obturador frente ao laser de Er:YAG encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura

n°. dente	a.l. f.	cimento	a.c. (mm ²)	a.g.(mm ²)	a.ci. (mm ²)	a.f.p.m. (mm ²)	% f.p.m.
1	Laser	Ketac-Endo	0,51	0,36	0,15	0,00	0,00
2	Laser	Ketac-Endo	0,72	0,42	0,26	0,01	1,38*
3	Laser	Ketac-Endo	0,37	0,22	0,15	0,00	0,00
4	Laser	Ketac-Endo	0,88	0,52	0,21	0,09	6,81*
5	Laser	Ketac-Enco	0,63	0,41	0,16	0,06	9,52
6	Laser	Ketac-Endo	0,37	0,31	0,05	0,01	2,70
7	Laser	Ketac-Endo	0,18	0,14	0,04	0,00	0,00
8	Laser	Ketac-Endo	0,84	0,51	0,30	0,03	3,51
9	Laser	Ketac-Endo	0,17	0,00	0,11	0,06	35,29
10	Laser	Ketac-Endo	0,61	0,29	0,29	0,03	4,91
11	Laser	AH Plus	0,41	0,28	0,13	0,00	0,00
12	Laser	AH Plus	0,14	0,00	0,10	0,02	14,28*
13	Laser	AH Plus	0,23	0,13	0,05	0,05	21,73
14	Laser	AH Plus	0,38	0,31	0,05	0,02	5,26
15	Laser	AH Plus	0,25	0,15	0,09	0,01	4,00
16	Laser	AH Plus	0,41	0,21	0,17	0,02	4,87*
17	Laser	AH Plus	0,45	0,29	0,11	0,04	8,88*
18	Laser	AH Plus	0,58	0,42	0,08	0,05	8,62*
19	Laser	AH Plus	0,29	0,17	0,10	0,02	6,89
20	Laser	AH Plus	0,26	0,13	0,09	0,04	15,38
21	Laser	Endomethásone.	0,31	0,24	0,01	0,06	19,35
22	Laser	Endomethásone	0,55	0,38	0,02	0,15	27,27
23	Laser	Endomethásone.	0,55	0,24	0,22	0,09	16,36
24	Laser	Endomethásone	0,42	0,23	0,08	0,11	26,19
25	Laser	Endomethásone.	0,36	0,26	0,07	0,03	8,33
26	Laser	Endomethásone	0,40	0,36	0,03	0,01	2,50
27	Laser	Endomethásone.	0,25	0,16	0,08	0,01	4,00
28	Laser	Endomethásone.	0,46	0,27	0,04	0,15	32,60
29	Laser	Endoemthasone	0,22	0,19	0,01	0,02	9,09
30	Laser	Endomethásone.	0,32	0,21	0,07	0,04	12,50

* - Dentes que apresentam fendas também nas interfaces guta/cimento, guta/guta e/ou cimento/cimento

ANEXO 10- Valores da área (mm²) do canal, guta-percha, cimento, fendas e percentual das fendas parede/material obturador frente ao EDTA encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura

nº. dente	a.l.f. (mm ²).	cimento	a.c.(mm ²)	a.g.(mm ²)	a.ci.(mm ²)	a.f.p.m.(mm ²)	% f.p.m.
31	EDTA	Ketac-Endo	0,28	0,20	0,08	0,00	0,00
32	EDTA	Ketac-Endo	0,41	0,25	0,16	0,00	0,00
33	EDTA	Ketac-Endo	0,30	0,17	0,11	0,02	6,66
34	EDTA	Ketac-Endo	0,34	0,31	0,03	0,00	0,00
35	EDTA	Ketac-endo	0,28	0,21	0,07	0,00	0,00
36	EDTA	Ketac-Endo	0,31	0,22	0,08	0,01	3,22
37	EDTA	Ketac-Endo	0,30	0,22	0,07	0,00	0,00*
38	EDTA	Ketac-Endo	0,27	0,16	0,09	0,02	7,40
39	EDTA	Ketac-Endo	0,34	0,24	0,07	0,03	8,82
40	EDTA	Ketac-Endo	0,31	0,22	0,09	0,00	0,00
41	EDTA	AH Plus	0,48	0,39	0,08	0,01	2,08
42	EDTA	AH Plus	0,34	0,25	0,08	0,01	2,94
43	EDTA	AH Plus	0,87	0,60	0,26	0,01	1,14
44	EDTA	AH Plus	0,44	0,38	0,06	0,00	0,00
45	EDTA	AH Plus	0,46	0,37	0,07	0,01	2,17*
46	EDTA	AH Plus	0,49	0,35	0,13	0,01	2,04
47	EDTA	AH Plus	0,18	0,15	0,03	0,00	0,00
48	EDTA	AH Plus	0,44	0,39	0,05	0,00	0,00
49	EDTA	AH Plus	0,26	0,21	0,05	0,00	0,00
50	EDTA	AH Plus	0,39	0,34	0,04	0,01	2,56
51	EDTA	Endomethásone.	0,32	0,17	0,10	0,05	15,62
52	EDTA	Endomethásone.	0,30	0,23	0,05	0,02	6,66
53	EDTA	Endomethásone.	0,56	0,36	0,19	0,01	17,85
54	EDTA	Endomethásone.	0,43	0,41	0,02	0,00	0,00
55	EDTA	Endomethásone.	0,29	0,25	0,02	0,02	6,89
56	EDTA	Endomethásone.	0,37	0,35	0,01	0,01	2,70
57	EDTA	Endomethásone.	0,41	0,35	0,01	0,05	12,19
58	EDTA	Endomethásone.	0,29	0,19	0,09	0,01	3,44
59	EDTA	Endomethásone.	0,21	0,19	0,02	0,00	0,00
60	EDTA	Endomethásone.	0,23	0,21	0,01	0,01	4,34

* - Dentes que apresentam fendas também nas interfaces guta/cimento, guta/guta e/ou cimento/cimento

ANEXO 11- Valores da área (mm²) do canal, guta-percha, cimento, fendas e percentual das fendas parede/material obturador frente à Solução Salina Fisiológica a 0,9% (Sol. Fisi.) encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura

nº. dente	a.l.f. (mm ²)	cimento	a. c. (mm ²)	a.g. (mm ²)	a.ci. (mm ²)	a.f.p.m. (mm ²)	% f.p.m.
61	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,42	0,31	0,11	0,00	0,00
62	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,62	0,43	0,19	0,00	0,00
63	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,36	0,23	0,12	0,01	2,70
64	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,41	0,32	0,08	0,01	2,43
65	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,73	0,43	0,30	0,00	0,00
66	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,34	0,25	0,09	0,00	0,00
67	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,33	0,22	0,10	0,01	3,03
68	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,21	0,17	0,03	0,01	4,76
69	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,46	0,34	0,10	0,00	0,00*
70	Sol. Fisi.	Ketac-Endo	0,27	0,22	0,04	0,01	3,70
71	Sol. Fisi.	AH Plus	0,28	0,20	0,06	0,02	7,14
72	Sol. Fisi.	AH Plus	0,24	0,14	0,09	0,01	4,16
73	Sol. Fisi.	AH Plus	0,15	0,12	0,02	0,01	6,66
74	Sol. Fisi..	AH Plus	0,31	0,25	0,05	0,01	3,22
75	Sol. Fisi.	AH Plus	0,21	0,15	0,05	0,01	4,76
76	Sol. Fisi.	AH Plus	1,60	1,16	0,41	0,03	1,87
77	Sol. Fisi.	AH-Plus	0,27	0,23	0,04	0,00	0,00
78	Sol. Fisi.	AH Plus	0,18	0,12	0,05	0,01	5,55
79	Sol. Fisi.	AH Plus	0,16	0,11	0,04	0,01	6,25
80	Sol. Fisi.	AH Plus	0,26	0,21	0,04	0,01	3,84
81	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,26	0,17	0,04	0,05	19,23
82	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,30	0,24	0,02	0,03	10,00*
83	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,40	0,33	0,03	0,04	10,00
84	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,31	0,21	0,08	0,02	6,45
85	Sol. Fisi..	Endomethásone.	0,22	0,16	0,04	0,02	9,09
86	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,27	0,20	0,03	0,04	14,81
87	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,38	0,33	0,03	0,02	5,26
88	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,40	0,30	0,03	0,07	17,50
89	Sol. Fisi.	Endomethásone.	0,46	0,39	0,04	0,03	6,52
90	Sol. Fisi..	Endomethásone.	0,46	0,33	0,00	0,13	28,26

* - Dentes que também apresentam fendas nas interfaces guta/cimento, guta/guta e/ou cimento/cimento

ANEXO 12- Valores da área (mm²) e locais das fendas coesivas nas interfaces guta/cimento, cimento/cimento e/ou guta/guta encontrados pela análise em microscopia eletrônica de varredura em alguns espécimes (nº.dente)

nº. dente	a .l.f./cimento	guta/cimento	cimento/cimento	guta/guta
2	L/K	0,02	0,01	0,00
4	L/K	0,01	0,01	0,04
12	L/AH	0,00	0,02	0,00
16	L/AH	0,00	0,01	0,00
17	L/AH	0,00	0,01	0,00
18	L/AH	0,00	0,03	0,00
37	E/K	0,00	0,01	0,00
45	E/AH	0,01	0,00	0,00
69	S/K	0,00	0,02	0,00
82	S/E	0,01	0,00	0,00

ANEXO 13- Valores em percentuais da participação dos cimentos no total das fendas coesivas encontradas pela microscopia eletrônica de varredura

KETAC-ENDO	40%
AH PLUS	50%
ENDOMETHÁSONE	10%

ANEXO 14- Valores das diferenças das distâncias entre as esferas de papel alumínio encontrados para os tempos estipulados antes e após a presa final de cada cimento

ANTES PRESA FINAL		APÓS PRESA FINAL				
Tempos						
Imediato		1 h	24 hs	48hs	72hs	
Ketac-Endo	tempo de presa: 26min					
K ₁	8,534	8,313	8,425	8,477	8,370	
K ₂	8,259	8,075	8,022	8,005	7,907	
K ₃	9,693	9,535	9,239	9,340	9,261	
AH Plus	tempo de presa 12hs					
AH ₁	9,339	9,317	9,335	9,365	9,358	
AH ₂	9,868	9,868	9,869	9,884	9,886	
AH3	9,738	9,724	9,725	9,794	9,758	
Endomethásone	tempo de presa: 115min					
E ₀	9,639	9,733	9,727	9,736	9,740	
E ₁	8,854	8,872	8,890	8,918	8,939	
E ₂	8,338	8,347	8,369	8,372	8,343	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 - ABRAMOVICH, A.; GOLDBERG, F. The relationship of the root canal sealer to the dentine wall. **J. brit. Endod. Soc.**, v.9, n.2, p.81-6, July 1976.
- 2 - AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials. **Specification n ° 57 for endodontic filling material**. Chicago, 1984. p. 147-69.
- 3 - ANTÔNIO. M.P.S; MOURA, A. A. M. Análise “in vitro” do selamento marginal apical de obturações realizadas com cones de guta-percha associados a quatro tipos de cimentos. **Rev. Odont. USP**, v.11, n.1, p.61-6, jan./mar.1997.
- 4 - ARMENGOL, V. et al. Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation: “in vitro” study. **J. Endod.**, v.25, n.8, p.543-6, Aug. 1999.
- 5 - AZEVEDO, P. C. et al. Efeitos da instrumentação e da condensação lateral na infiltração apical em canais radiculares obturados pela técnica clássica. **Rev. bras. Odont.**, v.44, n.4, p.18-24, jul./ago. 1987.
- 6 - BAHCALL, J. et al. Preliminary investigation of the histological effects of laser endodontic treatment on the periradicular tissues in dogs. **J. Endod.**, v.18, n.2, p.47-51, Feb.1992.

* Normas recomendadas para uso no âmbito da Universidade de São Paulo, com base no documento “Referências Bibliográficas: exemplos”, emanado do Conselho Supervisor do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, em reunião de 20 de setembro de 1990.

- 7 - BAUMGARTNER, J. C.; MADER, C. L. A. Scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J. Endod.**, v.13, n.4, p.147-57, Apr.1987.
- 8 - BEATTY, R. G.; VERTUCCI, F. J.; ZAKARIASEN, K.L. Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques. **Int. Endod. J.**, v.19, p.237-41, 1986
- 9 - BEHREND, G. D.; CUTLER, C. W.; GUTMANN, J. L. An "in vitro" study of smear layer removal and microbial leakage along root canal fillings. **Int. Endod. J.**, v.29, n.2, p. 99-107, Mar. 1996.
- 10- BENATTI, O.; STOLF, W. L.; RUHNKE, L. A.. et al. Verification of the consistency, setting time, and dimensional changes of root canal filling materials. **Oral Surg.**, v.46, n.1, p.107-13, July 1978.
- 11- BERBERT, A. et al. Extrusão de cimento e infiltração apical de ¹³¹Na em obturações de canais, com e sem condensação lateral. **Estomat. Cult.**, v.13, n.1, p.24-9, 1983.
- 12- BERG, M. S. et al. A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. **J. Endod.**, v.12, n.5, p.192-7, May 1986.
- 13- BERNARDINELI, N. **Obturação retrógrada: avaliação da adaptação às paredes das cavidades e infiltração marginal, em função dos materiais obturadores e de agentes de limpeza.** Bauru, 1993.168p.Tese (Livre Docência)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

- 14- BERNARDINELI, N. Efeitos da limpeza e dos cimentos retrobturadores na infiltração marginal das obturações retrógradas. **Rev. Odont. USP**, v.13, n.2, p.141-47, abr./jun. 1999.
- 15- BONETTI FILHO, I.; GUIDOTTI, P. C.; LOFFREDO, L. C. Capacidade seladora de novos cimentos obturadores. **Rev.gaúcha Odont.**, v.43, n.4, p.221-4, jul./ago. 1995.
- 16- BONETTI FILHO, I.; TANOMARU FILHO, M.; LEONARDO, R. T. Avaliação "in vitro" da capacidade seladora na região cervical de dentes obturados com Sealapex e Fill canal- influência do tempo de armazenagem e da remoção parcial da obturação. **Rev. Odont. UNESP**, v. 6, n.1, p.97-107, jan./jun. 1997.
- 17- BOWEN, R. L.; COBB, E. N.; RAPSON, J.E. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: improvement in bond strength to dentin. **J. dent. Res.**, v.61, n.9, p.1070-6, Sept. 1982.
- 18- BRAGUETTO, C.A. et al. Ação da solução de EDTA e da solução de Dakin utilizadas isoladamente, misturadas ou alternadas na limpeza do canal radicular. **Rev. Odont. USP**, v.11, n.1, p.67-70, jan./mar. 1997.
- 19- BRAMANTE, C. M. et al. Estudo comparativo de algumas técnicas de obturação de canais radiculares. **Rev. bras. Odont.**, v.46, n.5, p.26-35, set./out. 1989.
- 20- BRAMANTE, C.M. et al. **Anatomia das cavidades pulpares-** aspectos de interesse à Endodontia. Pedro Primeiro LTDA, Rio de Janeiro, 2000. Cap.2, p.52-148.

- 21- BURKES, E. J. et al. Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. **J prosth. Dent.**, v.67, n.6, p.847-51, June 1992.
- 22- CALERÓ, F.S.S. et al. Ação química do EDTA sobre a dentina do canal radicular-análise com espectrofotometria de absorção atômica. **Rev. FOB**, v.5, n.3/4, p.65-8, jul./dez. 1997
- 23- CALLAHAN, J. R. Sulfuric acid for opening root canals. **Dent. Cosmos**, v.36, n.12, p.957-9, 1894.
- 24- CÂNDIDO, M. S. M. **Efeito de alguns agentes de limpeza sobre a dentina observado através da microscopia eletrônica de varredura**. Bauru, 1980, 103p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 25- CAPURRO, M.; ZMENER, O.; MAGA, M. Adaptacion de tres ionômeros vitreos a las paredes del conducto radicular: un estudio com microscopia electrónica de barrido. **Endodoncia**, v.16, n.2, p.91-7, abr./jun. 1998.
- 26- CARLSON, E.; SIMON, J. Effect de l'élimination de la sinear layer sur des dents biseantées et obturees a retro "in vitro". **Rev. franç. Endod.**, v.9, n.1, p.10-6, mar. 1990.
- 27- CARVALHO, C. A. F. et al. Efeito dos lasers de Nd:YAG e Er:YAG nas obturações endodônticas. **Pesq. odont . bras.**, v.14, p.107, 2000. Res. A375. Suplemento. /Trabalho apresentado na 17ª Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, Águas de Lindóia, 2000/

- 28- CECCHINI, S.C.M. et al Thermal effects during “in vitro” intracanal application of Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6. Hawaii, 1998. **Program & abstracts**. Maui, University of Utah, 1998. p.16. / Abstract n. 32/.
- 29- CECCHINI, S.C. M. et al. Evaluation of two laser systems for intracanal irradiation. In:SPIE CONFERENCE ON LASER IN DENTISTRY, 5. San Jose, CA, 1999. **Part of the SPIE**, San Jose, CA, s.ed., 1999. p.31-5.
- 30- CENGIZ, T.; AKTENER, B. O.; PISKIN, B. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study . **Int. Endod. J.**, v.23, n.3, p.163-71, May 1990.
- 31- CERGNEUX, M. et al. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. **Int. Endod. J.**, v.20, n.5, p.228-32, Sept. 1987.
- 32- CIUCCHI, B.; KHETTABI, M.; HOLZ, J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microcopic study. **Int. Endod. J.**, v. 22, n.1, p.21-8, Jan.1989.
- 33- COZEAN, C. et al. Dentistry for the 21st century? Er:YAG laser for teeth. **J.Amer. dent. Ass.**, v.128, n.8, p.1080-7, Aug. 1997.

- 34- CUSSIOLI, A. L. **Estudo “in vitro” do efeito da aplicação do laser Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos à base de resina epóxica.** Ribeirão Preto, 1999. 72p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- 35- DALAT, D. M.; ONAL, B. Apical leakage of a new glass ionomer root canal sealer. **J. Endod.**, v.24, n.3, p.161-3, Mar. 1998.
- 36- DE ALMEIDA, W. A. et al. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **Int. Endod. J.**, v.33, n.1, p.25-7, Jan. 2000.
- 37- DE GEE, A. J.; WU, M.K.; WESSELINK P. R. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH-26 root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v.27, n.5, p.239-44, Sept. 1994.
- 38- DOSTÁLOVÁ, T. et al. Evaluation of the surface changes in enamel and dentin due to possibility of thermal overheating induced by Er:YAG laser radiation. **Scanning Microsc.**, v.10, n.1, p. 285-91, 1996.
- 39- DOSTALOVÁ, T. et al Dentin and pulp response to Er:YAG laser ablation: A preliminary evaluation of human teeth. **J. clin. laser Med. Surg.** v.15, n.3, p.117-21, 1997.
- 40- DOSTÁLOVÁ, T. et al. Noncontact Er:YAG laser ablation: clinical evaluation. **J. clin. laser Med. Surg.**, v.16, n.5, p.273-82, Oct.1998.

- 41- DRAKE, D. R. et al. Bacterial retention in canal walls "in vitro": effect of smear layer. **J. Endod.**, v.20, n.2, p.78-82, Feb.1994.
- 42- DUARTE, M. A. H. **Avaliação de algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus puro e acrescido de hidróxido de cálcio.** Bauru, 1999. 157p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 43- ECHEVARRIA, N.N.U. et al. Adaptation of various endodontic cements to dentine of root canals exposed to CO₂ laser. **J. dent. Res.**, v.75, n.5, p.1064, May 1996. /Abstract n. 41/
- 44- ECONOMIDES, N. et al. Long- term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. **J. Endod.**, v.25, n.2, p.123-5, Feb. 1999.
- 45- EDUARDO, C.P. et al. **Workshop:** utilização clínica do laser. São Paulo, FCDTO.USP, 1999. / Apostila do curso/
- 46- EGEA, J. J. et al. El ácido etilen diamino tetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. **Endodoncia**, v.15, n.2, p.91-7, abr./jun.1997.
- 47- ESTRELA, C. et al. Análise do selamento apical produzido pelos cimentos Sealapex, Apexit e Sealer-26. **Rev. Odont Ciência**, v.20, p.81-7, 1995.

-
- 48- EVANS, J. T.; SIMON, J. H. S. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. **J. Endod.**, v.12, n.3, p.101-7, Mar.1986.
- 49- FEHR, F. R.; OSTBY, B.N. Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. **Oral Surg.**, v.16, n.2, p.199-205, Feb. 1963.
- 50- FIDEL, R. A. S. et al. Adhesion of calcium hydroxide- containing root canal sealers. **Braz. dent. J.**, v.5, n.1, p.53-7, 1994.
- 51- FIDEL, R. A. S. et al. Estudo "in vitro" sobre a solubilidade e a desintegração de alguns cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio. **Rev. Odont. USP.**, v.8, n.3, p.217-20, jul./set. 1994.
- 52- FIDEL, R. A. S. et al. Estudo "in vitro" da estabilidade dimensional de alguns cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio. **Rev. bras. Odont.**, v.52, n.5, p.14-6, set./out. 1995.
- 53- FIGUEIREDO, J. A. P.; ESTRELA, C. Obturação do canal radicular. In: ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J. A. P. **Endodontia-** princípios biológicos e mecânicos. São Paulo, Artes médicas, 1999. Cap.18, p.657-96.
- 54- FRIED, D., SHORI, R. Q-Switched Er:YAG ablation of dental hard tissue. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6. Hawaii, 1998. **Program & abstracts.** Maui, University of Utah, 1998. p.13. / Abstract n. 25/.

- 55- FRIEDMAN, S. et al. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. **J. Endod.**, v.21, n.7, p. 384-90, July 1995.
- 56- GARBEROGLIO, R; BECCE, C. Smear layer removal by root canal irrigants – a comparative scanning electron microscopy study. **Oral Surg.**, v.78, n.3, p.359-67, Sept. 1994.
- 57- GARCIA, C.S. Laser- a luz que aponta o futuro. **Rev. ABO Nac.**, v.5, n.5, p.286-90, out./nov. 1997.
- 58- GAVINI, G. **Avaliação “in vitro” da limpeza da parede do canal radicular (terço apical), após o preparo químico-mecânico, valendo-se da microscopia eletrônica de varredura, tendo como fonte de variação a solução irrigadora e seu volume.** São Paulo, 1992. 75p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- 59- GAVINI, G. **Análise “in vitro” da limpeza do terço apical do canal radicular, quanto à remoção do magma dentinário, à luz da microscopia eletrônica de varredura, tendo como fonte de variação o regime de irrigação e as soluções irrigantes.** São Paulo, 1994. 108p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- 60- GAVINI, G; AUN, C.E.; AKISUE, E. Influência da camada residual de magma no selamento apical de dentes obturados com cones de guta-percha e cimento de N-Rickert. **Rev. pós-grad.**, v.3, n.3, p.250-5, jul./set. 1996.

- 61- GAVINI, G. et al . "in vitro" analysis of the demineralizing effect of so root canal irrigating solutions in different periods of time. **Rev. Odont. UNICID**, v.7, n.2, p.83-9, July/Dec. 1995.
- 62- GENÇOĞLU, N.; SAMANI, S.; GUNDAY, M. Evaluation of sealing properties of Thermafil and Ultrafil techniques in the absence or presence of smear layer. **J. Endod.**, v.19, n.12, p.599-603, Dec. 1993.
- 63- GETTLEMAN, B. H.; MESSER, H.H.; ELDEBB, M.E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. **J. Endod.**, v.17, n.1, p.15-20, Jan. 1991.
- 64- GOLDBERG, F.; ARTAZA, L. P.; DE SILVIO, A. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. **J. Endod.**, v.21, n.10, p. 498-500, Oct. 1995.
- 65- GOLDBERG, F.; MASSONE, J.E.; SPIELBERG, C. Effect of irrigation solutions on the filling of lateral root canals. **Endod. dent. Traumat.**, v.2, n.2, p.65-6, Apr.1986.
- 66- GOLDBERG, F. et al. Analysis of the effect of ethylenediaminetetraacetic acid on the apical seal of root canal fillings. **J. Endod.**, v.11, n.12, p.544-7, Dec. 1985.
- 67- GOODIS, H.E. et al. Root canal system preparation: conventional versus laser methods "in vitro". **J. dent. Res.**, v.7, n.1, p.162, 1992. / Abstract n.454/

- 68- GOODIS, H.E. et al.. Scanning electron microscopic examination of intracanal wall dentin: hand versus laser treatment. **Scanning Microsc.**, v.7, n.3, p.979-87, Sept.1993.
- 69- GUERISOLI, D. M. Z. et al. Remoção do "smear layer" dos canais radiculares após a aplicação do laser Er:YAG. **Pesq. odont. bras.**, v.14, p.106, 2000. Res. A366. Suplemento. / Trabalho apresentado na 17ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, Águas de Lindóia, 2000/
- 70- GUIGNES, P.; FAURE, J.; MAURETTE, A. Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability measured in situ. **J. Endod.**, v.22, n.2, p.60-7, Feb. 1996.
- 71- GUTTMAN, J. L. Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. **Int. Endod. J.**, v.26, n.2, p.87-92, Mar.1993.
- 72- HARASHIMA, T. et al. Effect of Nd :YAG laser irradiation for removal of intracanal debris and smear layer in extracted human teeth. **J. clin. laser Med. Surg.**, v.15, n.3, p.131-5, 1997.
- 73- HARASHIMA T. et al. Effect of Argon laser irradiation on instrumented root canal walls. **Endod. dent. Traumat.**, v.14, n.1, p.26-30, Feb.1998.
- 74- HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances I. Measurement of the ablation rate. **Lasers Surg. Med.**, v.9, n.4, p.338-44, 1989.

- 75- HIBST, R. ; KELLER, U. The mechanism of Er:YAG laser induced ablation of dental hard substances. **Lasers Orhop. Dent. and Veter. Med.** SPIE, v.1880, p.156-62, 1993.
- 76- HOLLAND, R. et al. Efeitos de diferentes preparados à base de EDTA na dentina dos canais radiculares. **Rev. Fac. Odont. Araçatuba**, v.2, n.1, p.127-31, 1973.
- 77- HOLLAND, R. et al. Avaliação da eficiência do selamento marginal de obturações de canal- influência de variáveis introduzidas no método de condensação lateral. **Rev. gaúcha Odont.**, v.23, p.247-52, 1975.
- 78- HOLLAND , R. et al. Effect of dentine surface treatment on leakage of root fillings with a glass ionomer sealer. **Int. Endod. J.**, v.28, n.4, p.190-3, July 1995.
- 79- HORNING, T. G.; KESSLER, J. R. A comparison of three different root canal sealers when used to obturate a moisture-contaminated root canal system. **J . Endod.**, v.21, n.7. p.354-7, July 1995.
- 80- HOTTEL, T. L. et al. A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. **J. Endod.**, v.25, n.11, p.716-7, Nov.1999.
- 81- HOVLAND, E. J.; DUMSHA, T. C. Leakage evaluation “in vitro” of the root canal sealer cement Sealapex. **Int. Endod. J.**, v.18, n.3, p.179-82, July,1985.
- 82- INGLE, J., BAKLAND, L. K. Obturation of the radicular space. In: INGLE, J. **Endodontic**. 4. ed. Dalven, USA, William & Wilkins , 1994. Cap.4, p. 228-319.

- 83- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO nº6876. **Dental root canal sealing materials**, Geneve, 1986.
- 84- ISRAEL, M. et al. The effects of CO₂, Nd:YAG and Er:YAG lasers with and without surface coolant on tooth root surfaces- an vitro study. **J. clin. Periodont.**, v.24, n.9, p.595-602, Sept.1997.
- 85- JONCK, L.M.; ERIKSSON, C.; COMINS, N. R. An EDX analysis of the root dentin in teeth treated endodontically with zinc oxide and eugenol. **J. Endod.**, v.5, n.1, p.20-4, Jan. 1979.
- 86- KAPLAN, A. E. et al. Disintegration of endodontic cements in water. **J. Endod.**, v.23, n.7, p.439-43, July 1997.
- 87- KAZEMI, R. B.; SAFAVI, K. E.; SPANGBERG, L.S. Dimensional changes of endodontic sealers. **Oral Surg** ., v.76, n.6, p.766-71, Dec. 1993.
- 88- KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances II. Light microscopic and sem investigations. **Lasers Surg. Med.**, v.9, n.4, p.345-51, 1989.
- 89- KHAN, A. et al. Effect of laser treatment on the root canal of human teeth. **Endod. dent. Traumat.**, v.13, n.3, p.139-45, June 1997.

- 90- KHOURI DIEP, E. **Ação de limpeza sobre as paredes dos condutos radiculares de diferentes formulações e técnicas de aplicação do EDTA (análise em microscopia eletrônica de varredura)**. Bauru, 1992. 148p. Dissertação (Mestrado). - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 91- KITAJIMA, E.W. **Curso introdutório de microscopia eletrônica de transmissão**. Piracicaba, NAP/MEPA.USP, 1998. /Apostila do curso/
- 92- KOCH, K.; MIN, P.; STEWART, G.G. Comparison of apical leakage between Ketac-Endo sealer and Grossman sealer. **Oral Surg.**, v.78, n.6, p.784-7, Dec. 1994.
- 93- KOLOKURIS, I. et al. Experimental study of the biocompatibility of a new glass-ionomer root canal sealer (Ketac- Endo). **J. Endod.**, v.22, n.8, p.395-8, Aug. 1996.
- 94- KOMORI T. et al . Clinical application of the Er:YAG laser for apicectomy. **J. Endod.**, v.23, n.12, p.748-50, Dec. 1997.
- 95- KUGA, M. C. et al. Influência do método de irrigação final no selamento apical proporcionado pelo Endomethásone. **Rev. bras. Odont.**, v.56, n.2, p.65-8, mar./abr. 1999.
- 96- KUMAZAKI, M. Removal of hard dental tissue (cavity preparation) with the Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6, Hawaii, 1998. **Program & abstracts**. Maui, University of Utah, 1998. p.12-6.

- 97- KUTTLER, R. Y. Microscopic investigation of root apexes. **J. Am. dent. Ass.**, v.50, n.5, p.544-55, 1955.
- 98- LAGE MARQUES, J. L. **Avaliação dos efeitos da irradiação laser, utilizando Nd:YAG, CO₂ e Argônio no selamento dentinário e marginal de obturações retrógradas.** São Paulo, 1997. 122p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- 99- LAGE MARQUES, J. L.; EDUARDO, C. P.; MATSUMOTO, K. A study on morphological changes of the root canal walls lased by pulsed Nd:YAG laser. **J. Japan. Endod. Ass.**, v.16, n.1, p.64-9, 1995.
- 100- LALH, M. S. et al. Scanning electron microscopic study of the interface of glass ionomer cement sealers and conditioned bovine dentin. **J. Endod.**, v.25, n.11, p.743-6, Nov. 1999.
- 101- LEAL, J.M.; LEONARDO, M. R.; SIMÕES FILHO, A . P. Obturação dos canais radiculares: técnicas convencionais. In: LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. **Endodontia: tratamento de canais radiculares.** 2^a.ed., São Paulo, Médica Panamericana, 1991. Cap.24, p.405-34.
- 102- LEE, C.; HARANDI, L.; COBB,C. M. Evaluation of glass ionomer as an endodontic sealant: an “in vitro” study. **J. Endod.**, v.23, n.4, p.209-12, Apr. 1997.

- 103- LEONARDO, M. R. et al. Avaliação da infiltração marginal na obturação de canais radiculares- influência do tempo de armazenamento do cimento empregado e de fatores introduzidos no método de condensação lateral. **Rev. Ass. paul. cirurg. Dent.**, v.34, p.356-64, 1980.
- 104- LEVY, G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. **J. Endod.**, v.18, n.3, p.123-7, Mar. 1992.
- 105- LI, Z.; CODE, J. E.; VAN DE MERWE, W. P. Er:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. **Lasers Surg. Med.**, v.12, n.6, p.625-30, 1992.
- 106- LOPES, H. P. et al. Mechanical stirring of smear layer removal: influence of the chelating agent (EDTA). **Braz. endod. J.** , v.1, n.1, p.52-5, 1996.
- 107- LOPEZ, J. M. P. et al . Sellado de conductos com un cemento de ionómero de vidrio. Estudio mediante microscopia electrónica de barrido. **Endodoncia**, v.15, n.2, p.79-83, abr./jun. 1997.
- 108- MADISON, S.; KRELL, K. V. Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. **J. Endod.**, v.10, n.10, p.499-503, Oct. 1984.
- 109- MANNOCCI, F.; INNOCENTI, M.; FERRARI, M. Stereomicroscopic and scanning electron microscopic study of roots obturated with vertically condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. **J. Endod.**, v.24, n.6, p.397-400, June 1998.

- 110- MARSHALL, F. J.; MASSLER, M; DULE, M. L. Effects of endodontic treatments on permeability of root dentine. **Oral Surg.**, v.13, n.2, p.208-23, Feb.1960.
- 111- MASON, P. N.; FERRARI, M. In vivo evaluation of glass ionomer cement adhesion to dentin. **Quintessence Int.**, v.25, n.7, p.499-504, July 1994.
- 112- MATSUMOTO, K. Laser treatment for hard tissue. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6. Hawaii, 1998. **Program & abstracts**. Maui, University of Utah, 1998. p. xiv.
- 113- MATSUOKA, E.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Studies on the removal of debris near the apical seats by Er:YAG laser and assessment with a fiberscope. **J. clin. laser Med. Surg.**, v.16, n.5, p.255-61, Oct.1998.
- 114- MCCOMB, D., SMITH, D. C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J. Endod.**, v.1, n.7, p.238-42, July 1975.
- 115- MEJIA, A. M. R.; GARCIA, R. B. Avaliação da infiltração marginal em obturações de canais radiculares: influência de soluções irrigadoras e cimentos obturadores. **Rev. Odont. USP**, v.10, n.1, p.43-8, jan./fev. 1996.
- 116- MERCER, C. Lasers in dentistry: a review. Part 2: diagnosis, treatment and research. **Dental Update**, v.23, n.3, p.120-5, Apr. 1996.

- 117- MERYON, S. D.; BROOK, A. M. Penetration of dentine by three oral bacteria "in vitro" and their associate cytotoxicity. **Int. Endod. J.**, v.23, n.4, p.196-202, July 1990.
- 118- MOODNICK, R. et al. Efficacy of biomechanical instruments: a scanning electron microscopic study. **J. Endod.**, v.2, n.9, p.261-6, Sept. 1976.
- 119- MORAES, I.G. **Infiltração marginal nas obturações de canais radiculares em função de agentes irrigadores e cimentos obturadores**. Bauru, 1981. 114p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 120- MOSHONOV, J. et al. Efficacy of argon laser irradiation in removing intracanal debris. **Oral Surg.**, v.79, n.2, p.220-5, Feb. 1995.
- 121- NEEV, J. et al. Dentin ablation with three infrared lasers. **Lasers Surg. Med.**, v.18, p.121-8, 1996.
- 122- NIKIFORUK, G. SREEBNY, L. Desmineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. **J. dent. Res.**, v.32, n.6, p.859-67, Dec. 1953.
- 123- OKSAN, T. et al. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 26, n.5, p. 301-5, Sept.1993.

- 124- OLIVEIRA, M. R. B. **Avaliação da eficiência de limpeza de algumas soluções irrigadoras sobre a dentina radicular, através de microscopia eletrônica de varredura.** Bauru, 1982. 103p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 125- OSTBY, B. N. Chelation in root canal therapy. Ethilenodiamine tetraacetic acid for cleaning and widening of root canal. **Odont. Tidskr.**, v.65, n.2, p.3-11, Feb. 1957.
- 126- OSTBY, B. N. Seis años de experiência clínica e experimental com el ácido etilendiamino tetra- acético (EDTA) como coadjuvante en la terapia de los conductos radiculares. **Rev. Asoc. odont. argent.**, v.50, n.1, p.75-95, Feb. 1962.
- 127- OZATA, F. et al. A comparative study of apical leakage of Apexit, Ketac-Endo, and Diaket root canal sealers. **J. Endod.**, v.25, n.9, p.603, Sept. 1999.
- 128- PAGHDIWALA, A. F. Root resection of endodontically treated teeth by Er:YAG laser radiation. **J. Endod.**, v.19,n.2, p.91-4, Feb.1993.
- 129- PAIVA; J. G.; ANTONIAZZI, J. H. **Endodontia-bases para a prática clínica.** 2ª ed. São Paulo, Artes Médicas, 1993.
- 130- PALLARÉS, A.; FAUS, V.; GLICKMAN, G. N. The adaptation of mechanically softened gutta-percha to the canal walls in the presence or absence of smear layer: a scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v.28, n.5, p.266-269, Sept.1995.

- 131- PASHLEY, D. I. Clinical considerations of microleakage. **J. Endod.**, v.16, n.2, p.70-7, Feb. 1990.
- 132- PÉCORA, J. D. et al. Evaluation of dentin root canal permeability after instrumentation and Er:YAG laser application. **Lasers Surg. Med.**, v.26, p.277-81, 2000.
- 133- PETSCHLT, A.; HICKEL, R.; EBERT, J. Dringen wurzelfüllmaterialien in dentinkanalchen ein? **Dtsch. Zahnarztl. Z.**, v.44, n. 11, p.826-9, Nov.1989.
- 134- POWIS, D. R. et al. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. **J. dent. Res.**, v.61, n.12, p.1416-22, Dec. 1982.
- 135- RAMOS, A. C. B.; ZECELL, D. M.; EDUARDO, C. P. Marginal leakage in cavity prepared with Er:YAG laser: evaluation by stereomicroscope, scanning electron microscope and energy dispersive x-ray. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6. Hawaii, 1998. **Program & abstracts**. Maui, University of Utah, 1998. p.59. / Abstract n. 117/
- 136- RAWLINSON, A. Sealing root canals with low-viscosity resins "in vitro": A scanning electron microscopy study of canal cleansing and resin adaptation. **Oral Surg.**, v.68, n.3, p.330-8, Sept. 1989.
- 137- RAY, H. L.; SELTZER, S. A new glass ionomer root canal sealer. **J. Endod.**, v.17, n.12, p.598-603, Dec.1991.

- 138- RODE, S. M.; FERREIRA SANTOS, J. F. Limpeza cavitária – remoção da camada de “smear layer”. **Rev. bras. Odont.**, v.47, n.5, p.46-8, set./out. 1990.
- 139- RODRIGUEZ-PONCE, A. AH Plus. Novo cimento sellador. Presentación de casos clínicos. **Endodoncia**, v.15, n.4, p.200-5, oct./dic. 1995.
- 140- ROHDE, T. et al. An “in vitro” evaluation of microleakage of a new root canal sealer. **J. Endod.**, v.22, n.7, p.365-8, July 1996.
- 141- SANTOS, C. C. et al. Endomethásone, Rickert e N-Rickert. Avaliação da propriedade seladora frente ao ¹³¹INa. **Rev. Farm.Odont.**, v.43, n.434, p.185-90. abr./maio 1977.
- 142- SAUNDERS, W.P.; SAUNDERS, E. M. The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root filling and a glass ionomer sealer. **Int. Endod. J.**, v.25, n.5, p.245-9, Sept.1992.
- 143- SAUNDERS, W. P. et al. The use of glass ionomer as a root canal sealer- a pilot study. **Int. Endod. J.**, v.25, n.5, p.238-44, Sept. 1992.
- 144- SAVIOLI, R. N. **Avaliação das propriedades físico-químicas de alguns tipos de cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol.** Ribeirão Preto, 1998. 62p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

- 145- SAVIOLI, R. N.; SILVA, R. G.; PÉCORA, J. D. Influência de cada componente do cimento de Grossman sobre as propriedades físicas de escoamento- tempo de endurecimento e espessura do filme. **Rev. paul. Odont**, v.16, n.3, p.14-6, maio/jun. 1994.
- 146- SAYÃO, S. A. Evaluación del efecto del hipoclorito de sodio, ácido cítrico y ácido etileno diaminotetracético en la remoción del barro dentinario de los conductos tratados endodónticamente. **Rev. Asoc. Odontol. argent.**, v.86, n.1, p.50-3, ene./feb. 1998.
- 147- SEIDBERG, B.; SCHILDER, H. An evaluation of EDTA in endodontics. **Oral Surg.**, v.37, n.4, p.609-20, Apr. 1974.
- 148- SELA, M. et al. Adaptation of silicate and adaptic to the margins of cavities. **J. oral Rehab.**, v.2, n.2, p.117-24, Apr.1975.
- 149- SEN; B. H.; PISKIN. B.; BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **Int. Endod. J.**, v.29, n.1, p.23-8, Jan. 1996.
- 150- SEN, B. H.; WESSELINK, P. R.; TURKUN. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.**, v.28, n.3, p.141-8, May 1995.
- 151- SILVA, R. G. et al. Estudo da estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração e radiopacidade de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares do tipo Grossman. **Rev. ABO Nac.**, v.2, n.1, p.40-3, fev./mar. 1994.

- 152- SIQUEIRA JÚNIOR.; J. F.; FRAGA, R.C.; GARCIA, P.F. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. **Endod. dent Traumat.**, v.11, n.5, p.225-8, Oct. 1995.
- 153- SIQUEIRA JÚNIOR, J.F.; RÔÇAS, I. N.; LOPES, H.P. Materiais obturadores. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.F. **Endodontia: biologia e técnica**. Rio de Janeiro, Medsi, 1999. Cap. 20, p.427-50.
- 154- SMITH, M .A.; STEIMAN, H. R. An "in vitro" evaluation of microleakage of two new and two old root canal sealers. **J. Endod.**, v.20, n.1, p.18-21, Jan. 1994.
- 155- SOUSA, M. C.; BERNARDINELI, N.; BERBERT, A. Infiltração de corantes em obturações de canais radiculares em função de cimentos e tempos de imersão. **Rev. FOB**, v.2, n.2, p.23-8, abr./jun. 1994.
- 156- SOUZA NETO, M. D. **Estudo da influência de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre as propriedades físico-químicas do cimento obturador de canais radiculares do tipo Grossman**. Ribeirão Preto, 1997. 108p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- 157- SOUZA NETO, M. D. **Estudo "in vitro" do efeito da aplicação do laser Er:YAG sobre a dentina humana na adesividade de diferentes cimentos obturadores dos canais radiculares**. Ribeirão Preto, 1999. 87p. Tese (Livre-Docência)- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

- 158- STABHOLZ, A. et al. Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. **J. Endod.**, v.11, n.5, p.218-23, May 1985.
- 159- SYDNEY, G. B. et al. SEM analysis of smear layer removal after manual and automated handpiece root canal preparation. **Braz. dent. J.**, v.7, n.1, p.19-26, 1996.
- 160- TAKAHASHI, K. et al. The morphological study of root canal walls with Er:YAG laser. **J. Jap. Endod. Ass.**, v.17, n.2, p.197-203, 1996.
- 161- TAKEDA, F. H. et al. Comparative study about the removal of smear layer by three types of laser devices. **J. clin . laser med. Surg.**, v.16, n.2, p.117-22, Apr.1998.
- 162- TAKEDA, F.H. et al. Efficacy of Er: YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. **J. Endod.**, v.24, n.8, p.548-51, Aug.1998.
- 163- TAKEDA, F. H. et al. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. **Int. Endod. J.**, v.32, n.1, p.32-9, Jan.1999.
- 164- TANJI, E.; MATSUMOTO, K. The comparatie study of the morphological changes of dentin surface after Nd:YAG, CO₂ and Argon lasers irradiation. **J. Jap. Endod Ass.**, v.15, n.1, p.14-20, 1994.
- 165- TIDMARSH, B. G.; ARROWSMITH, M. G. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v.22, n.4, p.184-9, July 1989.

- 166- TIMPAWAT, S. ; SRIPANARATANAKUL, S. Apical sealing ability of glass ionomer sealer with and without smear layer. **J. Endod.**, v.24, n.5, p.343-5, May 1998.
- 167- VALDRIGHI, L. **Influência dos espaços vazios nos resultados dos tratamentos de canais radiculares. Avaliação radiográfica e histopatológica. Estudo experimental em cães.** Piracicaba, 1976. 77p. Tese (Livre Docência)- Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
- 168- VALE, M. S. et al. Efeito do laser de Er:YAG nas medidas de área em Endodontia. **Pesq. odont. bras.**, v.14, p.153, 2000. Res. B365. Suplemento. / Trabalho apresentado na 17ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, Águas de Lindóia, 2000/
- 169- VASSILIADIS, L. P.; SKLAVOUNOS, S. A.; STAVRIANOS, C. K. Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. **J. Endod.**, v.20, n.8, p.373-6, Aug. 1994.
- 170- VICKERS, V. A.; et al. Ablation of hard dental tissues with the Er:YAG laser. **J. dent. Res.**, v.71, p.162, 1992.Special issue. / Abstract n.451/
- 171- VISURI, S. R.; WALSH, J. T.; WIGDOR, H. A. Erbium laser ablation of dental hard tissue: effect of water colling. **Lasers Surg. Med.**, v.18, n.3, p.294-300, 1996.
- 172- VISURI, S. R. et al. Shear strength of composite bonded to Er: YAG laser-prepared dentin. **J. dent. Res.**, v.75, n.1, p.599-605, Jan. 1996.

- 173- WAYMAN, B. et al. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. **J. Endod.**, v.5, n.9, p.258-65, Sept. 1979.
- 174- WEICHMAN, J. A.; JOHNSON, F. M. Laser use in endodontics; a preliminary investigation. **Oral Surg.**, v.31, n.3, p.416-20, Mar.1971.
- 175- WEICHMAN, J. A. et al. Laser use in endodontics. Part II. **Oral Surg.**, v.34, n.5, p.828-30, June 1972.
- 176- WEIGER, R. et al. Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. **Endod. dent. Traumat.**, v.11, n.5, p.214-9, Oct.1995.
- 177- WENBERG, A.; ORSTAVIK, N.D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta- percha. **Int. Endod. J.**, v.23, n.1, p.13-9, Jan.1990.
- 178- WESTON, G. D.; MOULE, A. J.; BARTOLD, P. M. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root canal resection "in vitro". **Int. Endod. J.**, v.32, n.6, p.450-8, Nov. 1999.
- 179- WHITE, R. R.; GOLDMAN, M.; LIN, P. S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. **J. Endod.**, v.10, n.12, p.558- 62, Dec. 1984.
- 180- WHITE, R. R.; GOLDMAN, M.; LIN. P. S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. **J. Endod.**, v.13, n.8, p.369-74, Aug. 1987.

- 181- WIGDOR, H. et al. The effect of lasers on dental hard tissues. **J. Amer. dent. Ass.**, v.124, n.2, p.65-70, Feb. 1993.
- 182- WOLLARD, R. R.. et al. Scanning electron microscopic examination of root canal filling materials. **J. Endod.**, v.2, n.4, p.98-110, Apr. 1976.
- 183- WU, M. K.; DE GEE, A. J.; WESSELINK, P. R. Leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, v.27, n.6, p.304-8, Nov.1994.
- 184- WU, M. K.; DE GEE, A. J.; WESSELINK, P. R. Leakage of AH-26 and Ketac-Endo- used with injected warm gutta-percha. **J. Endod.**, v.23, n.5, p.331-4, May 1997.
- 185- WU, M. K; WESSELINK, P. R. Endodontic leakage studies reconsidered.- part I- methodology, application and relevance. **Int. Endod. J.**, v.26, n.1, p.17-43, Jan. 1993.
- 186- YAMADA, R. S. et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. **J. Endod.**, v.9, n.4, p.137-42, Apr. 1983.
- 187- ZANONI, E. M. S. et al. Espaços vazios nas obturações endodônticas. **Rev. gaúcha Odont.**, v.36, n.3, p.232-39, maio/jun. 1988.

- 188- ZENNYU, K. et al. Influences of irradiating directions of Er:YAG laser on morphology of hard dental tissues. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6., Hawaii, 1998. **Program & abstracts**. Maui, University of Utah, 1998. p.38. / Abstract n.75/
- 189- ZMENER, O.; CAPURRO, M.; MAGA, M. Microscopia electrónica de barrido de conductos radiculares obturados com Ketac-Endo y conos de gutapercha: estudo piloto. **Rev. Asoc. odontol. argent**, v.85, n.5, p.449-53, oct./dic. 1997.
- 190- ZMENER, O. et al. Sealing properties of a new epoxy resin-based root canal sealer. **Int. Endod. J.**, v.30, n.5, p.332-4, Sept. 1997.
- 191- ZUOLO, M. et al. Ação do EDTA e suas associações com tensoativos na permeabilidade da dentina radicular. **Rev. Odont. USP**, v.1, n.4, p.18-23, out./dez. 1987.

ABSTRACT

ABSTRACT

The adaptation of endodontic sealers, Ketac-Endo, AH Plus and Endomethásone to dentinal root submitted to the previous action of final Er:YAG laser cleaning agents, EDTA at 17% and a saline solution at 0.9% was studied by Optical and Scanning Electron Microscopy. Ninety extracted human canines were employed, and following the step back technique preparation and irrigation with sodium hypochlorite solution they were divided into three groups with thirty teeth each, according to the final cleaning agent used. In group A, Er:YAG laser was used intracanal, with the following parameters: 100mJ (real energy 44mJ), 10pps, for 10 seconds under air cooling with circular movements in apicocervical direction and the canals were irrigated with 20ml saline solution at 0.9%. In group B, 5ml of EDTA at 17% irrigated the root canals for 5 minutes, followed by a saline solution at 0.9%. In group C, a saline solution at 0.9% was employed to irrigate the root canals. After drying, the roots were stored in a saline solution at 0.9% for 48 hours. Each group was divided into three subgroups of ten, according to the selected endodontic sealer. The ninety root canals were filled through standard technique, followed by gutta-percha lateral condensation. Following radiographic filling proof, the root canals were sealed with Cimpat in the cervical third and at the apical foramen, and the roots stored in a 0.9% saline solution at 37°C and 100% humidity for 30 days. Afterwards, they were transversally sectioned at 5mm to the root apex, and photographed with a 4x magnification, and submitted to optical microscopic analysis. Before the Scanning Electron Microscopic analysis, the apical root sections were molded with Aquasil and the obtained replicas metallized and photographed with 50x and 200x magnifications. The resulting images, in both microscopies, were scanned and transferred to the area measurement software program (SigmaScan) to measure the areas filled by endodontic materials and the failed areas between the endodontic material

and the root canal walls. Through the results with the selected methodology and by means of the presented discussion, we could conclude that:

- 1- The final cleaning agents employed in the root canals presented different effects in the adaptation of the endodontic sealers. The Er:YAG laser was harmful to the adaptation of all the endodontic sealers; the EDTA improved the adaptation of Endomethásone and AH Plus and the 0.9% saline solution improved the adaptation of Ketac-Endo in both microscopies.
- 2- Endomethásone presented the worst adaptation compared to the other sealers and AH Plus presented the best adaptation with EDTA by Scanning Electron Microscopic analysis.
- 3- The Optical Microscopy associated with the Scanning Electron Microscopy proved to be a safe method in detecting filling failures, being, the Scanning Electron Microscopy the best.
- 4- All endodontic sealers presented dimensional alterations, Ketac-Endo presented contraction, Endomethásone and AH Plus presented expansion, being, AH Plus closer to dimensional stability.