



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



JOÃO ODILO VELASCO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO APICAL
DE OBTURAÇÕES ENDODÔNTICAS EM DENTES
HUMANOS COM CANAIS RADICULARES PREPARADOS
COM DIFERENTES SOLUÇÕES IRRIGADORAS**

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

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

**PIRACICABA - SP
2002**



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



JOÃO ODILO VELASCO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO APICAL
DE OBTURAÇÕES ENDODÔNTICAS EM DENTES
HUMANOS COM CANAIS RADICULARES PREPARADOS
COM DIFERENTES SOLUÇÕES IRRIGADORAS**

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPC-036/83
CPG. 02 / 09/2002
[Assinatura]
Assinatura do Orientador

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

Orientador: Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho
FOP - UNICAMP

Banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho
Prof. Dr. Luiz Valdrighi
Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia
Prof. Dr. Mário Sérgio Venturini
Prof. Dr. João Eduardo Gomes Filho

PIRACICABA - SP
2002

02194820

UNIDADE 30
Nº CHAMADA T/UNICAMP
V541a
V _____ EX _____
TOMBO BCI 51144
PROC 16.83710
C _____ DX _____
PREÇO R. \$ 11,00
DATA 01/10/02
Nº CPD _____

CM00174458-3

BIB ID 260365

Ficha Catalográfica

V541a Velasco, João Odilo.
Avaliação da qualidade do selamento apical de obturações endodônticas em dentes humanos com canais radiculares preparados com diferentes soluções irrigadoras. / João Odilo Velasco. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2002.
xvi, 121p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Canal radicular – Tratamento. 3. Soluções (Química). I. Souza Filho, Francisco José de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 11 de Junho de 2002, considerou o candidato JOÃO ODILO VELASCO aprovado.

1. Prof. Dr. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO

2. Prof. Dr. JOÃO EDUARDO GOMES FILHO

3. Prof. Dr. MÁRIO SÉRGIO VENTURINI

4. Prof. Dr. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA

5. Prof. Dr. LUIZ VALDRIGHI

Dedico a conquista deste trabalho

à Sonia Maria, muito mais que companheira incansável, porto seguro das apreensões; às minhas filhas Fabiana, Fernanda, Flávia e Renata, pela ajuda, compreensão e incentivo, com todo amor;

à minha família, pelo apoio dado e aos meus pais, pelo exemplo de formação moral e ética que me deram,

minha eterna gratidão.

Dedico esta meta alcançada ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho, amigo, companheiro e orientador, absolutamente nesta ordem. Com simplicidade, desprendimento e paciência, virtudes das grandes almas, ajudou-me a trilhar o caminho de mais esta jornada.

Aos inesquecíveis mestres Prof. Dr. **Angelo Vella** e Prof. Dr. **José Gustavo de Paiva** (in memoriam), cada um a seu modo, exemplos de liderança .

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do seu Diretor, Prof. Dr. Antonio Wilson Sallum, onde tive a oportunidade de dar um importante passo no crescimento científico e profissional.

À Coordenadora dos Cursos de Pós-Graduação da FOP-Unicamp Prof^a Dr^a Altair Antoninha Del Bel Cury.

À Coordenadora do Curso de Pós-Graduação de Clínica Odontológica da FOP-Unicamp Prof^a Dr^a Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes.

Aos professores e funcionários da Disciplina de Endodontia da FOP-Unicamp, pela acolhida e ajuda.

Aos professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP-Unicamp, pela dedicação à causa do ensino.

Aos alunos e companheiros fraternos do Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP-Unicamp, pela paciência e colaboração.

Aos amigos João Eduardo, Eudes, Gerson e Assis, que transformaram esta jornada num alegre caminhar.

A Fábio Roberto Dametto, aluno de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, área de Endodontia, pela colaboração em microscopia eletrônica de varredura.

Ao amigo Mário Sérgio Venturini, pelo apoio dado nesta etapa da minha formação científica.

Ao amigo Arnaldo Pomílio, pela inestimável ajuda.

Ao amigo João Carlos Perciani, pela orientação precisa no trabalho estatístico.

À Prof^{ra} Cleide da Costa e Silva Papes, pela revisão do texto.

Às funcionárias da Biblioteca da FOP-Unicamp, pela eficiência e gentileza da colaboração e orientação no campo da pesquisa bibliográfica.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado, incentivando-me nesta jornada.

Aqueles, de cujos nomes eu possa ter me esquecido,

Meu muito obrigado.

Você pode sonhar, criar, desenhar e construir o lugar mais maravilhoso do mundo...mas é necessário ter pessoas para transformar o sonho em realidade."

Walt Disney

SUMÁRIO

	Página
Lista de figuras.....	1
Lista de tabelas.....	2
Lista de anexos.....	3
Lista de abreviaturas e significados.....	4
Resumo	5
Abstract.....	7
1- Introdução.....	9
2- Revisão da literatura.....	13
2.1- Considerações gerais.....	13
2.2- Considerações sobre <i>smear layer</i>	16
2.3- Métodos de avaliação da microinfiltração apical.....	21
2.4- Diafanização.....	33
3- Proposição.....	37
4- Material e métodos.....	39
5- Resultados.....	49
6- Discussão	71
7-Conclusão	93
Referências bibliográficas.....	95
Anexos.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dispositivo de silicone com estilete para fixação do espécime.....	48
Figura 2. Dente diafanizado após obturação endodôntica e imersão no marcador.....	51
Figura 3. a. Controle positivo (completa infiltração do marcador) b. Controle negativo (ausência de infiltração do marcador).....	53
Figura 4. Dente diafanizado examinado pelas suas quatro faces	55
Figura 5. Dente do grupo I diafanizado. Total penetração do marcador na extremidade apical do canal sem obturação radicular	57
Figura 6. Dente do grupo II diafanizado. A visualização do espécime pelas suas quatro faces permite melhor avaliação da relação marcador/obturação no limite apical da obturação do canal radicular.....	59
Figura 7. Dente do grupo III diafanizado. A transparência obtida permite visualizar o marcador penetrando no sistema de canais do complexo anatômico do ápice radicular.....	61
Figura 8. Dente do grupo IV diafanizado. Evidenciação do marcador da complexa variação anatômica do sistema de canais no terço apical da raiz.....	63
Figura 9. Dente com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces (<i>Lupa estereoscópica 15X aumento</i>).....	65
Figura 10. Dente sem penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces (<i>Lupa estereoscópica 15X aumento</i>).....	67
Figura 11. Infiltração positiva do marcador.....	70

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Médias dos comprimentos de trabalho.....	42
Tabela 2. Soluções usadas durante e após instrumentação.....	42
Tabela 3. Divisão dos dentes em grupos.....	43
Tabela 4. Raízes com infiltração apical do marcador.....	50
Tabela 5. Resumo estatístico da microinfiltração apical.....	70

LISTA DE ANEXOS

		Página
ANEXO 1-	Tabela A1: Comprimento de trabalho dos dentes.....	107
ANEXO 2-	Tabela A2: Infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração 1ª VERIFICAÇÃO.....	108
ANEXO 3-	Tabela A3: Infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração 2ª VERIFICAÇÃO.....	109
ANEXO 4-	Tabela A4: Infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração 3ª VERIFICAÇÃO.....	110
ANEXO 5-	Tabela A5: Resultado final da infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração RESULTADO FINAL	111
ANEXO 6-	Figura 12. Terço apical de dente com canal radicular preparado observado em microscopia eletrônica de varredura. Presença de típica camada residual amorfa (<i>smear layer</i>) cobrindo a parede do canal	113
ANEXO 7-	Figura 13. Superfícies com a presença de <i>smear layer</i> nas paredes de canais radiculares preparados em dentes dos grupos I, II, III e IV, respectivamente (de cima para baixo, da esquerda para a direita).....	115
ANEXO 8-	Análise estatística	117
ANEXO 9-	Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGNIFICADOS

°C	.....	grau Celsius
cm	.....	centímetro
≠	.....	diferente
&	.....	e
et al.	.....	e outros
°	.....	grau
GI	.....	grupo um
GII	.....	grupo dois
GIII	.....	grupo três
GIV	.....	grupo quatro
=	.....	igual
K	.....	tipo Kerr
<	.....	menor
µm	.....	micrômetro
ml	.....	mililitro
mm	.....	milímetro
-	.....	negativo
α	.....	nível de significância
n	.....	número de amostras
nº	.....	número
#	.....	número
+	.....	positivo
p	.....	nível de significância
%	.....	porcentagem
rpm	.....	rotações por minuto
≅	.....	semelhante
t	.....	distribuição
X	.....	número de vezes

VELASCO, J.O. Avaliação da qualidade do selamento apical de obturações endodônticas em dentes humanos com canais radiculares preparados com diferentes soluções irrigadoras.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar *in vitro* a qualidade do selamento apical de obturações endodônticas realizadas em 72 dentes humanos com canais radiculares preparados, utilizando-se a técnica de instrumentação coroa-ápice com auxílio de instrumentos rotatórios e instrumentação manual do terço apical, usando hipoclorito de sódio 5,25% ou gluconato de clorexidina 2% gel como substâncias químicas irrigadoras e irrigação final com diferentes soluções ou combinações de diferentes soluções. Os canais radiculares foram obturados pela técnica da compressão hidráulica vertical e cimento Endomethasone. Para a avaliação da microinfiltração apical, os dentes foram impermeabilizados com esmalte para unha, com exceção de 2mm apicais, mergulhados em tinta Nankin, submetidos a vácuo e deixados no corante por um período experimental de 7 dias a 37° C. Após a remoção da película de esmalte, as raízes foram diafanizadas e, a seguir, analisadas sob lupa estereoscópica. A qualidade do selamento apical foi avaliada em relação à penetração ou não do corante entre as paredes do canal e a obturação ou entre os componentes da obturação. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente segundo o teste de hipótese de Student a um nível de significância $p=0,05$, não tendo sido observada diferença estatística na qualidade do selamento apical em dentes com canais radiculares preparados com as diferentes soluções irrigadoras analisadas.

PALAVRAS-CHAVE:

Selamento Apical, Infiltração de Corante, Irrigação, *Smear Layer*.

VELASCO, J.O. **An evaluation of the apical sealing ability in endodontically treated human teeth with root canal prepared using different irrigants.**

ABSTRACT

The objective of this study was to determine *in vitro* the apical sealing ability in endodontically treated human teeth. Seventy-two root canals were prepared by crown-down technique using 5,25% NaOCl or 2% chlorhexidine gluconate gel as an endodontic irrigant between each instrument and a final flushing of various solutions or combinations of solutions. These canals were then filled by an single gutta-percha cone and Endomethazone sealer. The teeth were coated with nail varnish layers, except the apical 2 mm, then immersed in black India ink under vacuum conditions during 10 minutes and stored for 7 days at 37° C. The specimens were rinsed under tap water and the varnish removed. The roots were subsequently cleared and examined at 15 magnification with a stereomicroscope. The apical sealing ability was determined by the penetration of ink beyond the end of the preparation. Data were analyzed statistically using the Student's test. The level of significance was set at $p = 0,05$. The results obtained indicated that there is no difference in the apical sealing quality of endodontically treated teeth prepared with different irrigants.

KEY WORDS:

Apical Sealing, Dye Leakage, Irrigation, Smear Layer.

1. INTRODUÇÃO

A obturação do canal radicular deve selar apical, lateral e coronariamente o espaço pulpar preparado no limite cimento-dentinário (COOLIDGE & KESSEL, 1956; SHILDER, 1967). No entanto, este procedimento só será efetivo se um perfeito selamento apical ocorrer, evitando, assim, indesejáveis trocas de fluidos dos tecidos periapicais com o espaço do canal radicular (ALLEN, 1964).

A qualidade do selamento apical depende do preparo mecânico do canal radicular (YEE et al., 1984), da irrigação (GOLDBERG et al., 1985), da técnica de obturação (ALEXANDER & GORDON, 1985) e da medicação intra-canal (HARRIS & WENDT, 1987).

As técnicas propostas para o preparo do canal radicular visam remover tecidos moles e calcificados enquanto modelam o mesmo para facilitar a sua obturação (WHITE et al., 1984). A ação dos instrumentos usados para este propósito resulta em uma camada residual de restos orgânicos e debris calcificados que é compactada contra a parede dentinária, penetrando pelas aberturas dos seus túbulos, denominada *smear layer* (CIUCCHI et al., 1989). Este magma resultante do preparo químico-cirúrgico do canal radicular tem sido motivo de estudos como fator que pode influenciar a qualidade do selamento das obturações endodônticas (SAQUY et al., 1994; GOLDBERG et al., 1995; WU et al., 1995; GAVINI et al., 1996; KUGA et al., 1999; SANTA CECÍLIA et al., 1999; FRÓES et al., 2000). Para GAVINI et al. (1996), a permanência desta camada

residual pode influir diretamente na percolação apical, interferindo, portanto, na qualidade da obturação. Dentre as substâncias químicas utilizadas na irrigação dos canais radiculares, o hipoclorito de sódio, nas mais diferentes concentrações, tem sido a solução química auxiliar da instrumentação mais utilizada universalmente (MARAIS & WILLIAMS, 2001). Sua capacidade em dissolver tecidos orgânicos e sua ação bactericida são propriedades importantes para a sua utilização. No entanto, sua toxicidade em altas concentrações e sua baixa capacidade em remover o *smear layer* têm levado à pesquisa de outras soluções irrigadoras com esta finalidade. A irrigação final com grandes volumes de EDTA 17%, seguido de hipoclorito de sódio 5,25% após o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, tem sido o procedimento de escolha para a remoção desta camada residual (YAMADA et al., 1983). FERRAZ et al. (2001) demonstraram que o gluconato de clorexidina 2% gel pode ser uma opção adequada para este propósito, pois associa uma efetiva ação bactericida, baixa toxicidade e a capacidade de diminuir a formação deste remanescente da instrumentação quando utilizado como substância química auxiliar da mesma.

A penetração de corantes é um dos meios mais comuns no estudo da microinfiltração apical. A associação desta técnica à diafanização de dentes tem permitido uma série de trabalhos com esta finalidade (POLLARD et al., 1990; SMITH & STEIMAN, 1994; GOLDBERG et al., 1995; LEONARD et al., 1996; TAMSE et al., 1998; HOSOYA et al., 2000).

Desta forma, parece importante estudar a qualidade do selamento apical das obturações endodônticas em dentes com canais radiculares preparados com diferentes soluções irrigadoras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A completa obturação do sistema de canais radiculares no nível da junção cimento dentinária é uma importante meta a ser alcançada no tratamento endodôntico. Para se atingir esse objetivo, acredita-se que o material deva selar apical e lateralmente o espaço pulpar (COOLIDGE, 1932).

A teoria do tubo vazio, proposta por RICKERT & DIXON (1931), estabelecia que um tubo aberto nas suas extremidades e mergulhado em um tecido retinha, no seu interior, substâncias que ao se difundirem para os tecidos circunvizinhos causariam inflamação.

TORNECK (1966), em um estudo histológico, verificou que alguns tubos de polietileno implantados em tecido subcutâneo de ratos apresentavam uma ponte de tecido invaginado em seu interior. Num estudo seguinte, TORNECK (1967) enfatiza que a teoria do tubo vazio é especialmente válida quando o tubo contém internamente tecido necrótico ou infectado.

Uma inadequada obturação do sistema de canais radiculares parece ser uma das maiores causas de fracassos endodônticos (ALLEN, 1964). Confirmando isto, para INGLE & TAINTOR (1985), 63% das falhas de tratamento endodôntico são resultantes de obturações incorretas. Resultados similares foram relatados por PETERSON et al. (1986) em um estudo epidemiológico, onde verificaram que 45%

dos dentes com canais radiculares selados inadequadamente apresentavam lesões periapicais.

O selamento hermético do sistema de canais radiculares é um dos maiores objetivos do tratamento endodôntico bem executado (WALTON & TORABINEJAD, 1989). No entanto, o mesmo só será efetivo se um perfeito selamento apical ocorrer (ALLEN, 1964).

A integridade do selamento apical apresenta-se como uma meta a ser alcançada e mantida na obturação do canal radicular (PORKAEW et al., 1990). Vários fatores podem influenciar na obtenção do perfeito selamento apical, sendo o mesmo dependente do preparo mecânico do canal (YEE et al., 1984), da irrigação (GOLDBERG et al., 1985), da técnica de obturação (ALEXANDER & GORDON, 1985), e da medicação intracanal (HARRIS & WENDT, 1987).

Os autores têm se preocupado em apresentar uma obturação de canal que atenda às exigências físicas e biológicas por demais conhecidas. Dentre os requisitos físicos, espera-se que o canal seja convenientemente selado de modo a não permitir que fique uma solução de continuidade entre o material obturador e a parede do canal. Em função disto, diferentes técnicas de obturação, cimentos de obturação, técnicas de preparo de canais, medicamentos intracanaís, têm sido investigados quanto às suas relações com a infiltração marginal apical. O selamento apical da obturação está intimamente relacionado com a microinfiltração apical (GOLDMAN et al., 1989).

KASAHARA et al. (1991), num estudo *in vitro* realizado em pré-molares superiores para avaliação do alargamento apical, concluíram que o alargamento produzido, utilizando-se três instrumentos maiores que o primeiro instrumento que se ajusta ao diâmetro do canal no comprimento de trabalho, como preconizado por GROSSMAN (1939), foi inadequado na produção de um preparo circular, mesmo quando a instrumentação foi conduzida a 0,5 mm aquém do forame.

A influência do alargamento apical sobre a capacidade seladora das obturações com guta-percha e cimento de obturação na condensação vertical, parece indicar que canais preparados com instrumentos de diâmetros menores no terço apical exibem uma menor infiltração que aqueles preparados com instrumentos de calibres maiores. Neste aspecto, YARED & DAGHER (1994 b), num estudo *in vitro* realizado em 60 dentes, concluíram que canais preparados nos seus terços apicais até a lima 25, mostraram menor infiltração apical que aqueles preparados até a lima 40.

PARRIS et al. (1994), numa avaliação histológica e radiográfica sobre a eficácia do preparo apical em dentes com curvaturas apicais, concluíram que este procedimento após a instrumentação dos canais resulta em menos tecido remanescente apicalmente, além de produzir paredes mais planas nesta região com um mínimo desvio do canal.

2.2- CONSIDERAÇÕES SOBRE *SMEAR LAYER*

Quando os canais radiculares são instrumentados durante a terapia endodôntica, forma-se uma camada de material compactada junto às paredes do canal composta de dentina, restos de tecido pulpar, remanescentes de prolongamentos odontoblásticos e, eventualmente, bactérias. Esta camada, sob a microscopia eletrônica de varredura, tem aparência amorfa, irregular e granular (Mc COMB & SMITH, 1975; BRANNSTRÖM et al., 1980).

YAMADA et al. (1983), em um estudo com microscopia eletrônica de varredura, compararam a ação de limpeza da solução fisiológica, do ácido cítrico a 25% e de diversas concentrações de EDTA como soluções irrigadoras finais no preparo de canais radiculares. Concluíram que um fluxo proporcionado por um grande volume de solução irrigadora na irrigação final de canais preparados é importante na limpeza de suas paredes preparadas. Afirmaram ainda que uma irrigação final de 10 ml de EDTA (pH 7,7), seguida de 10 ml de hipoclorito de sódio a 5,25%, proporcionou o resultado mais efetivo na limpeza das paredes do canal.

WHITE et al. (1984) estudaram a influência do *smear layer* na penetração dos túbulos dentinários de materiais plásticos de obturação, PHEMA e silicone. Concluíram que a remoção desta camada através de um grande volume na irrigação final com hipoclorito de sódio a 5,25%, propiciava maior capacidade de penetração destes materiais nos túbulos dentinários.

CIUCCHI et al. (1989) estudaram, através da microscopia eletrônica de varredura, a efetividade de diferentes procedimentos de irrigação em endodontia na remoção do *smear layer* no preparo de canais com curvaturas. Constataram que a utilização do ultra-som em associação com EDTA não aumenta a capacidade de dissolução deste agente quelante e que ocorre um declínio na eficiência dos procedimentos de irrigação na porção apical do canal.

PASHLEY (1990), em um estudo sobre considerações clínicas da microinfiltração, enfatizou que quando o *smear layer* é formado, debris são forçados para o interior dos túbulos dentinários, constituindo o *smear plug*. Estes tampões apresentam, normalmente, prolongamentos de 1 a 2 μm , podendo chegar a 10 μm de comprimento para o interior dos túbulos, sendo maiores que a própria espessura da camada de *smear layer*, reduzindo a permeabilidade da dentina.

FOSTER et al. (1993), em um estudo realizado em quarenta dentes, analisaram o efeito da remoção do *smear layer* na difusão do hidróxido de cálcio através da dentina radicular. Os resultados demonstraram que o hidróxido de cálcio difunde-se do canal para a superfície exterior da raiz e que a remoção do *smear layer* facilita esta difusão pois aumenta a permeabilidade dentinária.

CHEUNG & STOCK (1993) estudaram *in vitro* a capacidade de limpeza de irrigantes de canal radicular com e sem o auxílio de ultra-som. Demonstraram que a remoção do *smear layer* era influenciada pelo tipo de solução irrigadora e pelo

uso ou não do ultra-som. As soluções utilizadas foram hipoclorito de sódio 1%, gluconato de clorexidina 0,5% e um detergente biológico. Nenhuma das soluções testadas foi capaz de produzir paredes de canal totalmente livres de *smear layer*.

No entanto, SAQUY et al. (1994) chamaram atenção para os efeitos residuais que as substâncias, usadas para a remoção desta camada de magma formada nas paredes do canal após seu preparo, possam acarretar na estrutura mineralizada dental, pois concluíram que a ação quelante do EDTA não é totalmente inativada quando associada com solução de Dakin.

BEHREND et al. (1996) estudaram *in vitro* o efeito da remoção do *smear layer* quanto à penetração bacteriana em canais obturados. Concluíram que o *smear layer* é susceptível à penetração bacteriana, podendo inclusive fornecer substrato à bactéria. A remoção desta camada abre túbulos dentinários, permitindo que o material da obturação penetre por estas aberturas, aumentando sua adaptação mecânica.

GAVINI et al. (1996) realizaram instrumentações dos canais radiculares em dois grupos de dentes, sendo que um grupo foi submetido a uma irrigação final com solução de Tergentol/Furacin, enquanto que o segundo grupo foi irrigado com EDTA 17% e solução de hipoclorito de sódio 1%. Após a obturação dos canais os dentes foram analisados quanto à infiltração linear do azul de metileno. Os resultados obtidos levaram os autores a concluir que a permanência da camada residual decorrente da instrumentação dos canais radiculares interfere

diretamente na percolação apical, pois houve aumento significativo do nível de infiltração do corante no primeiro grupo.

TAYLOR et al. (1997) estudaram os efeitos do *smear layer* sobre a infiltração coronária da obturação. Salientam que a infiltração coronária é, provavelmente, a maior etiologia nas falhas de tratamento endodôntico e que a remoção do *smear layer* minimiza esta infiltração. Os resultados obtidos nesse estudo indicaram que a remoção do *smear layer*, o uso do cimento AH-26 e a compactação vertical do material de obturação apresentaram efeitos cumulativos na redução da infiltração coronária.

HOTTEL et al. (1999) realizaram um estudo comparando os efeitos de três agentes quelantes sobre a parede dentinária dos canais radiculares de dentes humanos extraídos. A ação quelante do EDTA foi comparada a dois outros agentes quelantes: sucimer e trientíne HCL, ambos usados na medicina como medicação oral em pediatria. Os autores concluíram que as duas substâncias, assim como o EDTA, produziram túbulos dentinários abertos quando examinados sob microscopia eletrônica de varredura.

O'CONNELL et al. (2000) realizaram um estudo comparativo da remoção do *smear layer* usando diferentes sais de EDTA. Enfatizam que o hipoclorito de sódio tem se mostrado um agente efetivo na dissolução de tecidos orgânicos, enquanto que agentes quelantes como o EDTA têm sido os irrigantes de escolha na desmineralização da dentina e auxiliar na remoção dos componentes inorgânicos

do *smear layer*. Concluíram que as soluções de EDTA usadas alternadamente com hipoclorito de sódio 5,25% na irrigação do canal radicular removiam completamente o *smear layer* nos terços médio e coronário dos canais preparados, porém eram menos efetivos no terço apical. Nenhuma solução de EDTA, isoladamente, foi eficaz na remoção completa do *smear layer* em qualquer nível do canal.

FRÓES et al. (2000) analisaram *in vitro* quatro técnicas para a obturação de canais radiculares na presença ou ausência de *smear layer*. O marcador usado foi o azul de metileno e a análise feita pela clivagem dos espécimes, sendo os mesmos observados em lupa estereoscópica. Os resultados obtidos pela penetração linear do corante demonstraram que não existem diferenças no grau de infiltração de canais obturados com ou sem a camada de *smear layer*.

PETERS & BARBAKOW (2000) estudaram, através da microscopia eletrônica de varredura, os efeitos da irrigação sobre os debris e *smear layer* nas paredes de canais preparados por duas técnicas de preparo rotatório, Lightspeed (LS) e ProFile (PF). As soluções irrigadoras usadas foram água e, alternadamente, hipoclorito de sódio 5,25% e EDTA 17%. Nenhuma técnica de instrumentação foi superior à outra na remoção de debris, porém o preparo de canal mais largo obtido com instrumentos LS propiciou uma remoção mais efetiva do *smear layer* no grupo EDTA-hipoclorito de sódio.

BRAMANTE & BETTI (2000) realizaram uma análise comparativa de preparos de canais curvos, usando instrumentos de níquel-titânio com e sem EDTA. O estudo foi realizado em vinte raízes méso-vestibulares de molares superiores. Concluíram que a utilização de instrumentos Ni-Ti com EDTA foi menos efetiva na manutenção da curvatura original dos canais em relação à utilização dos mesmos sem essa solução. Saliendam que em canais curvos o EDTA deveria ser usado apenas após o preparo, pois o uso desta solução durante a instrumentação pode aumentar o transporte do canal.

FERRAZ et al. (2001) estudaram a capacidade do gluconato de clorexidina gel em limpar a superfície das paredes de canais preparados endodonticamente. Concluíram que o gluconato de clorexidina 2% gel usado no estudo produzia paredes dentinárias com evidentes aberturas dos túbulos dentinários, atestando sua capacidade de evitar a formação do *smear layer* resultante da ação dos instrumentos no preparo de canais radiculares.

2.3 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL

Vários métodos *in vitro* têm sido usados para avaliação da capacidade de selamento apical de diferentes técnicas e materiais de obturação, como: penetração de corante (CURSON & KIRK, 1968; BARRY et al., 1975; FOGEL, 1977), autorradiografias (YOUNIS & HEMBREE, 1976; ALLISON et al., 1979; YATES & HEMBREE, 1980), penetração bacteriana (GOLDMAN et al., 1980; KOS

et al., 1982) e uso da microscopia eletrônica de varredura (MOODNIK et al., 1975; OYNICK & OYNICK, 1978; TANZILLI et al., 1980).

Muitos destes métodos são baseados na determinação da microinfiltração apical (AL-GHAMDI & WENBERG, 1994). O princípio básico destes métodos é a imersão dos dentes extraídos em um marcador que possa penetrar entre as paredes do canal e a obturação ou entre os componentes da obturação do canal. A penetração de corantes é um dos mais antigos métodos de verificação de microinfiltração (GROSSMAN, 1939). Uma outra maneira de se determinar a infiltração apical é através das técnicas de coloração (HOVLAND & DUMSHA, 1985; MAGURA et al., 1991). Os isótopos radioativos como marcadores têm sido usados de forma similar ao dos corantes, avaliando-se, porém, a emissão da radiação (MATLOFF et al., 1982; RHOME et al., 1981; CANALDA-SAHLI et al., 1992). A capacidade seladora de materiais de obturação pode ser testada também pela penetração bacteriana ou de produtos bacterianos (GOLDMAN et al., 1980). Pode-se ainda determinar a infiltração apical através da técnica eletroquímica (JACOBSON & VON FRAUNHOFER, 1976) e da técnica do líquido sob pressão (WU et al., 1995).

O uso de corantes como marcadores é uma técnica simples e econômica, sendo a mais comum na verificação da microinfiltração apical (AL-GHAMDI & WENBERG, 1994). Após a imersão dos dentes nos corantes, por diferentes períodos, os mesmos podem ser seccionados longitudinalmente para a medida linear da penetração do marcador (MADISON & ZAKARIASEN, 1984), ou

seccionados perpendicularmente ao longo eixo, produzindo uma série de secções que são examinadas com relação à presença de corantes (CRANE et al., 1980) ou diafanizados, possibilitando a visualização da penetração do marcador através de todas as suas faces (SMITH & STEIMAN, 1994).

BEATTY et al. (1986) estudaram o selamento apical em dentes obturados através de várias técnicas de obturação, medindo a infiltração do azul de metileno, concluindo que os dentes obturados pela técnica da condensação lateral apresentaram menores infiltrações do marcador, quando comparados àqueles obturados pela técnica do cone único e cimento ou obturados apenas com cimento obturador de canais.

BEATTY et al. (1987), avaliando a extensão da penetração linear do azul de metileno em raízes vestibulares de primeiros pré-molares superiores, preparadas pelas técnicas convencional e escalonada, concluíram que as raízes obturadas pela técnica da condensação lateral de cones de guta-percha e cimento de obturação apresentaram menor infiltração do marcador em relação a outras técnicas de obturação.

POLLARD et al. (1990), numa revisão da literatura, salientaram que não havia uma técnica padrão para o estudo da infiltração apical e que diferentes tipos de corantes em várias concentrações são usados para avaliar a penetração dos mesmos. Afirmam, ainda, que nesse estudo não encontraram diferenças na quantidade de infiltração linear do marcador quando os dentes foram submetidos

ao mesmo, imediatamente ou decorrido um determinado intervalo de tempo após a obturação.

BARKHORDAR et al. (1992) compararam o grau de penetração do nitrato de prata em diversos cimentos de obturação de canal quando associados a cones de guta-percha pela técnica de condensação lateral e vertical. Chegaram à conclusão de que não havia diferenças na penetração do marcador entre os diferentes cimentos, porém, os canais obturados apenas com cones de guta-percha sem cimento apresentaram infiltração apical significativamente maior.

CANALDA-SAHLI et al. (1992), usando uma técnica de detecção de radioisótopos, com emissão de radiação gama, concluíram que o uso do cimento de obturação associado aos cones de guta-percha é importante para aumentar o selamento apical da obturação.

WU & WESSELINK (1993), fazendo uma revisão da metodologia, sua aplicação e relevância dos estudos sobre infiltração na endodontia, atestaram que o alto grau de variação em resultados é em função dos diferentes métodos experimentais. Afirmaram que a técnica da condensação lateral é uma técnica controle estandarizada para comparação. Relataram, também, que a importância do estudo da infiltração apical reflete-se no fato de que 21,3% dos artigos científicos publicados no Journal of Endodontics entre os anos 1989 e 1990 foram sobre este assunto. Destacaram que os principais marcadores de infiltração nestes estudos são o azul de metileno em diversas concentrações, a seguir a tinta

Nankin, nitrato de prata, eosina e procion. Salientaram, ainda, que os resultados obtidos nos estudos *in vitro* e a significância clínica de tais resultados é questionável.

HOLLAND & MURATA (1993), num trabalho sobre selamento marginal, chamaram a atenção para a influência dos curativos de demora à base de hidróxido de cálcio sobre a qualidade do selamento da obturação de canal. Concluíram que os curativos à base de hidróxido de cálcio podem melhorar a qualidade seladora de cimentos à base de óxido de zinco e eugenol.

SCHUURS et al. (1993), analisando o aspecto estatístico dos estudos sobre infiltração, chamaram atenção sobre o tamanho das amostras utilizadas, salientando que a mesma deve oferecer possibilidades para uma análise estatística realmente significativa. Chegaram à conclusão de que o tamanho das amostras em estudos de infiltração em endodontia é freqüentemente pequeno e que este fato pode produzir resultados que induzem a falsas conclusões.

BHAMBHANI & SPRECHMAN (1994) estudaram o efeito de dois diferentes cimentos de obturação na qualidade do selamento apical em raízes obturadas com Thermafil ou condensação vertical. As raízes foram colocadas em azul de metileno a 1%, por duas semanas e, a seguir, diafanizadas. Concluíram que o menor grau de infiltração apical ocorreu nas raízes obturadas com o Thermafil.

AI-GHAMDI & WENBERG (1994), testando a capacidade seladora de materiais de obturação, chamaram a atenção para o fato de que esta propriedade

é normalmente analisada *in vitro*, com corantes em solução aquosa, cujas moléculas são de pequeno tamanho, diferentes das moléculas maiores dos fluidos dos tecidos periapicais. Isto pode explicar o fato de que certos materiais, quando analisados *in vitro*, apresentam comportamentos diferentes quando utilizados na clínica diária.

DALAT & SPANGBERG (1994) realizaram um trabalho de comparação da infiltração apical em canais radiculares obturados com várias técnicas empregando a guta-percha, usando um método de infiltração de marcador a vácuo. Afirmaram que micro espaços remanescentes após a obturação podem ser responsáveis pela microinfiltração apical, mas a implicação clínica deste fato deve ser discutida.

KOCH et al. (1994) estudaram a infiltração apical em 48 dentes humanos extraídos e obturados com dois diferentes tipos de cimento, Ketac-Endo e cimento de Grossman. Os dentes foram imersos em tinta Nankin por dez dias e diafanizados para exame em estereomicroscópio. Esta técnica possibilitou o exame dos dentes através de diversas faces pela rotação das raízes sob o microscópio. Concluíram que todos os grupos experimentais demonstraram penetração do marcador.

Estudo semelhante realizaram GOLDBERG et al. (1995), mas neste caso os dentes foram centrifugados por cinco minutos a 3000 rpm imersos no mesmo corante. O propósito desse estudo foi comparar a capacidade seladora de dois cimentos de obturação de canal com e sem a remoção de *smear layer* em dentes

obturados com a técnica da condensação lateral. Concluíram que a remoção da camada de *smear layer*, utilizando-se ácido poliacrílico a 10%, não aumentou a capacidade seladora do cimento. Salientaram que em alguns espécimes não havia correlação entre a qualidade radiográfica da obturação do canal e o grau de infiltração apical. Afirmaram, também, que não pode ser estabelecida uma relação entre os resultados obtidos *in vitro* e a situação *in vivo* e, que esses resultados, portanto, devem ser transportados com cautela, para uma situação clínica.

WU et al. (1995), usando um modelo de transporte de fluido, estudaram a infiltração de quatro cimentos obturadores de canal, AH26, Ketac-Endo, Tubli-Seal e Sealapex em diferentes espessuras, durante um período experimental de um ano. Concluíram que a capacidade seladora do cimento de obturação altera-se com o tempo e que a longevidade do selamento parece depender de múltiplos fatores, incluindo a espessura do cimento e sua solubilidade.

HATA et al. (1995) estudaram a capacidade seladora de algumas técnicas de obturação realizadas com guta-percha termoplastificada, através de um novo método de determinação da infiltração apical. Neste método, os dentes eram imersos em resina e, após sua polimerização completa, os dentes foram seccionados horizontalmente a partir do ápice anatômico e examinados em estereomicroscópio. A infiltração foi quantificada pelas áreas ocupadas pela resina entre a parede do canal e a guta-percha nos três níveis de secções horizontais obtidas.

AHLBERG et al. (1995), comparando o padrão de penetração de corante mostrado pelo azul de metileno e tinta Nankin, em dentes com canais obturados, concluíram que o azul de metileno, que tem um baixo peso molecular, penetra mais profundamente nas obturações radiculares que a tinta Nankin, que tem partículas de maior tamanho.

HOLLAND et al. (1996) estudaram o selamento marginal obtido com cimentos à base de hidróxido de cálcio. Concluíram que os cimentos à base de hidróxido de cálcio apresentaram um melhor selamento marginal com diferenças estatisticamente significativas sobre um cimento à base de óxido de zinco e eugenol.

YARED & DAGHER (1996) estudaram a capacidade seladora de diferentes cimentos de obturação de canal com condensação vertical, através de um método de filtração de fluido pressurizado, medido em diferentes intervalos de tempo, durante 24 semanas. Em função da variabilidade dos resultados obtidos, sugeriram que novos estudos sejam efetuados para avaliar as trocas volumétricas que devem ocorrer numa observação a longo prazo.

FULKERSON et al. (1996) fizeram uma avaliação *in vitro* da capacidade seladora do Super-EBA usado como cimento de obturação de canal radicular, utilizando a infiltração apical da tinta Nankin em dentes diafanizados e examinados sob estereomicroscópio. Concluíram que o Super-EBA mostrou-se promissor como um material eficaz na eliminação ou redução da microinfiltração apical.

Ressaltaram, no entanto, que estudos complementares devem ser realizados para testar a habilidade do uso deste método de obturação, clinicamente.

SEN et al. (1996) estudaram o efeito da penetração tubular do cimento de obturação sobre a microinfiltração de corante. Fizeram um estudo *in vitro* da possível correlação entre a penetração nos túbulos dentinários de quatro diferentes cimentos de obturação de canal e a microinfiltração de fluidos externos para o interior do canal, utilizando um método de infiltração de corante e microscopia eletrônica de varredura. Concluíram que o selamento apical parece melhorar com o aumento da superfície de contato entre a parede do canal e o cimento de obturação e que, quando aumenta a penetração do cimento nos túbulos dentinários, parece haver uma diminuição da microinfiltração apical. As observações dos resultados obtidos pela infiltração do corante observada através da microscopia eletrônica de varredura, sugeriram que a integridade física da matriz do cimento endodôntico pode ser importante na obtenção de uma resistência à infiltração.

PATHOMVANICH & EDMUNDS (1996) realizaram uma investigação *in vitro*, para avaliar a extensão da microinfiltração apical em canais artificiais em blocos de resina transparente. Quatro diferentes métodos de penetração de corantes foram empregados: penetração passiva de corante, centrifugação isolada, vácuo e penetração passiva do corante e pressão positiva com penetração passiva de corante. Concluíram que havia diferenças estatisticamente significativas, para menos, entre a penetração passiva de corante e cada uma das

outras três técnicas. Relataram ainda que o modelo proposto de blocos de resina transparente permite a visualização da infiltração do corante em todas as faces, sugerindo que as técnicas de transparência são mais eficientes que as de separações longitudinais.

LEONARD et al. (1996), num estudo realizado sobre os selamentos apical e coronário de raízes obturadas com um adesivo dentinário e resina, utilizando o microscópio eletrônico de varredura, concluíram que havia uma diferença significativa na capacidade seladora apical entre o adesivo dentinário e resina, comparado com o cimento de ionômero de vidro e guta-percha e que uma camada híbrida complexa do agente de união e dentina foi observada no sistema de canais.

HOLLAND et al. (1996) testaram a infiltração apical da obturação de canal radicular realizada com um cone de guta-percha experimental à base de hidróxido de cálcio. Afirmaram que os resultados obtidos indicaram que os cones de guta-percha com hidróxido de cálcio produziram um aumento na qualidade do selamento apical das obturações de canais radiculares.

LEE et al. (1997) investigaram a capacidade seladora do ionômero de vidro como cimento de obturação de canal com e sem a condensação lateral de cones de guta-percha. Após a separação mecânica do cimento da guta-percha, a superfície dos cones foi examinada, usando-se microscópio eletrônico de varredura. Os resultados obtidos parecem indicar que o cimento de ionômero de

vidro, usado como cimento de obturação de canal em combinação com o método da condensação lateral, deve ser mais eficiente que a técnica de cones múltiplos de guta-percha sem a condensação.

CANALDA-SAHLI et al. (1997) compararam a capacidade seladora de duas técnicas de obturação de canais com guta-percha termoplastificada, com a técnica da condensação lateral de cones de guta-percha em incisivos e caninos superiores extraídos. Através da imersão dos espécimes em tinta Nankin e diafanização, concluíram que as novas técnicas de guta-percha termoplastificadas, guta-percha multifase e JS Quickfill, podem ser usadas com sucesso em canais longos e amplos.

ALVES et al. (1998) concluíram que o preparo inadequado do canal radicular, uma obturação falha e selamentos apicais e coronários deficientes podem levar ao insucesso do tratamento endodôntico, destacando que a penetração de endotoxinas ocorre mais rapidamente que a de bactérias e que a sequência destes eventos pode ser similar clinicamente.

TAMSE et al. (1998) avaliaram a infiltração apical mostrada por quatro diferentes corantes e através de dois métodos de avaliação. O estudo foi conduzido *in vitro* em 120 dentes unirradiculares humanos extraídos. Usaram os seguintes marcadores: eosina, azul de metileno, tinta Nankin e procion. As técnicas foram de secções transversais e diafanização. Os autores concluíram que

novas pesquisas devem ser conduzidas a fim de se padronizar o estudo de infiltração com corantes.

ANTONOPOULOS et al. (1998), num estudo de avaliação do selamento apical em canais obturados com diferentes métodos, concluíram que dentes expostos ao corante, usando pressão negativa, apresentaram maior penetração do marcador quando comparados aos dentes expostos à penetração passiva do corante.

SANTA CECÍLIA et al. (1999), estudando o selamento apical propiciado pela técnica Thermafil em canais retos e curvos, concluíram que não havia diferença estatística entre as técnicas de condensação lateral e do Thermafil. No entanto, em canais curvos e atrésicos, como os méso-vestibulares de molares superiores e mesiais de molares inferiores, havia maior infiltração que nos canais amplos e retos.

KUGA et al. (1999), estudando a influência do método de irrigação final no selamento apical, concluíram que não ocorriam diferenças estatisticamente significativas usando-se um quelante ou soro fisiológico como irrigação final.

MANNOCCI et al. (1999), num estudo com penetração de corante e microscopia eletrônica de varredura, concluíram que a combinação do Thermafil e adesivo dentinário não era satisfatória para se obter um selamento apical nas raízes obturadas com essa técnica.

HAÏKEL et al. (1999) apresentaram um novo método para a análise quantitativa da microinfiltração em endodontia. O método consiste na imersão de dentes numa solução de lisosima marcada com iodo¹²⁵. A análise era feita em relação à atividade da radiação emitida. Salientaram que esta técnica é mais objetiva para determinar a infiltração, pois elimina a análise subjetiva do operador quando outras técnicas são usadas com este intuito.

KONTAKIOTIS et al. (2001) estudaram a influência da hidratação presente ao longo da obturação do canal sobre a penetração do azul de metileno nos estudos de infiltração. Chegaram à conclusão de que o azul de metileno penetra mais facilmente em espaços secos da obturação que em espaços preenchidos com água e que este fato pode justificar a discrepância de resultados nos estudos sobre infiltração apical.

2.4 - DIAFANIZAÇÃO

A diafanização é o processo através do qual as estruturas calcificadas dos dentes tornam-se transparentes, possibilitando a visualização da cavidade interna endodôntica.

Este método é conhecido desde a publicação de ADOLFF (1913), para demonstrar o complexo do sistema de canais radiculares e sua obturação. Foi usado durante muito tempo, principalmente para o estudo anatômico da cavidade pulpar (APRILE & FIGUN, 1956; BRAIN, 1966). Em publicações mais recentes, esta aplicação ainda é muito difundida, pois oferece a oportunidade de se observar

a cavidade endodôntica, sem que ocorra perda da estrutura externa dental (DE DEUS, 1992; SILVA et al. , 1999).

ROBERTSON et al. (1980) descreveram uma técnica simples e econômica para o exame do sistema de canais radiculares tratados ou não endodonticamente. Neste trabalho, os autores apresentaram um protocolo bem detalhado da técnica, que consiste na descalcificação dos dentes com ácido nítrico a 5%, desidratação com álcool e diafanização com salicilato de metila. Foram incluídos no trabalho um dente não instrumentado, um dente com o canal instrumentado e um dente com o canal radicular obturado, diafanizados, para demonstrar algumas das aplicações da técnica apresentada.

TAGGER et al. (1983) publicaram um artigo onde apresentaram um método para o estudo tridimensional da infiltração apical, utilizando a técnica de diafanização proposta por ROBERTSON et al. (1980). Detalharam, ainda, um protocolo para o estudo da infiltração de corante, destacando que o marcador a ser usado deve resistir ao tratamento agressivo químico ao qual o dente é submetido neste processo.

PÉCORA et al. (1986) apresentaram um processo utilizando resina epóxi de bisfenol A que permite o armazenamento dos dentes diafanizados sem que necessitem ficar mergulhados no meio líquido do salicilato de metila. Para os autores, este processo permite um manuseio muito mais favorável dos espécimes, com uma aplicação altamente facilitada, principalmente no ensino.

MADISON & WILCOX (1988) conduziram um trabalho *in vivo* na avaliação da microinfiltração coronária em dentes tratados endodonticamente. A pesquisa foi realizada em dentes posteriores de macacos, usando guta-percha com vários cimentos de obturação. Após a remoção, os dentes foram imersos em tinta Nankin e diafanizados. Os autores ressaltam que a literatura está repleta de estudos para avaliar a microinfiltração apical em dentes tratados endodonticamente, mas que o selamento coronário deve ser tão importante para o sucesso da terapia endodôntica quanto o selamento apical. Os dados deste estudo revelaram que os 64 dentes de todos os grupos pesquisados, incluindo os controles positivos e negativos, demonstraram penetração do corante em vários comprimentos nos canais. Em dois casos, o marcador penetrou no comprimento total dos mesmos.

A partir daí, uma série de trabalhos têm sido publicados para avaliação do selamento apical através da técnica de diafanização: POLLARD et al. (1990); CLARK & ELDEEB (1993); SMITH & STEIMAN (1994); GOLDBERG et al. (1995); FULKERSON et al. (1996); LEONARD et al. (1996); TAYLOR et al. (1997); AL-DEWANI et al. (2000). Nestes trabalhos o marcador preferencialmente utilizado é a tinta Nankin em função da sua capacidade de resistir aos procedimentos químicos utilizados na técnica, além do bom contraste obtido entre a cor do marcador e a cor dos componentes da obturação do canal radicular (TAMSE et al., 1998).

Com base na literatura apresentada, parece importante estudar *in vitro* se a ação de diferentes substâncias irrigadoras na limpeza das paredes do terço apical

dos canais radiculares pode influir na qualidade do selamento apical das obturações endodônticas.

3. PROPOSIÇÃO

Diante do exposto na introdução deste trabalho e sedimentado na literatura apresentada, foi propósito deste estudo avaliar a qualidade do selamento apical das obturações endodônticas em canais radiculares de dentes humanos preparados com as seguintes soluções irrigadoras:

1. Hipoclorito de sódio 5,25% com irrigação final de hipoclorito de sódio 5,25%.
2. Gluconato de clorexedina 2% gel com irrigação final de soro fisiológico 0,9%.
3. Hipoclorito de sódio 5,25% com irrigação final de EDTA 17% seguida de hipoclorito de sódio 5,25%.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 72 dentes incisivos superiores humanos, com canais amplos e retos e ápices totalmente formados e mantidos em solução de formalina a 10%. Os dentes foram selecionados após radiografias proximais, sendo descartados aqueles com calcificações ou tratamentos endodônticos prévios. Após a seleção, foram lavados em água corrente e mantidos em solução fisiológica durante uma semana. Em seqüência, foram colocados em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por um período de 6 horas para facilitar a remoção de debris orgânicos. A seguir, cáries e restaurações presentes nas coroas foram removidas enquanto as raízes receberam uma limpeza com ultra-som (Profilat, Dabi-Atlante SA - Ind. Médico Odontológicas, Ribeirão Preto, SP, Brasil) para a remoção de cálculo e material aderido. Imediatamente foram lavados e escovados, permanecendo em água corrente por 30 minutos e estocados em água para posterior abertura, instrumentação, obturação dos canais radiculares e selamento das aberturas de acessos coronários.

SELEÇÃO DOS DENTES POR TAMANHO

A amostragem apresentou 12 dentes com medidas entre 17,5 e 19,5 mm, 42 dentes com medidas entre 20,0 e 22,5 mm e 18 dentes com medidas entre 23,0 e 25,0 mm. Os espécimes foram distribuídos em 4 grupos de 18 dentes, de forma que cada grupo recebesse dentes com os diversos comprimentos de

maneira similar, possibilitando a formação de grupos homogêneos nas médias de comprimentos (Anexo 1).

PREPARO DOS CANAIS

A abertura de acesso foi executada com pontas diamantadas 1011 e 1013 e complementada com brocas 3082 (KG-Sorensen, São Paulo, Brasil) para completa remoção do teto da câmara pulpar. O comprimento de trabalho para cada dente foi determinado, subtraindo-se 1,0 mm da medida na qual se observava com o auxílio de uma lupa com 4 vezes de aumento (Bio art Equipamentos Odontológicos Ltda., São Carlos, SP, Brasil) a extremidade de uma lima #15 no forame apical. Em decorrência da divisão estabelecida, as médias dos comprimentos de trabalho foram similares para cada grupo (Tabela 1). Os canais radiculares foram instrumentados por uma técnica coroa-ápice, com brocas de Gates-Glidden (Maillefer, Ballagues, Switzerland) do terço coronário do canal para o terço apical, iniciando-se o preparo com broca número 6, seguida das brocas números 5, 4 e 3, aprofundando de 2 a 3 mm cada broca, até este preparo situar-se a 3 mm do forame apical, aproximadamente. Os 3 mm apicais do canal foram preparados pela técnica seriada manual com limas tipo K (Moyco Union Broach, York, USA), promovendo-se um batente apical com a lima #40. A patência do forame apical foi mantida usando uma lima #15 entre um instrumento e o seguinte. Durante a instrumentação, os canais de dezoito dentes foram irrigados com 1 ml de solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% entre um instrumento e o seguinte e a patência era estabelecida com lima #15. Antes de se proceder a

obturação, os canais eram irrigados com 20 ml de solução fisiológica através de uma seringa Luer de 10 ml e uma agulha 20X5,5 (BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda, Curitiba, PR, Brasil) que penetra mais apicalmente possível no canal radicular sem prender-se em suas paredes. Dezoito dentes foram instrumentados de acordo com os procedimentos anteriores, porém utilizando-se o hipoclorito de sódio a 5,25% como substância química auxiliar da instrumentação, usando-se 20 ml desta solução como irrigação final. Dezoito dentes foram instrumentados de acordo com os procedimentos anteriores, porém, utilizando-se gluconato de clorexedina a 2% gel como substância química auxiliar da instrumentação, usando-se 20ml de solução fisiológica como irrigação final. Dezoito dentes foram instrumentados de acordo com os procedimentos anteriores, porém, utilizando-se o hipoclorito de sódio a 5,25% como substância química auxiliar da instrumentação, usando-se 10ml de EDTA a 17% por 1 minuto seguido de 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% como irrigação final (Tabela 2). Os dentes instrumentados foram envoltos em roletes de algodão de 4 cm de comprimento por 1,3 cm de diâmetro umedecidos com 2 ml de água e acondicionados em invólucros plásticos transparentes, identificados e com o comprimento de trabalho anotado. Os grupos assim distribuídos foram denominados grupo I controle (G I), grupo II experimental (G II), grupo III experimental (G III) e grupo IV experimental (G IV), respectivamente (Tabela 3).

Tabela 1: Médias dos comprimentos de trabalho

Grupos	Nº Espécimes	Média do comprimento de trabalho (mm)
G I	18	21,2
GII	18	21,4
G III	18	21,5
G IV	18	21,2

Tabela 2: Soluções usadas durante e após instrumentação

Grupos	Soluções Usadas Entre Instrumentos	Soluções Usadas Irrigação Final
G I	Solução fisiológica 0,9% 1ml	Solução fisiológica 0,9% 20ml
GII	Hipoclorito de sódio 5,25% - 1ml	Hipoclorito de sódio 5,25% - 20ml
G III	Gluconato de clorexidina 2% gel - 1ml	Solução fisiológica 0,9% 20ml
G IV	Hipoclorito de sódio 5,25% - 1ml	EDTA 17% - 10ml NaOCl 5,25% - 10ml

Tabela 3: Divisão dos dentes em grupos

Grupos	Preparo apical	nº de dentes com canais preparados	nº de dentes com canais obturados	controle (+)	controle (-)	MEV
G I	# 40	18	15	1	1	1
G II	# 40	18	15	1	1	1
G III	# 40	18	15	1	1	1
G IV	# 40	18	15	1	1	1

OBTURAÇÃO DOS CANAIS

Um cone de guta-percha de tamanho medium (Konne, Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos, Planalto, Belo Horizonte, MG, Brasil) foi cortado na perfuração correspondente a #40 de uma régua calibradora (Konne, Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos, Planalto, Belo Horizonte, MG, Brasil) e levado ao canal preparado contendo a substância química auxiliar do seu respectivo grupo, no comprimento de trabalho e, com movimentos de vai e vem, modelado no terço apical até se obter travamento .

Os canais preparados foram secos com pontas de papel absorvente (Tanari, Tanariman - Industrial Ltda., Manacapuru, Amazonas, Brasil), obturados com cone de guta-percha e cimento Endomethasone (Spécialités Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, França) pela técnica da compressão hidráulica vertical modificada (DE DEUS, 1992). O cimento para obturação de canais

Endomethasone foi manipulado segundo a proporção pó/líquido recomendado pelo fabricante e levado ao canal através de um lentulo (Maillefer, Ballagues, Suíça), acionado por um contra-ângulo a média velocidade até o seu preenchimento. O cone previamente selecionado foi envolto com o cimento e levado ao canal preparado no comprimento de trabalho estabelecido. O corte do cone foi feito no nível da junção cimento-esmalte com um calcador aquecido com diâmetro ajustado à entrada do canal, seguido por condensação vertical realizada por um calcador de diâmetro menor. A cavidade coronária foi limpa e selada com Cimpat (Spécialités Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, França). A obturação foi realizada tomando-se um dente de cada grupo na seguinte seqüência: G I, G II, G III, G IV, G II, G III, GIV, G III, G IV, G I, G II, G III e assim, sucessivamente, até a obturação de todos os canais, possibilitando um intervalo de tempo decorrido após a obturação igual para todos os dentes, antes de passar para as fases seguintes. Durante todo o procedimento de obturação, as raízes dos dentes eram envoltas em algodão umedecido com água para manter as superfícies hidratadas. Foram tomadas radiografias proximais para a confirmação da qualidade das obturações dos canais. Cada dente foi envolto em rolete de algodão umedecido com 2 ml de água e acondicionado num invólucro plástico transparente, contendo a identificação do grupo correspondente e mantido nesse ambiente por 24 horas a 37°C para presa total do cimento de obturação, o que deve ocorrer por volta de 20 horas após sua manipulação, segundo o fabricante. Dois dentes de cada grupo não foram obturados para servirem como controles, 1 positivo e 1 negativo.

IMPERMEABILIZAÇÃO DOS DENTES

Sessenta e oito dentes foram secos à temperatura ambiente durante seis horas e impermeabilizados, com exceção de 2 mm apicais, usando-se duas camadas de esmalte incolor para unha (Colorama, Bozzano Ceil, São Paulo) em toda superfície. Após cada camada houve espera de um tempo de seis horas para a secagem total da impermeabilização. Dos dois dentes de cada grupo que não foram obturados, um foi totalmente impermeabilizado para servir como controle negativo e um com 2 mm apicais sem impermeabilização, serviu como controle positivo (Tabela 3). A identificação de cada grupo, nesta fase, foi feita com 1, 2, 3 ou 4 pontos de esmalte vermelho sobre a impermeabilização das raízes.

IMERSÃO NO MARCADOR

Em seguida, os sessenta e oito dentes foram imersos em recipiente plástico de 9 cm de diâmetro de base por 9 cm de altura contendo tinta Nankin (Royal Talens, Apeldoorn, Holanda), levados a um ambiente a vácuo de 100 mm Hg, durante 10 minutos, obtido por uma bomba TECNAL TE-058 (Equip. para Laborat., Piracicaba, SP, Brasil). A seguir, foram fechados no recipiente a 37° C pelo período experimental de 7 dias. Após esse período, os dentes foram lavados em água corrente de torneira o suficiente para a remoção do excesso de corante da superfície externa, permanecendo à temperatura ambiente por 10 horas para secagem do marcador. Os dentes foram cortados na altura do terço médio das

raízes, com discos de carboril em baixa velocidade e a impermeabilização das raízes foi removida usando-se um bisturi.

DIAFANIZAÇÃO

As raízes assim processadas e devidamente identificadas foram diafanizadas, obedecendo ao seguinte protocolo:

1. Descalcificadas pela imersão em solução de ácido clorídrico a 5% durante 72 horas, com trocas de solução a cada 24 horas. Foram utilizados 5 ml de solução de ácido para cada raiz.
2. Lavadas em água corrente por 4 horas.
3. Desidratadas segundo uma bateria de álcoois em escala ascendente, iniciando com álcool a 70% por 8 horas, seguindo com três trocas de álcool absoluto a cada hora.
4. Mergulhadas em salicilato de metila para diafanização.

As raízes foram assim processadas, seguindo-se: um grupo de 8 raízes contendo os controles positivos e negativos de todos os grupos; um grupo de 8 raízes com 2 raízes de cada grupo, 1 grupo de 32 raízes contendo 8 raízes de cada grupo e 1 grupo de 20 raízes contendo 5 raízes de cada grupo, completando as 68 raízes.

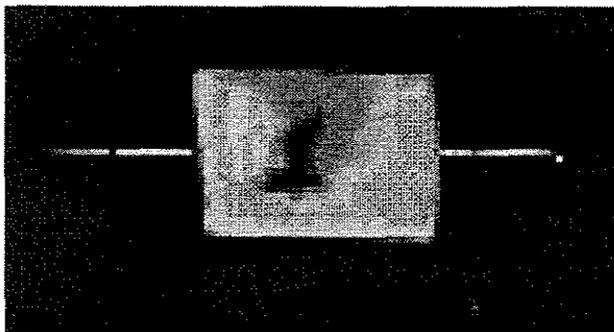
Os dentes diafanizados foram armazenados em vidros contendo salicilato de metila e identificados com seus grupos correspondentes.

ANÁLISE DA INFILTRAÇÃO

Para a observação, as raízes foram fixadas por um estilete que atravessa um dispositivo em silicone de secção quadrangular de 10 mm x 10 mm com 15 mm de comprimento (Figura 1) e examinadas em lupa estereoscópica (Lambda Let 2, ATTO Instruments Co, Hong Kong) com 15X de aumento pelas suas quatro faces, observando-se a qualidade do selamento apical obtido pelas respectivas obturações. Cada raiz diafanizada foi acondicionada em vidro transparente com identificação, contendo salicilato de metila e examinada três vezes, em dias diferentes, pelo mesmo observador, sem referências aos registros anteriores. Observou-se a presença ou não do marcador entre as paredes do canal e a obturação ou entre os componentes da obturação. Durante o exame das raízes para a avaliação da infiltração apical, os grupos aos quais as mesmas pertenciam foram substituídos por letras A, B, C e D de forma a não se identificar a qual grupo as raízes pertenciam. Os dados foram armazenados em tabelas, convencionando-se com sinal - (negativo) quando não se observou infiltração do marcador e com sinal + (positivo) quando evidenciou-se a penetração do marcador (Anexos 2, 3, 4). Após os procedimentos de avaliação, as raízes foram identificadas com os seus respectivos grupos.

Os dados obtidos numa tabela final (Anexo 5) foram submetidos à análise estatística através de testes de hipóteses, utilizando-se a distribuição t de Student.

Figura 1: Dispositivo de silicone com estilete para fixação do espécime



MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Após os procedimentos do preparo químico-mecânico, quatro dentes, sendo um de cada grupo (Tabela 3), foram fixados em glutaraldeído 2,5% por 30 min., seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual para expor os canais preparados. Após desidratação, os dentes foram cobertos com uma película de ouro e examinados em microscópio eletrônico de varredura (Zeiss DSM 940A). Foram feitas fotografias de áreas representativas dos terços apicais dos canais radiculares com 1000X de aumento para ilustração quanto à presença de *smear layer* nessas áreas.

5. RESULTADOS

Foram consideradas raízes com infiltração aquelas onde se observava a presença do marcador entre as paredes do canal e a obturação ou entre os componentes da obturação. Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 4.

Os espécimes diafanizados apresentaram uma transparência que permitiu boa definição do espaço endodôntico preparado, possibilitando, ainda, perfeita visualização dos componentes da obturação (Figura 2).

Os dentes controles positivos mostraram completa infiltração do marcador através de toda extensão do canal radicular, enquanto que os controles negativos não apresentaram qualquer penetração do mesmo (Figura 3 a,b).

Dos sessenta dentes obturados e submetidos ao marcador foram considerados livres de infiltração, ou infiltração negativa, aqueles que não apresentaram penetração da tinta Nankin em todas as faces examinadas (Figura 4). Isto era evidenciado pela ausência de qualquer traço do marcador pela interface parede do canal/obturação ou pela própria massa da obturação representada pelo cone de guta-percha e cimento de obturação. Por outro lado, a presença do marcador nas condições acima descritas, caracterizava a infiltração positiva. O espaço do canal compreendido entre o limite apical da obturação e o ápice do dente estava invariavelmente repleto de marcador (Figuras 5, 6, 7, 8).

Dezoito das sessenta raízes que foram submetidas ao marcador após a obturação dos canais apresentaram infiltração positiva, sendo quatro correspondentes ao grupo I controle (G I), cinco correspondentes ao grupo experimental II (G II), quatro correspondentes ao grupo experimental III (G III) e cinco correspondentes ao grupo experimental IV (G IV) (Tabela 4). Estes resultados estão graficamente representados na Figura 11.

Tabela 4: Raízes com infiltração apical do marcador .

Grupos	Nº Espécimes	Infiltração positiva do marcador	Porcentagem
G I	15	4	26,6%
GII	15	5	33,3%
G III	15	4	26,6%
G IV	15	5	33,3%



Figura 2: Dente diafanizado após obturação endodôntica e imersão no marcador.

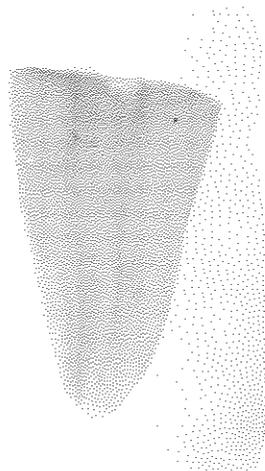
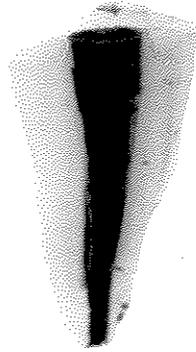


Figura 3: a. Controle positivo (completa infiltração do marcador)

b. Controle negativo (ausência de infiltração do marcador)

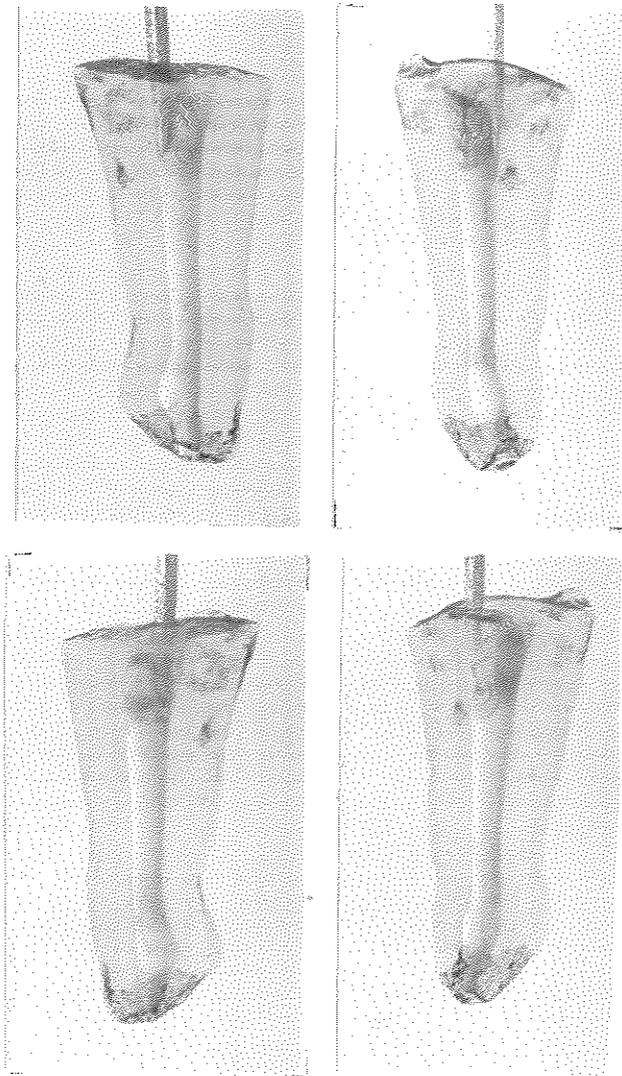


Figura 4: Dente diafanizado examinado pelas suas quatro faces.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



Figura 5: Dente do grupo I diafanizado examinado pelas suas quatro faces . Total penetração do marcador na extremidade apical do canal sem obturação radicular.

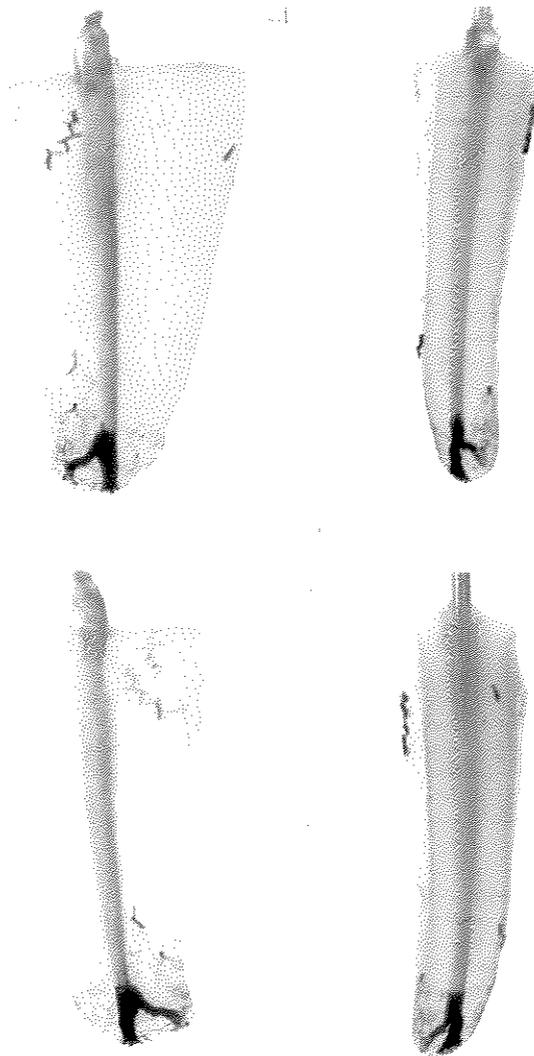


Figura 6: Dente do grupo II diafanizado. A visualização do espécime pelas suas quatro faces permite melhor avaliação da relação marcador/obturação no limite apical da obturação do canal radicular

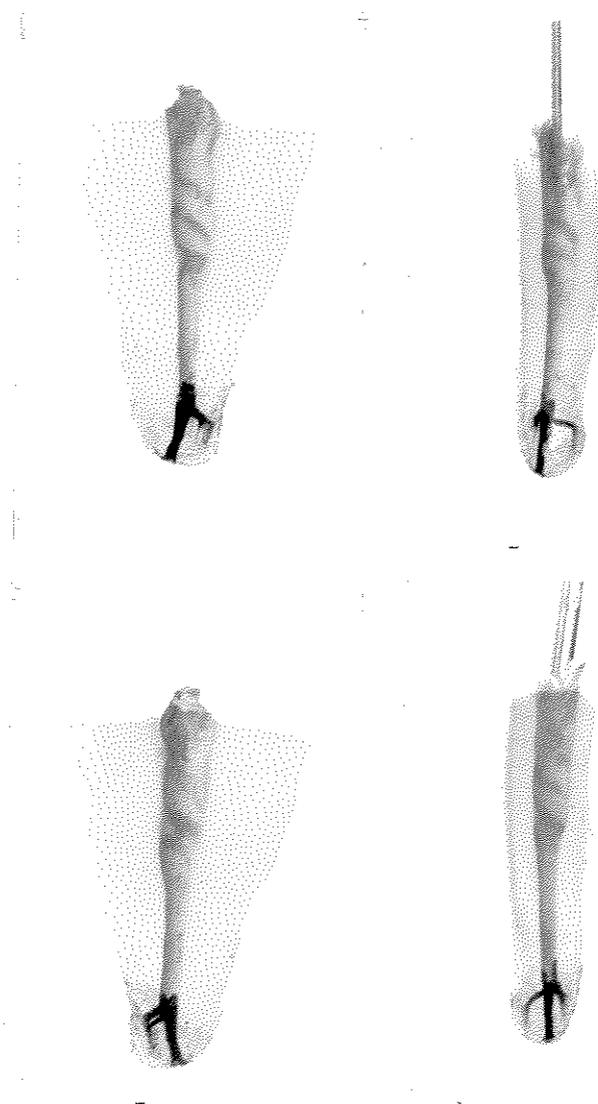


Figura 7: Dente do grupo III diafanizado examinado pelas suas quatro faces. A transparência obtida permite visualizar o marcador penetrando no sistema de canais do complexo anatômico do ápice radicular.



Figura 8: Dente do grupo IV diafanizado examinado pelas suas quatro faces. Evidenciação do marcador da complexa variação anatômica do sistema de canais no terço apical da raiz.

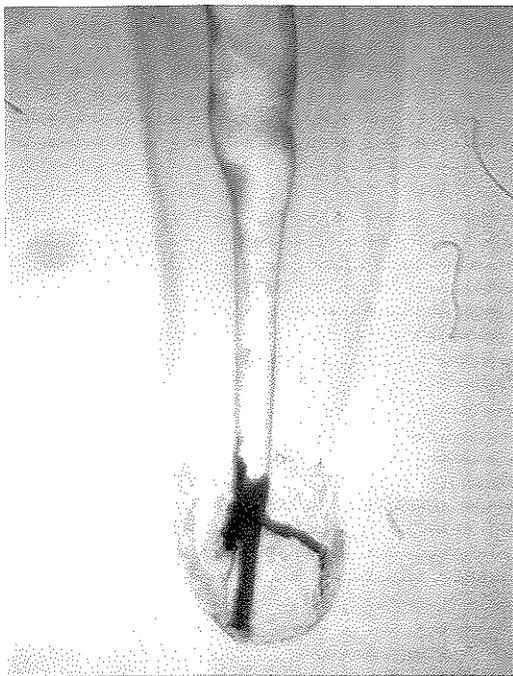


Figura 9: Dente com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces.
(*Lupa Estereoscópica 15X aumento*)

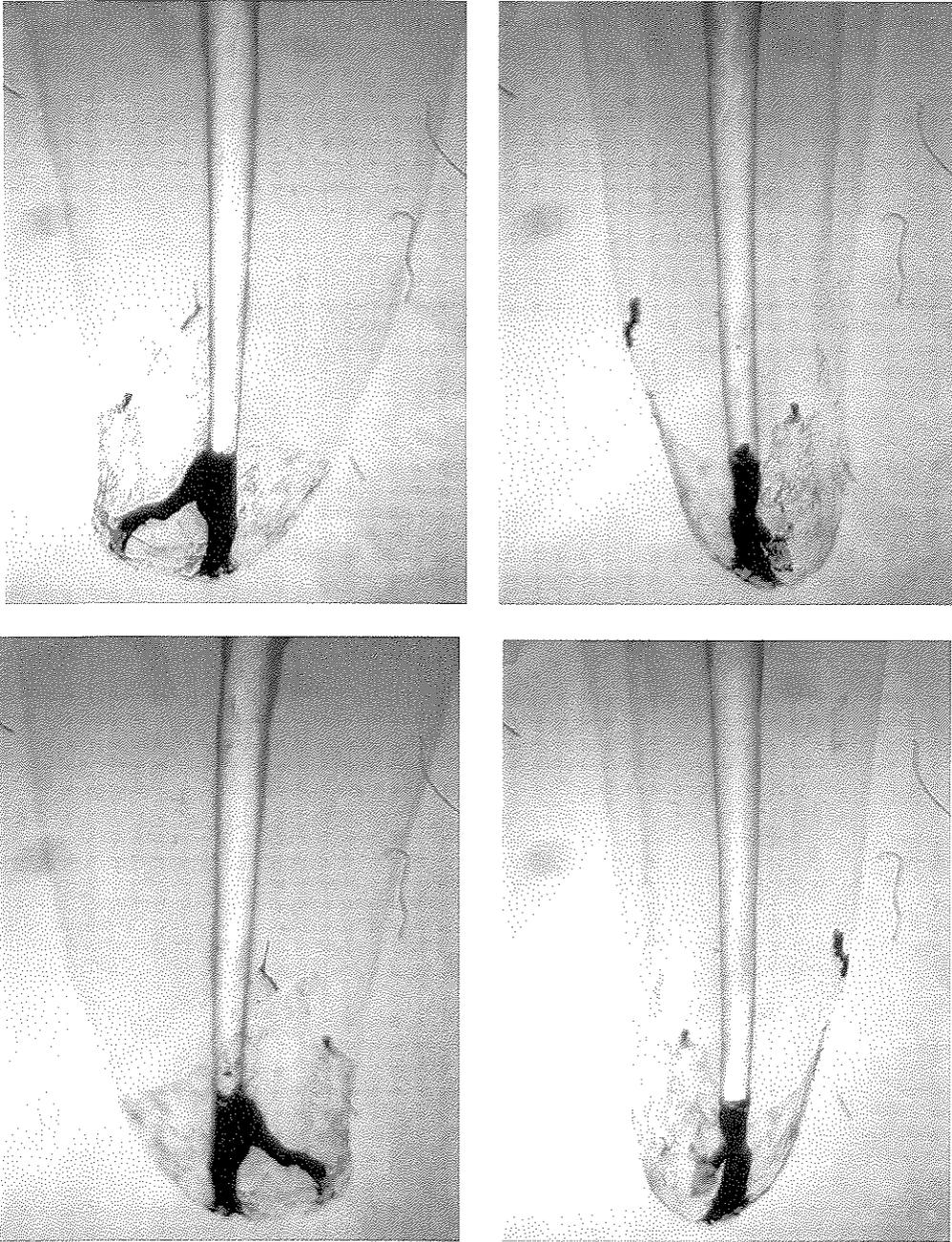


Figura 10: Dente sem penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces.
(Lupa Estereoscópica 15X aumento).

A imagem representada na Figura 9 caracteriza uma das possíveis formas de infiltração do marcador, não sendo exemplo de cada grupo especificamente. Esta possibilidade de infiltração do corante foi comum a qualquer um dos quatro grupos analisados. A imagem da Figura 10 caracteriza espécimes que não sofreram infiltração do marcador.

As imagens obtidas dos dentes observados no microscópio eletrônico de varredura ilustram os padrões de limpeza dos terços apicais dos canais radiculares preparados com as diferentes soluções irrigadoras, notando-se a presença de áreas onde podiam ser observadas aberturas de túbulos dentinários e áreas cobertas por *smear layer* (Anexo 6- Figura 12 e Anexo 7- Figura 13).

Os resultados foram submetidos à análise estatística segundo o teste de Student a um nível de confiança de 95% (Anexo 8), não sendo encontradas diferenças significativas entre os resultados obtidos (Tabela 5).

Tabela 5: Resumo estatístico da microinfiltração apical

Diferenças entre grupos	Infiltração positiva	Estatística
GI x GII	4x5	não significativa
GI x GIII	4x4	não há
GI x GIV	4x5	não significativa
GII x GIII	5x4	não significativa
GII x GIV	5x5	não há
GIII x GIV	4x5	não significativa

Diferenças não significativas entre os grupos $p < 0,05$

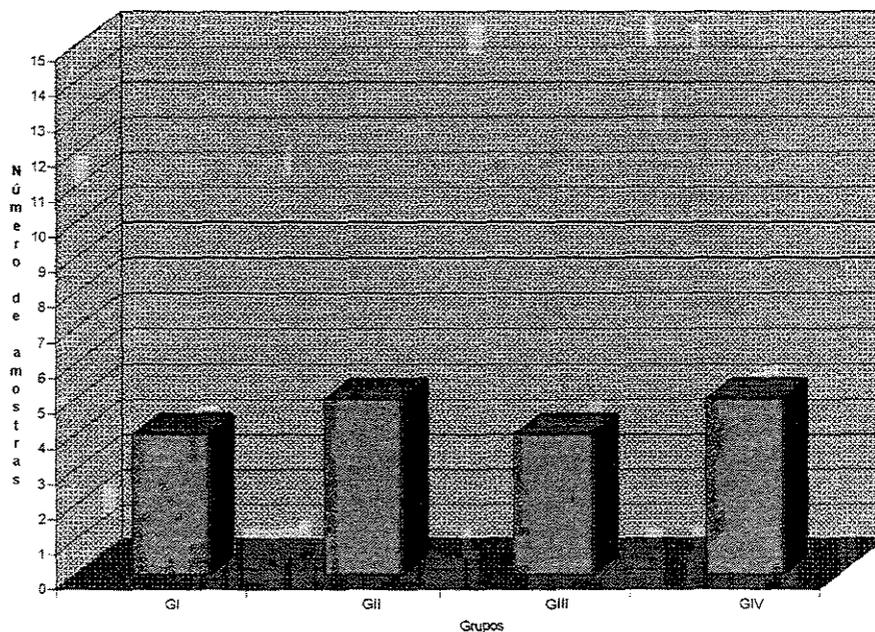


Figura 11: Infiltração positiva do marcador

6. DISCUSSÃO

A teoria do tubo aberto proposta por RICKERT & DIXON (1931) conduziu à prática de se obter a hermética obturação do canal durante a terapia endodôntica. TORNECK (1966), na tentativa de estabelecer a real necessidade de se conseguir este selamento total, avaliou histologicamente essa assertiva através do implante de tubos de polietileno em subcutâneo de ratos, concluindo que esta teoria é efetivamente válida quando microorganismos e tecidos necróticos são encontrados no interior dos tubos e que, na ausência desses elementos, tecido invaginado poderia ser observado no interior dos mesmos.

De qualquer forma, PITT FORD (1983) afirma que a obturação hermética desse espaço é importante, pois impede o trânsito de líquidos e/ou bactérias entre o material de obturação e as paredes do canal, impedindo assim as trocas de fluidos da cavidade bucal e o periápice. Apesar da afirmativa de alguns autores de que a microinfiltração coronária possa ser a maior causa na etiologia das falhas no tratamento endodôntico (TAYLOR et al., 1997; BARTHEL et al., 2000), o selamento apical reveste-se de importância no isolamento entre a cavidade conseguida pelo preparo de canal e os tecidos periapicais, impedindo, portanto, indesejáveis trocas de líquidos entre os meios (ALVES et al., 1998). Além disso, estudos de avaliações clínicas de obturações endodônticas expostas ao meio bucal por cárie ou restaurações falhas indicam que, ainda, uma obturação radicular perfeita com adequado selamento apical é fundamental para o sucesso da terapia endodôntica

(TRONSTAD et al., 2000; RICUCCI et al., 2000). Ademais, INGLE & TAINTOR (1985) já afirmavam que 60% dos insucessos endodônticos estão relacionados com obturações de canais radiculares deficientes. Estas considerações, portanto, baseadas na literatura pertinente, confirmam a necessidade de se obter o melhor selamento possível das obturações dos canais radiculares, levando com isso, a um prognóstico favorável do tratamento.

A integridade do selamento apical depende do preparo do canal (YEE et al., 1984), da irrigação (GOLDBERG et al., 1985), da técnica de obturação (RUSSIM et al., 1980), do tipo do cimento de obturação (ALEXANDER & GORDON, 1985) e da medicação intracanal (HARRIS & WENDT, 1987). Além disso, GAVINI et al. (1996), salientam que a limpeza de restos dentinários excisados durante o preparo químico-mecânico do canal radicular podem interferir diretamente na percolação apical, aumentando a possibilidade de microinfiltração apical.

No preparo químico-mecânico do canal radicular realizado durante a terapia endodôntica, forma-se sobre suas paredes uma camada de material composta por restos de dentina, remanescentes de tecido pulpar e prolongamentos odontoblásticos e, eventualmente, bactérias, denominada *smear layer*. Quando este preparo é executado com instrumentos rotatórios, como o realizado neste estudo com brocas de Gates-Glidden, a quantidade produzida parece ser, em volume, maior do que aquela produzida pelo preparo manual (SEN et al., 1995). CAMERON (1983) descreve-a em duas partes: primeira, como o *smear layer* superficial que apresenta de 1 a 2 μm de espessura e segunda, o *smear plug* ou o

smear layer introduzido até 40 m μ dentro dos túbulos dentinários (TAYLOR et al., 1997). Esta camada sob a microscopia eletrônica de varredura tem aparência amorfa, irregular e granular (BRANNSTROM et al., 1980).

Em alguns estudos (PASHLEY, 1990; GAVINI et al., 1996; LEONARD et al., 1996), a preocupação com a remoção da camada de *smear layer* das paredes do canal preparado, parece ter fundamento, visto que as paredes livres deste magma formado por partículas da própria dentina excisada apresentam-se com túbulos dentinários muito mais evidentes. No entanto, MANNOCCI et al. (1999), num trabalho sobre infiltração de corante em dentes obturados com Termafill e um agente de adesivo dentinário, determinaram que o grupo obturado sem a remoção do *smear layer* infiltrou significativamente menos que os grupos onde esta camada foi removida pela aplicação de uma solução de 17% de EDTA antes da obturação dos canais. SAQUY et al. (1994) chamam a atenção, inclusive, para o fato de que a utilização de substâncias quelantes, com a finalidade de se remover o *smear layer*, poderia influenciar tardiamente a capacidade seladora das obturações de canais em função da dificuldade em se conseguir neutralizar totalmente estas substâncias após suas aplicações. Ademais, KUGA et al. (1999), num estudo sobre a influência do método de irrigação no selamento apical proporcionado pelo cimento Endomethasone, não encontraram diferenças significativas entre os grupos irrigados com EDTA, com e sem ultra-sonificação, e aquele irrigado apenas com soro fisiológico.

A influência do *smear layer* no resultado final da terapia endodôntica não está clara e existem controversias do seu papel na capacidade seladora da obturação do canal radicular (CERGNEUX et al., 1987). Enquanto alguns pesquisadores sugerem ocorrer um aumento na capacidade seladora da obturação radicular com a remoção dessa camada (BRANNSTRON et al., 1980; PASHLEY, 1990), outros não estabeleceram qualquer benefício neste sentido quando da remoção da mesma (TAYLOR et al., 1997; Al-DEWANI et al., 2000). Estudos suplementares são, portanto, necessários para se estabelecer a real importância clínica da ausência ou presença desta camada, pois sabe-se que a sua remoção facilita a penetração de bactérias nos túbulos dentinários abertos, porém, a sua presença é susceptível à degradação produzida por enzimas proteolíticas de certas bactérias, podendo desenvolver uma falha entre o material de obturação e as paredes do canal.

O preparo coroa-ápice do canal radicular realizado com brocas Gates-Glidden até alcançar de 2 a 3 mm do terço apical, preparando-se manualmente esta área com limas tipo K, proporcionou nesse estudo preparos padronizados em todos os grupos de dentes (MORGAN & MONTGOMERY, 1984).

O preparo apical, segundo YARED & DAGHER (1994 a), parece influenciar a capacidade seladora da obturação do canal. Nesse aspecto, estes autores concluíram que canais preparados até a lima 25, em relação aos canais preparados até a lima 40, apresentavam um batente apical mais bem definido, possibilitando uma maior capacidade seladora das obturações. Em concordância

com isto, PARRIS et al. (1994) afirmam que os cuidados com um preparo meticuloso do terço apical do canal possibilita uma melhor obturação no que tange à infiltração marginal. Neste estudo, os dentes de todos os grupos tiveram estabelecida a patência do forame até o diâmetro de uma lima 15, enquanto os canais tiveram um preparo apical até a lima 40, determinando, portanto, um evidente ombro apical. Neste aspecto, preparos apicais que alcançam diâmetros 40 ou 45 facilitam a atuação das soluções irrigadoras (PETER & BARBAKOW, 2000).

Um dos elementos que pode alterar o selamento marginal dos canais obturados é com relação aos fármacos utilizados no preparo e na medicação dos canais. A função primária de um irrigante endodôntico é remover debris produzidos mas não removidos pela instrumentação do canal radicular (CAMERON, 1983). O hipoclorito de sódio em concentrações entre 2,5 e 5,25% é universalmente aceito como o irrigante de escolha no tratamento endodôntico (MARAIS & WILLIAMS, 2001).

A eficiência da solução irrigadora depende não apenas da sua natureza química, mas também da quantidade e temperatura, da sua tensão superficial, do tempo de seu preparo, do tempo de contato com as paredes do canal, da profundidade de penetração da agulha de irrigação e do tipo e diâmetro desta agulha (INGLE & TAINTOR, 1985). A baixa tensão superficial da solução irrigadora permite uma maior penetração nos túbulos dentinários. Neste aspecto, as substâncias usadas neste estudo, hipoclorito de sódio 5,25% e EDTA 17%

apresentam tensão superficial relativamente baixa, o que contribui para o alto grau de sucesso que alcançam quando usadas isoladamente ou combinadas como soluções irrigadoras na limpeza de canais radiculares (GAMBARINI, 1999; TASMAN et al., 2000). A solução de gluconato de clorexedina naquele estudo, inclusive, demonstrou tensão superficial menor do que o hipoclorito de sódio e EDTA. Sua utilização veiculada em gel, como nesse estudo, propicia paredes dentinárias livres de resíduos oriundos da instrumentação em função das propriedades mecânicas do gel (FERRAZ et al., 2001).

Várias soluções têm sido estudadas com a finalidade de se remover o *smear layer*, como o ácido tânico (BITTER, 1989), ácido cítrico (SAUNDERS et al., 1994), ácido poliacrílico (GOLDBERG et al., 1995) succimer e trientine HCL (HOTTEL et al., 1999), EGTA (ácido etileno glicol tetracético) (ÇALT & SERGER, 2000) e diferentes concentrações e sais de EDTA (AKTENER & BILKAY, 1993; O'CONNEL et al., 2000).

Parece, contudo, que um fluxo final de grandes volumes de solução é fundamental na limpeza não só de restos em suspensão como da remoção do *smear layer*. Ao se usar, como nesse estudo, 10 ml de EDTA seguido por 10 ml de hipoclorito de sódio 5,25% como irrigação final, YAMADA et al. (1983) concluíram que esta era a mais efetiva combinação de soluções para a remoção desta camada. A permanência do EDTA por 1 minuto em contato com as paredes dentinárias parece ser suficiente para que o efeito de quelação desta substância seja efetivo, além de evitar que se acelere a erosão na dentina peritubular e

intertubular. O fluxo seguinte de hipoclorito de sódio 5,25% resulta na remoção dos restos orgânicos presentes no *smear layer* e remanescentes após a remoção do seu componente inorgânico efetivado pelo EDTA (ÇALT & SERPER, 2000).

Para WHITE et al. (1984), o cuidado pelo uso de 1 ml de substância química auxiliar entre os instrumentos em todos os dentes preparados como padronizado nesse estudo é em função de que a sua utilização nesta fase do tratamento, além de facilitar o uso do instrumento, auxilia a remoção dos restos excisados e em suspensão nos canais radiculares durante o preparo. No presente estudo todos os grupos receberam um fluxo de 20 ml de solução ou combinação de soluções como irrigação final, pois sabe-se que a eficiência da solução irrigadora também depende do volume utilizado (INGLE & TAINTOR, 1985).

O uso de soluções associadas ao uso de ultra-som não interfere significativamente na limpeza e remoção do *smear layer* das paredes do canal quando comparadas à irrigação manual (CHEUNG & STOCK, 1993; SEN et al., 1995).

O esforço desenvolvido por pesquisadores para se obter a remoção do *smear layer* é porque esta camada pode conter ou selar microrganismos no interior dos túbulos dentinários, dificultar a penetração de soluções antibacterianas nestas áreas e constituir uma interface porosa e úmida entre a parede do canal e o material de obturação (CIUCCHI et al., 1989). No entanto, persiste a busca continuada pela excelência da solução irrigadora que apresente propriedades

antimicrobianas, capacidade de dissolver tecidos e biocompatibilidade com os tecidos periapicais (TASMAN et al., 2000).

Não foram utilizadas substâncias químicas como medicação intracanal neste estudo, pois os canais foram obturados após o preparo dos mesmos, não tendo, portanto, possibilidade de influência no selamento da obturação.

A condensação lateral de cones de guta-percha associados ao cimento de obturação de canais é a técnica normalmente utilizada e aceita como técnica controle nos trabalhos sobre infiltração apical para se avaliar materiais ou técnicas de obturação (HATA et al., 1995; HOLLAND et al., 1996; KUGA et al., 1999; HAÏKEL et al., 1999).

É uma técnica largamente utilizada pelos profissionais nas suas clínicas particulares e ensinada nas escolas de odontologia e cursos de endodontia (CAILLETEAU & MULLANEY, 1997). É, portanto, uma técnica simples, barata e dominada pelos profissionais que praticam a endodontia e, segundo SANTA CECÍLIA et al. (1999), dentre as técnicas que fazem uso da guta-percha, é o método de obturação dos canais radiculares mais utilizado através dos anos. Em função disto, é uma técnica que apresenta grandes variações em função do operador que induz performances diferentes na sua execução. Optou-se nesse estudo pelo uso da técnica da compressão hidráulica vertical com cone único de guta-percha e cimento obturador, o que possibilitou adequada padronização da técnica de obturação, uniformizando-a entre os grupos controle e experimentais.

O selamento apical dos materiais de obturação pode ser testado usando-se vários métodos *in vitro*. Muitos destes métodos são baseados na determinação da microinfiltração apical (AL-GHAMDI & WENNERBERG, 1994). O princípio básico destes métodos é a imersão dos dentes extraídos em um marcador que pode penetrar entre as paredes do canal e a obturação ou entre os componentes da obturação do canal. A penetração de corantes é um dos mais antigos métodos de verificação de microinfiltração (GROSSMAN, 1939). Uma outra maneira de se determinar a infiltração apical é através das técnicas de coloração, na qual os dentes, após a imersão no marcador, são colocados em soluções reveladoras ou preparados para exame histológico e suas secções coradas (HOVLAND & DUMSHA, 1985; MAGURA et al., 1991). Os isótopos radioativos como marcadores têm sido usados de forma similar à dos corantes. A emissão de radiação pode ser determinada em autorradiografias (MATLOFF et al., 1982), ou medidas em soluções por intervalos de tempo para quantificar a infiltração apical do marcador (RHOME et al., 1981) ou pela avaliação externa de radionucleídeos (CANALDAS-SAHLI et al., 1992). A penetração bacteriana ou de produtos bacterianos é um método onde bactérias ou seus produtos são usados para se testar a capacidade seladora de materiais de obturação (GOLDMAN et al., 1980). A técnica eletroquímica permite medidas contínuas e quantitativas da microinfiltração (JACOBSON & VON FRAUNHOFER, 1976). A técnica do líquido sob pressão permite medidas quantitativas do fluido que passa através do ápice e da obturação do canal radicular (WU & WESSELINK, 1993).

Neste estudo, optou-se pela infiltração de corante para se avaliar o selamento apical dos espécimes. É o método comumente usado para este tipo de avaliação, pois é de fácil aplicação, barato e não requer estruturas laboratoriais complexas para sua realização. Este método consiste em se fazer infiltrar uma substância corante entre as paredes do canal e o material de obturação. Os principais corantes utilizados neste tipo de estudo incluem o Azul de Metileno, tinta Nankin, Procion B azul, Violeta de Genciana, Rhodamina B, Procion B verde e Eosina (AL-GHAMDI & WENNERBERG, 1994).

O Azul de Metileno, sob várias concentrações, tem sido largamente utilizado como marcador nos estudos sobre infiltração. O tamanho das suas moléculas permite uma fácil infiltração pelas áreas de selamento deficiente ou pela interface parede do canal/obturação, além de uma excelente difusão pelos canalículos dentinários. A sua cor oferece bom contraste com as estruturas do dente e os materiais de obturação (HOLLAND & MURATA, 1993; TORABINEJAD et al., 1994; DALAT & SPANGBERG, 1994; HOLLAND et al., 1996; KUGA et al., 1999).

No entanto, segundo STARKEY et al. (1993), um cuidado especial deve ser dado quando da sua utilização com relação ao seu tamponamento, procurando levar o seu pH próximo à neutralidade. O Azul de Metileno apresenta pH muito baixo, perto de 3,75, podendo transformá-lo num agente de descalcificação das estruturas mineralizadas do dente, fornecendo falsos resultados sobre infiltração. Além disso, sua capacidade de marcar, freqüentemente difunde-se pelas

estruturas do dente e do material de obturação, manchando as áreas atingidas pelo mesmo e dificultando a visualização real da infiltração (TAGGER et al., 1983).

O uso da tinta Nankin como marcador nos trabalhos de infiltração tem sido determinado, também, pelo bom contraste que o mesmo apresenta em relação aos materiais de obturação, sendo facilmente determinado através da transparência obtida nos dentes quando a diafanização é o método utilizado para a visualização do marcador. Além disso, o Nankin é um marcador que resiste bem ao processamento químico pelo qual são submetidos os dentes a serem diafanizados, oferecendo a segurança necessária à leitura da microinfiltração (MADISON & WILCOX, 1988; SMITH & STEIMAN, 1994; GOLDBERG et al., 1995; FULKERSON et al., 1996; SANTA CECÍLIA et al., 1999).

O tamanho das moléculas ou partículas dos marcadores utilizados no estudo da infiltração apical tem sido objeto de diversos estudos (AHLBERG et al., 1995; TAMSE et al., 1998). Neste aspecto, YOUNGSON et al. (1998) salientam que 1,77% das partículas de carbono suspensas na solução são de 0,5 μ m a 1,22 μ m, com uma variação média de 1,74 μ m a 17,5 μ m, dependendo do tipo de Nankin utilizado, e indicam que o diâmetro de um túbulo dentinário na região apical do canal varia por volta de 1,65 μ m, sendo um marcador perfeitamente adequado para este tipo de estudo. Por outro lado, segundo PITT FORD (1983) e JANTARAT et al. (1999), o tamanho dessas partículas são sempre menores que as bactérias ou seus produtos. BEATTY et al. (1986) e AL-GHAMDI &

WENNERBERG (1994) salientam, ainda, que as moléculas das proteínas dos fluidos periapicais são maiores que as moléculas dos principais corantes usados como marcadores da microinfiltração.

Em experimentos pilotos prévios para a elaboração deste trabalho, dentes foram mergulhados em Nankin, Azul de Metileno e Violeta de Genciana e seccionados longitudinalmente. Observou-se que o Nankin apresentava uma eletividade em penetrar nas áreas de infiltração, ao contrário dos outros marcadores que também coravam em abundância a dentina circunvizinha à infiltração. Esta observação vem corroborar a afirmativa de SEN et al. (1996) de que o Nankin não cora a dentina, mostrando apenas o nível de infiltração e que a extensão de penetração deste marcador é fácil de detectar. Neste aspecto, a tinta Nankin apresentou uma alta capacidade de penetração nas áreas de infiltração, com penetração, inclusive, em parte dos túbulos dentinários de alguns espécimes avaliados. Ademais, YOUNGSON et al. (1998), num estudo sobre penetração dentinária, com quatro marcadores comumente usados neste tipo de estudo, estabeleceram que o Nankin foi o único agente quimicamente não reagente às estruturas do dente ou aos materiais de obturação. Estes fatos, em consonância à literatura consultada, levaram à opção definitiva pelo Nankin como marcador neste estudo.

O exame da infiltração do marcador pode ser feito através do seccionamento longitudinal da raiz (clivagem, corte ou desgaste), secções transversais e pela diafanização. O seccionamento longitudinal do dente ou raiz

tem sido freqüentemente empregado em muitos artigos científicos, porém, apresenta algumas limitações: a perda de estrutura dental na separação, o exame da infiltração é feito sempre num mesmo plano e, em raízes com curvaturas apicais, não se consegue um correto seccionamento, sendo isto muito mais evidente em raízes com curvaturas excedendo 10° nos 2/3 coronários (MANNOCCI et al., 1999).

O modelo experimental usado na presente investigação foi o mesmo desenvolvido em estudos anteriores onde a diafanização dos dentes foi o método utilizado na observação da infiltração apical do corante (MADISON & WILCOX, 1988; KOCH et al., 1994; SMITH & STEIMAN, 1994; GOLDBERG et al., 1995; FULKERSON et al., 1996; LEONARD et al., 1996; CANALDA-S AHLI et al., 1997; SANTA CECÍLIA et al., 1999).

A diafanização nesse modelo de estudo, segundo KOCH et al. (1994), apresenta algumas vantagens sobre o seccionamento longitudinal: o dente mantém sua integridade estrutural durante todo o experimento, raízes com curvaturas apicais não apresentam inconveniente na observação, os dentes podem ser observados em todas as suas faces e a transparência obtida possibilita fácil visualização do marcador.

A técnica de diafanização utilizada no estudo é originária do protocolo proposto por ROBERTSON et al. (1980). Os autores apresentaram uma técnica

simples e econômica para o exame *in vitro* de sistema de canais radiculares ou dentes tratados endodonticamente.

A proposta de diafanização apresentada é de fácil execução, não exigindo equipamentos ou instalações complexas de laboratório para a sua realização. Isto tornou-se claro em experimentos pilotos realizados previamente a este estudo. Alguns cuidados, no entanto, são necessários para a perfeita execução da técnica. Inicialmente, a superfície externa dos dentes a serem submetidos à mesma devem estar livres de restaurações, cálculos ou restos orgânicos. Isto se consegue, além da limpeza mecânica da superfície, colocando-se os espécimes em Hipoclorito de Sódio a 2,5% por seis horas, seguindo-se uma lavagem em água corrente por duas horas. A seguir, os dentes são desmineralizados em ácido por três dias, desidratados numa escala ascendente de álcoois e mergulhados em salicilato de metila para obter a transparência. Os pilotos ofereceram possibilidades de simplificação da técnica proposta por ROBERTSON et al. (1980), principalmente na utilização das substâncias químicas, diminuindo o tempo para se conseguir a transparência desejada. Desta forma, o Hipoclorito de Sódio a 5% por 24 horas foi substituído pelo Hipoclorito de Sódio a 2,5% por seis horas. O Ácido Nítrico a 5% do protocolo inicial foi substituído pelo Ácido Clorídrico a 5%, durante três dias com trocas a cada 24 horas. Esta mudança de ácidos foi devido ao fato de que alguns dos dentes diafanizados com o ácido nítrico apresentaram uma coloração com forte tonalidade marrom, prejudicando a transparência final dos espécimes. Com o uso do ácido clorídrico, os dentes apresentaram sempre uma boa transparência. A

explicação para este fato é desconhecida. Uma outra alteração do protocolo inicial foi em relação à escala de álcoois ascendentes. Usou-se uma solução de álcool 70% por oito horas, seguindo-se a três trocas de álcool absoluto a cada hora, ao invés de iniciar-se o processo de desidratação com uma solução de álcool a 80%, seguindo-se a álcool a 90% por uma hora antes das trocas de álcool absoluto. Estas alterações diminuíram de 116 horas para 97 horas o tempo gasto para o processamento químico dos espécimes. Um cuidado especial deve ser dado ao marcador da infiltração usado, pois o mesmo deve secar totalmente antes de se iniciar o processo de descalcificação, sob o risco de se perder parte deste no processamento.

Segundo TAGGER et al. (1983), a agressividade do tratamento químico imposto pela diafanização requer um marcador que resista ao mesmo, além de não penetrar indistintamente e profundamente na dentina, apresentando ainda uma coloração que deva contrastar com a guta-percha e o cimento de obturação. O Nankin associado à técnica de diafanização dos dentes oferece, nesse aspecto, uma metodologia adequada para a avaliação da microinfiltração apical.

Alguns autores, como SPANGBERG et al. (1989) e GOLDMAN et al. (1989), observaram que o aprisionamento de ar na massa de obturação ou entre a obturação e as paredes do canal poderia interferir com os resultados nos testes de penetração de corante. O uso de vácuo poderia ser uma possível solução para este problema. PATHOMVANICH & EDMUNDS (1996), comparando a infiltração apical de corante usando-se penetração passiva, centrifugação, pressão negativa

e pressão positiva, concluíram que havia diferença estatisticamente significativa entre a penetração passiva do corante e as outras três técnicas estudadas, sendo maior a penetração do marcador nestas últimas.

Parece que o posicionamento dos dentes mergulhados no marcador tem influência na penetração do mesmo. GOLDMAN et al. (1989) notaram que quando os espécimes eram submetidos ao vácuo, a penetração do marcador era total em todos os modelos estudados. Nos dentes que não eram submetidos ao vácuo e colocados verticalmente no corante havia penetração total apenas naqueles cujas extremidades encontravam-se abertas.

RODA & GUTMANN (1995), no entanto, afirmaram que a aplicação de forças externas ao experimento pode modificar, de alguma forma, o posicionamento inicial do material de obturação, produzindo, com isto, falsos resultados na leitura da infiltração. MASTERS et al. (1995), num estudo realizado em canais radiculares e tubos de vidro, concluíram que não haviam indícios de que a aplicação de vácuo pudesse influenciar significativamente os resultados nos testes de penetração do corante e que este procedimento pode não ser necessário neste tipo de estudo.

Nesse aspecto, a literatura mostra-se contraditória e não conclusiva e confirma que os resultados discrepantes são em função da ausência de um método universalmente aceito para a avaliação da infiltração (MANNOCCI et al., 1999). Para a realização deste estudo optou-se pela aplicação do vácuo produzido

por uma pressão negativa de 100 mmHg, pois o resultado obtido será menos conservador que a não utilização do mesmo. Sabe-se que, clinicamente, as obturações não estão sujeitas a este tipo de força e que o ar aprisionado em pequenos espaços existentes pode impedir a penetração do corante mas não impedir a penetração de bactérias em proliferação numa situação real (SANTA CECÍLIA et al., 1999).

AL-GHAMDI & WENBERG (1994), após uma revisão da literatura sobre os testes da capacidade seladora dos materiais de obturação usados em endodontia, concluíram que os testes correntemente utilizados têm pouca capacidade de serem reproduzidos, justificando, portanto, os resultados conflitantes encontrados na literatura. As diferenças de resultados entre trabalhos semelhantes podem ser creditadas ao operador, à metodologia de avaliação, aos corantes utilizados e às variações nos espécimes (SANTA CECÍLIA et al., 1999).

Os resultados da avaliação da infiltração apical do marcador obtidos neste estudo confirmam aqueles da literatura apresentada, ou seja, não há material ou técnica de obturação que sempre sele hermeticamente o canal.

Os controles positivos apresentaram total infiltração do corante, comprovando a eficácia da metodologia em se possibilitar a penetração do mesmo onde houver espaços livres. Em contrapartida, os controles negativos não apresentaram qualquer traço do corante no canal preparado, atestando a eficácia da impermeabilização utilizada externamente à raiz.

O grupo I controle que utilizou o soro fisiológico como substância química auxiliar da instrumentação e irrigação final de 20ml de soro fisiológico apresentou 4 raízes, ou 26,6% dos casos, com infiltração do marcador. O grupo II experimental que utilizou o hipoclorito de sódio 5,25% como substância química auxiliar da instrumentação e irrigação final com 20 ml de hipoclorito de sódio 5,25% apresentou 5 raízes com infiltração do marcador, ou 33,3% dos casos. O grupo experimental III que utilizou o gluconato de clorexedina 2% gel como substância química auxiliar da instrumentação e irrigação final com 20 ml de soro fisiológico apresentou 4 raízes com infiltração do marcador ou 26,6% dos casos. Não se pode afirmar que houve uma tendência a um melhor resultado no selamento apical deste grupo em relação aos dois outros grupos pois, estatisticamente, não houve diferença significativa segundo o teste t de Student, num nível de confiança de 95%. Por outro lado, o grupo IV experimental que utilizou o hipoclorito de sódio 5,25% como substância química auxiliar da instrumentação e irrigação final com 10 ml de EDTA seguido de 10 ml de hipoclorito de sódio 5,25%, apresentou 1 raiz a mais com infiltração em relação ao grupo controle, ou 33,3% dos casos. Não se pode afirmar que houve uma tendência a um pior resultado no selamento apical pois, estatisticamente, não houve diferença significativa, segundo o teste t de Student, num nível de confiança de 95%. Entre os grupos experimentais, hipoclorito de sódio 5,25% como substância química auxiliar e irrigação final do grupo II, gluconato de clorexedina 2% gel como substância química auxiliar e irrigação final com soro fisiológico do grupo III e hipoclorito de sódio 5,25% como substância química auxiliar e irrigação

final com EDTA 17% e hipoclorito de sódio 5,25% do grupo IV, houve uma diferença de 1 dente infiltrado a mais do grupo II para o grupo III, e igualdade de infiltração entre os grupos II e IV, respectivamente. Não houve, também, nesta situação, uma diferença estatisticamente significativa, segundo o teste t de Student, num nível de confiança de 95%.

É possível que o batente apical, produzido com a instrumentação do canal levada até a lima 40 no comprimento de trabalho, possa ter contribuído para que houvesse infiltrações similares entre os grupos controle e experimentais. Isto vem, de certa forma, ao encontro dos achados de KASAHARA et al. (1991) e YARED & DAGHER (1994 a), que evidenciaram a importância do preparo apical no limite do comprimento de trabalho como um fator decisivo no travamento do cone principal contribuindo, com isto, para uma menor possibilidade de infiltração apical.

Neste estudo optou-se pela análise qualitativa do selamento apical nos grupos controle e experimentais, em contraste com a literatura que normalmente apresenta resultados baseados na infiltração linear ou volumétrica do corante. Neste aspecto, GOLDMAN et al. (1989) afirmam que a maioria dos trabalhos que apresentam uma análise quantitativa, na realidade, mostram apenas se ocorre ou não o fenômeno da infiltração. Isto se deve, em parte, ao subjetivismo das medidas e que esta análise é, portanto, sempre qualitativa.

O movimento de rotação produzido nas brocas e nas limas para se conseguir o alargamento do canal, deve produzir paredes dentinárias cobertas por

uma camada residual composta por restos orgânicos e inorgânicos por todo comprimento de trabalho. Este fato poderia influenciar a adaptação do cone de guta percha no batente apical, visto que entre o mesmo e a dentina estaria entreposto o *smear layer*. O propósito deste estudo foi, em síntese, verificar se as soluções utilizadas com o intuito de remover esta camada proporcionariam um melhor selamento apical da obturação, impedimento com isso a penetração do corante para o interior do canal. A análise foi, portanto, dirigida a certificar-se da qualidade desse selamento obtido através de um melhor vedamento do canal na sua porção apical, no nível do comprimento de trabalho. Não foram medidas as infiltrações linear ou volumétrica pois a técnica de obturação ou materiais usados não estavam sendo analisados, mesmo porque foram exatamente as mesmas para todos os grupos. Não eram, portanto, alvos do estudo. A qualidade, pois, do selamento apical obtido foi o objetivo deste estudo, não importando outra variável senão as diferentes soluções químicas utilizadas.

SHUURS et al. (1993) salientam que muitos estudos sobre microinfiltração apical pecam pela ausência de uma amostragem que possa oferecer uma análise estatística confiável. Observam, também, que os testes aplicados na amostragem devem ser apropriados para a análise desejada.

Neste estudo, 72 dentes humanos foram utilizados. Sua distribuição pelos quatro grupos ofereceu uma amostragem de 15 dentes com obturações submetidas ao marcador para cada grupo, número este superior à maioria dos artigos consultados (SMITH & STEIMAN, 1994; YARED & DAGHER, 1994 a,b;

HATA et al., 1995; KUGA et al., 1999; SANTA CECÍLIA et al., 1999). Nos trabalhos onde foi utilizado um número maior de dentes, estes foram divididos em um número maior de grupos, oferecendo uma amostragem pequena para cada grupo (DALAT & SPANGBERG, 1994; HOLLAND et al., 1996; HAÏKEL et al., 1999). Excetuando-se, portanto, os 8 dentes usados como controles positivos e negativos e os 4 observados em microscopia eletrônica de varredura, cada grupo apresentou 15 dentes para a avaliação da qualidade do selamento apical através da infiltração do corante.

A distribuição t de Student é um tipo de distribuição para as amostragens onde o número de elementos é inferior a 30, ou seja, $n < 30$. É, portanto, um teste perfeitamente adequado para as amostragens apresentadas em cada grupo. O nível de confiança de 95% e a tabela de distribuição de Student oferecem confiabilidade nos resultados obtidos.

Os grupos I controle e III experimental apresentaram melhores resultados em números absolutos, em relação ao selamento apical, que os grupos experimentais II e IV, o primeiro irrigado com hipoclorito de sódio, solução esta com pouca capacidade de remoção do *smear layer* e, o segundo, irrigado com soluções químicas capacitadas à remoção do *smear layer*. As diferenças foram de 1 espécime infiltrado a mais para o grupo II (hipoclorito de sódio 5,25% com irrigação final de hipoclorito de sódio 5,25%) e 1 espécime a mais para o grupo IV (hipoclorito de sódio 5,25% com irrigação final de EDTA 17% seguido de hipoclorito de sódio 5,25%). As diferenças de 1 dente entre os grupos

experimentais III e IV, respectivamente, em relação aos dois outros grupos onde o *smear layer* não foi removido pela ação das substâncias químicas auxiliares da instrumentação ou irrigação final, podem sugerir um melhor desempenho das obturações endodônticas quando esta camada não é removida pela ação dessas soluções. Entretanto, sabe-se que a sua remoção facilita a penetração do material de obturação nos túbulos dentinários (WITHE et al., 1984) propiciando melhor vedamento das obturações nos terços médio e cervical, diminuindo a infiltração coronária (SAUNDERS & SAUNDERS, 1994; TAYLOR et al., 1997). No entanto, a observação sob microscopia eletrônica de varredura indica que a limpeza das paredes do canal radicular no terço apical é menos eficiente e que esta camada residual persiste nesta região dos canais preparados, quaisquer que sejam as soluções irrigadoras utilizadas (AKTENER & BILKAY, 1993). Os resultados estatísticos obtidos nos levam a crer que não existem diferenças entre os grupos, e que as diferentes soluções irrigadoras coadjuvantes à instrumentação e na irrigação final dos canais radiculares não interferem na qualidade do selamento apical das obturações endodônticas. O batente apical obtido em todos os grupos, visto que todos os dentes foram instrumentados até a lima 40, foi igual e isto pode ser um fator físico-mecânico importante no selamento apical com influência nos resultados obtidos.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e sob as condições desenvolvidas no modelo experimental apresentado, pode-se concluir que a utilização do hipoclorito de sódio 5,25% com irrigação final de hipoclorito de sódio 5,25%, gluconato de clorexedina 2% gel com irrigação final de soro fisiológico e hipoclorito de sódio 5,25% com irrigação final de EDTA 17% e hipoclorito de sódio 5,25%, não interfere na qualidade do selamento apical das obturações endodônticas dos canais preparados sob estas condições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- ADOLFF, P. Über das Durchsichtigmachen von Zähnen und unsere Wurzelfüllungsmethoden. **Dtsch. Msch. Zahnheilk.** v.31, p. 6, 1913.
- AHLBERG, K.M.F., ASSAVANOP, P., TAY, W.M. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. **Int. Endod. J.**, v.28, p. 30-4, 1995.
- AKTENER, B.O., BILKAY, U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-ethylenediamine mixtures. **J. Endodon.**, v.19, n.5, p.228-31, May 1993
- ALEXANDER, J.B., GORDON, T.N. A comparison of the apical seal produced by two calcium hydroxide sealers and Grossman-type sealer when used with laterally condensed gutta-percha. **Quintessence Int.**, v.9, p. 615-21, 1985.
- AL-DEWANI, N., HAYES, S.J., DUMMER, P.M.H. Comparison of laterally condensed and low-temperature thermoplastized gutta-percha root fillings. **J. Endodon.**, v.26, n.12, p. 733-8, Dec. 2000
- AL-GHAMDI, A., WENNERBERG, A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.10, p. 249-55, 1994.
- ALLEN, D.E. Hermetic sealing of root canals, value in successful endodontics. **Dent. Radiogr. Photogr.**, v.37, p. 85-90, 1964.
- ALLISON, D.A., WEBER, C.R., WALTON, R.E. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. **J. Endodon.**, v.5, p. 298-304, 1979.
- ALVES, J., WALTON, R., DRAKE, D. Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. **J. Endodon.**, v.24, n.9, p. 587-91, Sept. 1998.

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

- ANTONOPOULOS, K.G., ATTIN, T., HELLWIG, E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. **J. Endodon.**, v.24, n.10, p. 655-8, Oct. 1998.
- APRILE, H., FIGUN, M.E. **Anatomia Odontologica**, 2. ed. Buenos Aires, El Atheneo, 1956, p. 434-7.
- BARKHORDAR, R.A., STARK, M.M., SOELBERG, K. Evaluation of the apical sealing ability of apatite root canal sealer. **Quintessence Int.**, v.23, n.7, p. 515-8, 1992.
- BARRY, G.N., HEYMAN, R.A., ELIAS, A. Comparison of apical sealing methods. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.39, p.806-11, 1975.
- BARTHEL, C.R., ZIMMER, S., WEST, G., ROULET, J.F. Bacterial leakage in obturated root canals following the use of different intracanal medicaments. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.16, p. 282-6, 2000.
- 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.
- BEATTY, R.G. The effect of standard or serial preparation on single cone obturations. **Int. Endod. J.**, v.20, p. 276-81, 1987.
- 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, p.99-107, 1996
- BHAMBHANI, S.M., SPRECHMAN, K. Microleakage comparison of Thermafil versus vertical condensation using two different sealers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.78, n.1, p. 105-8, Jul.1994.
- BITTER, N.C. A 25% tannic acid solution as a root canal irrigant cleanser: a scanning electron microscope study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 67, p. 333-7, 1989
- BRAIN, E.B. **The preparation of decalcified sections**. Springfield, Ill, Charles C. Thomas, 1966, pp. 121-36, 148-50, 171.

- BRAMANTE, C.M., BETTI, L.V. Comparative analysis of curved root canal preparation using nickel-titanium instruments with or without EDTA. **J. Endodon.**, v. 26, n. 5, p.278-80, May 2000
- BRANNSTRÖM, M., NORDENVALL, K. J., GLANTZ, P.O. The effect of EDTA-containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin: an *in vivo* study. **J. Dent. Res.**, v.59, p.1127-31, 1980.
- ÇALT, S., SERPER, A. Smear layer removal by EGTA. **J. Endodon.**, v. 26, n.8, p.459-61, Aug. 2000.
- CAILLETEAU, J.G., MULLANEY, T.P. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. **J. Endodon.**, v.23, n.6, p. 394-6, Jun. 1997.
- CAMERON, J.A. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. **J. Endodon.**, v.9, p.289-92, 1983.
- CANALDA-SAHLI, C., BRAU-AGUADÉ, E., SENTIS-VILALTA, J., AGUADE-BRUIX, S. The apical seal of root canal sealing cements using a radionuclide detection technique. **Int. Endod. J.**, v.25, p. 250-6, 1992.
- CANALDA-SAHLI, C., BERÁSTEGUI-JIMENO, E., BRAU-AGUADÉ, E. Apical sealing using two thermoplasticized gutta-percha techniques compared with lateral condensation. **J. Endodon.**, v.23, n.10, p. 636-8, Oct. 1997.
- CERGNEUX, M., CIUCCHI, B., DIETSCHI, J.M., HOLZ, J. The influence of smear layer on the sealing ability of canal obturation. **Int. Endod. J.**, v.20, p. 228-32, 1987.
- CHEUNG, G.S.P., STOCK, C.J.R. *In vitro* cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. **Int. Endod. J.**, v.26, p.334-43, 1993.

- CIUCCHI, B., KHETTABI, M., HOLZ, J. The effectiveness of different endodontic irrigations procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v.22, p.21-8, 1989.
- CLARK, D.S., ELDEEB, M.E. Apical sealing ability of metal versus plastic carrier thermafil obturators. **J. Endodon.**, v.19, n.1, p.4-9, Jan. 1993.
- COOLIDGE, E. Pathology, diagnosis and treatment of the pulp and preparation of root canals for filling. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.19, n.3, p. 1964-85, Nov. 1932.
- COOLIDGE, E.D., KESSEL, R.G. **Endodontology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1956, p. 247.
- CRANE, D.L., HEUER, M.A., KAMINSKI, E.J., MOSER, J.B. Biological and physical properties of an experimental root canal sealer without eugenol. **J. Endodon.**, v.6, p. 438-45, 1980.
- CURSON, I., KIRK, E.E.J. An assessment of root canal-sealing cement. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.26, p. 229-36, 1968.
- DALAT, D.M., SPANGBERG, S.W. Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. **J. Endodon.**, v. 20, n.7, p. 315-9, Jul. 1994.
- DE DEUS, Q.D. **Endodontia**, 5. ed, Rio de Janeiro: Medsi, 1992.
- FERRAZ, C.C.R., GOMES, B.P.F.A., ZAIA, A.A., TEIXEIRA, F.B., SOUZA-FILHO, F.J. *In vitro* assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. **J. Endodon.**, v.27, n.7, p.452-5, Jul. 2001.
- FOGEL, B.B. A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.43, p. 284-99, 1977.
- FOSTER, K.H., KULILD, J.C., WELLER, N. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. **J. Endodon.**, v. 19, n. 3, p. 136-40, Mar. 1993.

- FRÓES, J.A.V., HORTA, H.G.P., SILVEIRA, A.B. Smear layer influence on the apical seal of four different obturation techniques. **J. Endodon.**, v.26, n.6, p.351-4, Jun. 2000.
- FULKERSON, M.S., CZERW, R.J., DONNELLY, J. An in vitro evaluation of the sealing ability of super-EBA cement used as a root canal sealer. **J. Endodon.**, v.22, n.1, p. 13-8, Jan. 1996.
- GAMBARINI, G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. **J. Endodon.**, v.25, n.12, p.800-3, Dec. 1999.
- GAVINI, G., AUN, C.E., AKISUE, E. Influência da camada residual de magma no selamento apical de dentes obturados com cones de gutapercha e cimento de N-Rickert. **RPG**, v.3, n.3, p. 250-5, Jul/Ago/Set. 1996.
- GOLDBERG, F., BERNAT, H.I., SPIELBERG, C., MASSONE, E.J., PIOVANO, S.A. Analysis of the effect of ethylenediamine tetracetic acid on the apical seal of root canal fillings. **J. Endodon.**, v.11, p. 544-7, 1985.
- GOLDBERG, F., ARTAZA, L.P., DE SILVIO, A. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. **J. Endodon.**, v. 21, n.10, p. 498-500, Oct. 1995.
- GOLDMAN, L.B., GOLDMAN, M., KRONMAN, J.H., LETOURNEAU, J.M. Adaptation and porosity of poly-HEMA in a model system using two microorganisms. **J. Endodon.**, v.6, p. 383-6, 1980.
- GOLDMAN, M., SIMMONDS, S., RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.67, p. 327-32, Mar. 1989.
- GROSSMAN, L.I. A study of temporary filling as hermetic sealing agents. **J. Dent. Res.**, v.18, p. 67-71, 1939.
- HAÏKEL, Y., WITTENMEYER, W., BATEMAN, G., BENTALEB, A., ALLEMANN, C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. **J. Endodon.**, v.25, n.3, p. 172-7, Mar. 1999.

- HARRIS, B.M., WENDT, S.L. The effects of petroleum-based ointment and water-based cream on apical seal. **J. Endodon.**, v.13, p. 122-5, 1987.
- HATA, G., KAWAZOE, S., TODA, T., WEINE, F.S. Sealing ability of thermoplasticized gutta-percha fill techniques as assessed by a new method of determining apical leakage. **J. Endodon.**, v.21, n.4, p. 167-72, Apr. 1995.
- HOLLAND, R., MURATA, S.S. Efeito do hidróxido de cálcio como curativo de demora no selamento marginal após a obturação de canal. **Rev. da APCD**, v.47, n.6, p. 1203-7, Nov./Dez. 1993.
- HOLLAND, R., MURATA, S.S., SOUZA, V., LOPES, H.P., SALIBA, O. Análise do selamento marginal obtido com cimentos à base de hidróxido de cálcio. **Rev. da APCD**, v.50, n.1, p. 61-4, Jan/Fev. 1996.
- HOLLAND, R., MURATA, S.S., DEZAN Jr, E., GARLIPP, O. Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. **J. Endodon.**, v.22, n.2, p. 71-3, Feb. 1996.
- HOSOYA, N., NOMURA, M., YOSHIKUBO, A., ARAI, T., NAKAMURA, J., COX, C.F. Effect of canal drying methods on the apical seal. **J. Endodon.**, v.26, n.5, p.292-4., May 2000.
- HOTTEL, T.L., EI-REFAI, N.Y., JONES, J.J. A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. **J. Endodon.**, v.25, n.11, p.716-7, Nov. 1999.
- HOVLAND, E.J., DUMSHA, T.C. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. **Int. Endod. J.**, v.18, p. 179-82, 1985.
- INGLE, J.I., TAINTOR, J.F. **Endodontics**. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985. 197 p.
- JACOBSON, S.M., von FRAUNHOFER, J.A. The investigation of microleakage in root canal therapy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.42, p. 817-23, 1976.
- JANTARAT, J., DASHPER, S.G., MESSER, H.H. Effect of matrix placement on furcation perforation repair. **J. Endodon.**, v.25, n.3, p. 192-6, Mar. 1999.

- KASAHARA, E., YASUDA, E., YAMADA, H., MIYAZAWA, A. An evaluation of guidelines for the apical enlargement of maxillary premolars. **J. Endodon.**, v.17, n.1, p. 1-7, Jan. 1991.
- KOCH, K., MIN, P.S., STEWART, G.G. Comparison of apical leakage between Ketac Endo sealer and Grossman sealer. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.78, n.6, p. 784-7, Dec. 1994.
- KONTAKIOTIS, E.G., GEORGOPOULOU, M.K., MORFIS, A.S. Dye penetration in dry and water-filled gaps along root fillings. **Int. Endod. J.**, v.34, p. 133-6, 2001
- KOS, W.L., AULOZZI, D.P., GERSTEIN, H. A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. **J. Endodon.**, v.8, p. 355-8, 1982.
- KUGA, M.C., FRAGA, S.C., DUARTE, M.A.H., ALEGRIA, M.S.H. Influência do método de irrigação final no selamento apical proporcionado pelo Endomethasone. **R.B.O.**, v.56, n.2, p. 65-8, 1999.
- LEE, C.Q., HARANDI, L., COBB, C.M. Evaluation of glass ionomer as an endodontic sealant: an in vitro study. **J. Endodon.**, v.23, n.4, p. 209-12, Apr. 1997.
- LEONARD, J.E., GUTMANN, J.L., GUO, I.Y. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. **Int. Endod. J.**, v.29, p.76-83, 1996.
- MADISON, S., ZAKARIASEN, K.L. Linear and volumetric analysis of apical leakage in teeth prepared for posts. **J. Endodon.**, v. 10, n.9, p. 422-7, Sept. 1984.
- MADISON, S., WILCOX, L.R. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. **J. Endodon.**, v.14, n.9, p. 455-8, Sept. 1988.
- MAGURA, M.E., KAFRAWY, A.H., BROWN, C.E., NEWTON, C.W. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. **J. Endodon.**, v.17, p. 324-31, 1991.
- MANNOCCI, F., INNOCENTI, M., BERTELLI, E., FERRARI, M. Dye leakage and SEM study of roots obturated with Thermafill and dentin bonding agent. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.15, p. 60-4, 1999.

- MARAIS, J. T., WILLIAMS, W. P. Antimicrobial effectiveness of electro-chemically activated water as an endodontic irrigation solution. **Int. Endod. J.**, v. 34, p. 237-43, 2001.
- MASTERS, J., HIGA, R., TORABINEJAD, M. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. **J. Endodon.**, v.21, n.6, p. 332-4, Jun. 1995.
- MATLOFF, I.R., JENSEN, J.R., SINGER, L., TABIBI, A. A comparison of methods used in root canal sealability studies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.53, p. 203-8, 1982.
- McCOMB, D., SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J. Endodon.**, v.7, p.238-42, 1975
- MOODNIK, R.M., LEVEY, M.H., BESEN, M.A., BORDEN, B.G. Retrograde amalgam filling: a scanning electron microscopic study. **J. Endodon.**, v.1, p. 28-31, 1975.
- MORGAN, L.F., MONTGOMERY, S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. **J. Endodon.**, v.10, n.10, p. 491-8, Oct. 1984.
- O'CONNELL, M.S., MORGAN, L.A., BEELER, W.J., BAUMGARTNER, J.C. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. **J. Endodon.**, v. 26, n.12, p. 739-43, Dec. 2000.
- OYNICK, J., OYNICK, T. Study of a new material for retrograde fillings. **J. Endodon.**, v.4, p. 203-6, 1978.
- PARRIS, J., WILCOX, L., WALTON, R. Effectiveness of apical clearing: histological and radiographical evaluation. **J. Endodon.**, v.20, n.5, p. 219-23, May 1994.
- PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J. Endodon.**, v.16, n.2, p. 70-7, Feb. 1990.
- PATHOMVANICH, S., EDMUNDS, D.H. Variation in the microleakage produced by four different techniques in root fillings in a simulated root canal model. **Int. Endod. J.**, v.29, p. 156-62, 1996.
- PÉCORA, J.D., SAVIOLI, R.N., VANSAN, L.P., SILVA, R.G., COSTA, W.F. Novo método de diafanizar dente. **Rev. Fac. Odont. Ribeirão Preto**, v.23, n.1, p. 1-5, Jan/Jun. 1986.

- PETERS, O.A., BARBAKOW, F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. **J. Endodon.**, v.26, n.1, p.6-10, Jan. 2000.
- PETERSON, K., PETERSON, A., OLSSON, B., HAKANSSON, J., WENNERBERG, A. Technical quality of root fillings in an adult Swedish population. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.2, p. 99-102, 1986.
- PITT FORD, T.R. Relation between seal of root fillings and tissue response. **Oral Surg.**, p. 291-4, Mar. 1983.
- POLLARD, B.K., WELLWE, R.N., KULILD, J.C. A standardized technique for linear dye leakage studies: immediate versus delayed immersion times. **Int. Endod. J.**, v.23, p. 250-3, 1990.
- PORKAEW, P., RETIEF, H., BARFIELD, R.D., LACEFIELD, W.R., SOONG, S.J. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. **J. Endodon.**, v.16, p. 369-74, 1990.
- RHOME, B.H., SOLOMON, E.A., RABINOWITZ, J.L. Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron. **J. Endodon.**, v.7, p. 458-61, 1981.
- RICKERT, V.G., DIXON, C.M. The controlling of root surgery. **VIIIth International Dental Congress**, Paris, IIIA, p. 15-22, 1931.
- RICUCCI, D., GRÖNDAHL, K., BERGENHOLTZ, G. Periapical status of root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration or caries. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 90, n.3, p. 354-9, Sep. 2000.
- ROBERTSON, D., LEEB, J., MCKEE, M., BREWER, E. A clearing technique for the study of root canal systems. **J. Endodon.**, v.6, n.1, p. 421-4, Jan. 1980.
- RODA, R.S., GUTMANN, J.L. Reliability of reduced air pressure methods used to assess the apical seal. **Int. Endod. J.**, v.28, p. 154-62, 1995.
- RUSSIM, T.P., ZARDIACKAS, L.D., READER, A., MENKE, R.A. Apical seals obtained with laterally condensed chloroform-softened gutta-percha, laterally condensed gutta-percha and Grossman's sealer. **J. Endodon.**, v.6, p. 678-82, 1980.

- SANTA CECÍLIA, M., MORAES, I.G., TORRES DE FREITAS, S.F., AZEVEDO PEREIRA, A. J., MARQUES, A. L. V. Selagem apical propiciada pela técnica Thermafil em canais retos e curvos. **R.B.O.**, v.56, n.2, p. 89-95, 1999.
- SAQUY, P.C., MAIA CAMPOS, G., SOUSA NETO, N.D., GUIMARÃES, L.F., PÉCORA, J.D. Evaluation of chelating action of EDTA in association with Dakin's solution. **Braz. Dent. J.**, v.5, n.1, p. 71-4, 1994.
- SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M. Influence of smear layer on the coronal leakage of thermafil and laterally condensed gutta-percha root fillings with a glass ionomer sealer. **J. Endodon.**, v.20, n.4, p.155-8, Apr. 1994.
- SCHILDER, H. Filling the root canal in three dimensions. **Dent. Clin. North. Am.**, v. 11, p. 723-44, 1967.
- SCHUURS, A.H.B., WU, M.K., WESSELINK, P.R., DUIVENVOORDEN, H.J. Endodontic leakage studies reconsidered. Part II. Statistical aspects. **Int. Endod. J.**, v.26, p. 44-52, 1993.
- SEN, B.H., WESSELINK, P.R., TÜRKÜN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.**, v.28,p.141-8, 1995
- SEN, B.H., PISKIN, B., BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **Int. Endod. J.**, v.29, p. 23-8, 1996.
- SILVA, F.S.P., KOGA, K., SILVEIRA, J.C.F., NASCIMENTO, C.M. Variações na configuração radicular interna de pré-molares inferiores. **Rev. da APCD.**, v.53, n.1, p. 64-9, Jan/Fev. 1999.
- SMITH, M.A., STEIMAN, H.R. An in vitro evaluation of microleakage of two new and two old root canal sealers. **J. Endodon.**, v. 20, n.1, p. 18-21, Jan. 1994.
- SPANGBERG, L.S.W., ACIERNO, T.G., CHA, B.Y. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. **J. Endodon.**, v.15, p. 548-51, 1989.
- STARKEY, D.L., ANDERSON, R.W., PASHLEY, D.H. An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. **J. Endodon.**, v.19, n.9, p. 435-9, Sept. 1993.

- TAGGER, M., TAMSE, A., KATZ, A. An improved method of three-dimensional study of apical leakage. **Quintessence Int.**, n.10, p. 981-5, Oct. 1983.
- TAMSE, A., KATZ, A., KABLAN, F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. **Int. Endod. J.**, v.31, p. 333-7, 1998.
- TANZILLI, J.P., RAPHAEL, D., MOODNICK, R.M. A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.50, p. 74-80, 1980.
- TASMAN, F., ÇEHRELI, Z.C., OGAN, C., ETIKAN, I. Surface tension of root canal irrigants. **J. Endodon.**, v.26, n. 10, p. 586-7, Oct. 2000
- TAYLOR, J.K., JEANSONNE, B.G., LEMON, R.R. Coronal leakage: effects of smear layer obturation technique, and sealer. **J. Endodon.**, v.23, n.8, p.508-12, Aug. 1997.
- TORABINEJAD, M., HIGA, R.K., MCKENDRY, D.J., PITT FORD, T.R. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. **J. Endodon.**, v.20, n.4, p. 159-63, Apr. 1994.
- TORNECK, C.D. Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implants. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.21, n.3, p. 379-87, Mar. 1966.
- TORNECK, C.D. Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implants. Part II. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.24, p. 674-83, 1967.
- TRONSTAD, L., ASBJORNSEN, K., DOVING, L., PEDERSEN, I., ERIKSEN, H.M. Influence of coronal restoration on the periapical health of endodontically treated teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 16, p. 218-21, 2000.
- WALTON, R.E., TORABINEJAD, M. **Principles and practice of endodontics**, 1. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1989. p. 224-7.
- WHITE, R.R., GOLDMAN, M., LIN, P.S. The influence of the smear layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. **J. Endodon.**, v. 10, n. 12, p. 558-62, Dec. 1984.

- WU, M.K., WESSELINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int. Endod J.**, v.26, p. 37-43, 1993.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R., BOERSMA, J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, v.28, p. 185-9, 1995.
- YAMADA, R.S., ARMAS, A., GOLDMAN, N., LIN, P.S. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. **J. Endodon.**, v. 9, n.4, p. 137-42, Apr. 1983.
- YARED, G.M., DAGHER, F.E.B. Apical enlargement: influence on overextensions during in vitro vertical compaction. **J. Endodon.**, v.20, n.6, p. 269-71, Jun. 1994a.
- YARED, G.M., DAGHER, F.E.B. Apical enlargement: influence on the sealing ability of the vertical compaction technique. **J. Endodon.**, v.20, n.7, p. 313-4, Jul. 1994b.
- YARED, G.M., DAGHER, F.B. Sealing ability of the vertical condensation with different root canal sealers. **J. Endodon.**, v.22, n.1, p. 6-8, Jan. 1996.
- YATES, J.L., HEMBREE, J.H. Microleakage of three root canal cements: one-year study. **J. Endodon.**, v.6, p. 591-3, 1980.
- YEE, R.D., NEWTON, C.W., PATTERSON, S.S., SWARTZ, M.L. The effect of canal preparation on the formation and leakage characteristics of the apical dentin plug. **J. Endodon.**, v.10, p. 308-17, 1984.
- YOUNGSON, C.C., GLYN JONES, J.C., MANOGUE, M., SMITH, I.S. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. **Int. Endod. J.**, v.31, p.90-9, 1998.
- YOUNIS, O., HEMBREE, J.H. Leakage of different root canal sealants. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.41, p. 777-84, 1976.

ANEXOS

ANEXO 1- Tabela A1: Comprimento de trabalho dos dentes

Espécimes	G1 (mm)	GII (mm)	GIII (mm)	GIV (mm)
1	20,0	23,5	21,0	22,5
2	21,0	21,5	23,0	20,0
3	23,0	25,0	21,0	21,0
4	22,5	22,5	21,0	19,0
5	23,5	23,5	20,0	22,0
6	22,0	22,0	22,0	21,5
7	18,0	20,5	24,5	19,0
8	23,0	21,5	23,0	20,5
9	20,0	20,5	22,5	24,0
10	23,0	19,0	20,5	22,0
11	20,5	22,0	22,0	22,0
12	23,0	19,0	21,5	21,5
13	22,0	20,5	20,5	21,5
14	19,5	19,5	22,5	22,0
15	18,5	21,5	20,5	21,0
16	22,0	19,0	23,0	22,0
17	21,0	24,0	21,0	20,0
18	19,5	21,0	22,0	21,0

ANEXO 2- Tabela A2: Infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração

1ª VERIFICAÇÃO

dente	GI				GII				GIII				GIV			
	faces				faces				faces				faces			
1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
2	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
4	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
5	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
13	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 3- Tabela A3: Infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração

2ª VERIFICAÇÃO

dente	GI				GII				GIII				GIV			
	faces				faces				faces				faces			
1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
2	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
4	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
5	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
13	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 4- Tabela A4: Infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração

3ª VERIFICAÇÃO

dente	GI				GII				GIII				GIV			
	faces				faces				faces				faces			
1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
2	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
4	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-
5	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
13	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 5- Tabela A5: Resultado final da infiltração do marcador: (+) há penetração; (-) sem penetração

RESULTADO FINAL

dente	GI				GII				GIII				GIV			
	1º	2º	3º	C												
1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
2	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
4	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
5	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
6	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
9	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
13	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	4+				5+				4+				5+			
	26,6%				33,3%				26,6%				33,3%			

ANEXO 6

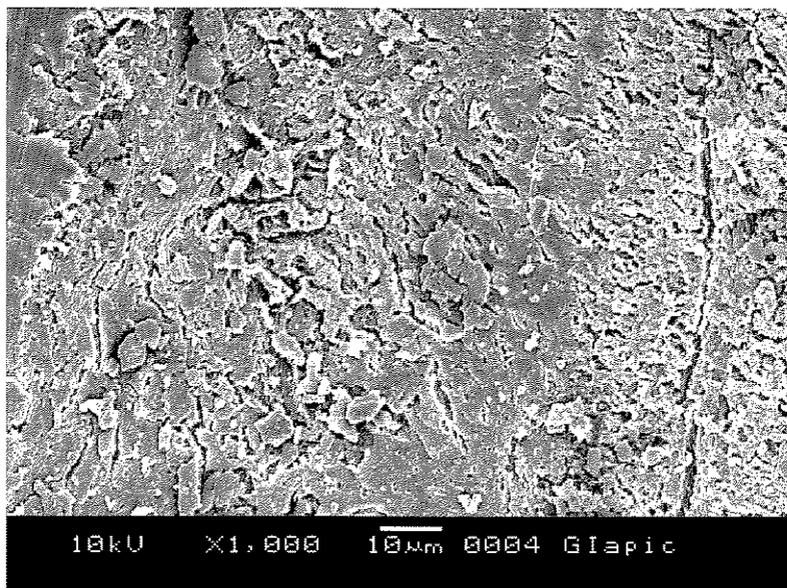
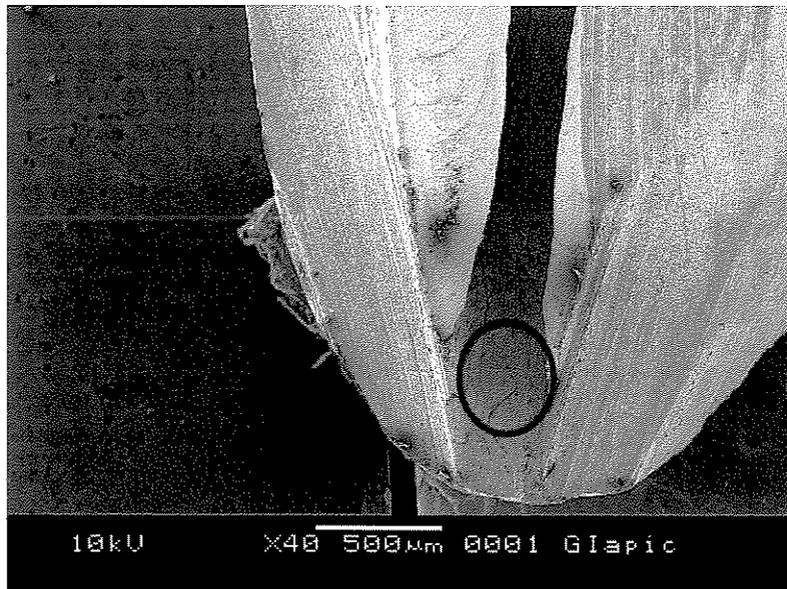


Figura 12: Terço apical de dente com canal radicular preparado observado em microscopia eletrônica de varredura. Presença de típica camada residual amorfa (*smear layer*) cobrindo a parede do canal.

ANEXO 7

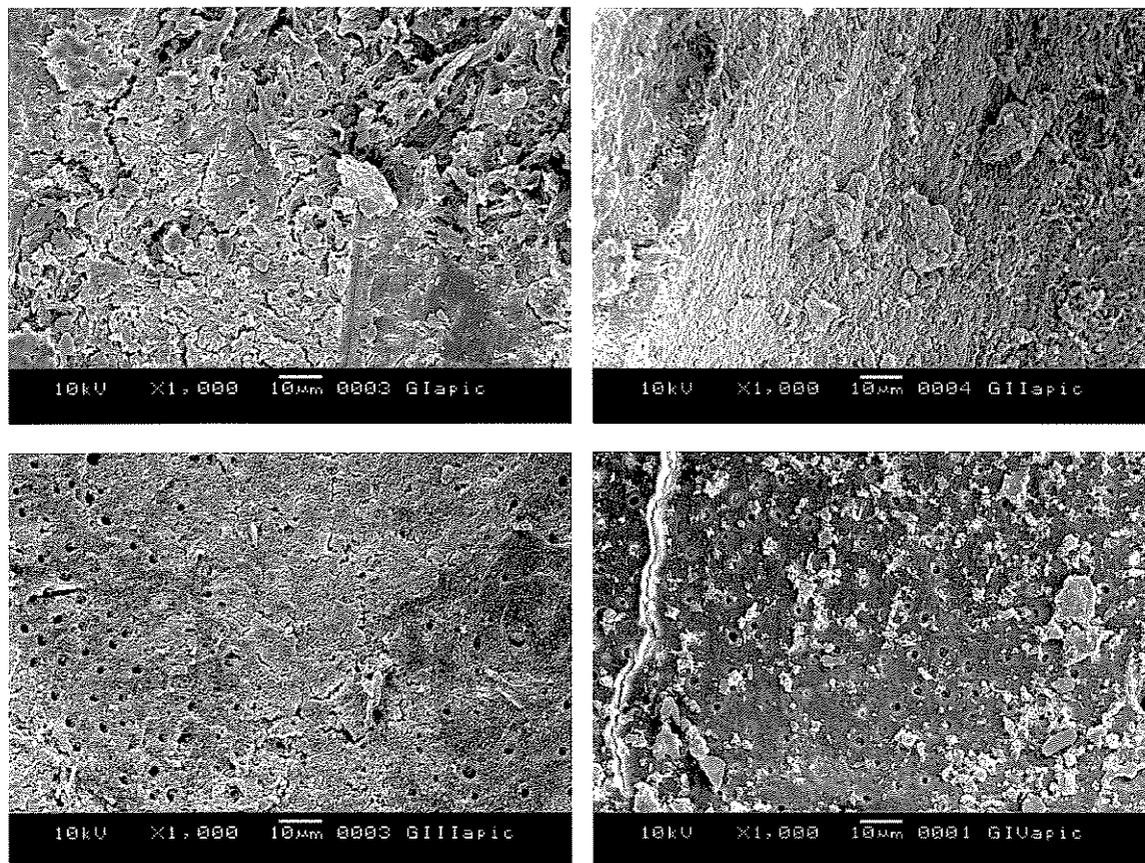


Figura 13: Superfícies com a presença de *smear layer* nas paredes de canais radiculares preparados em dentes dos grupos I, II, III e IV, respectivamente (de cima para baixo, da esquerda para a direita), observadas em microscopia eletrônica de varredura com 1000X de aumento.

ANEXO 8- Análise Estatística

São denominados testes de hipóteses ou de significância ou regra de decisão os processos que habilitam decidir se aceitam ou rejeitam as hipóteses ou a determinação se a amostra observada difere, de modo significativo, dos resultados esperados.

A distribuição t de Student é um tipo de distribuição para as amostras onde o número de elementos é inferior a 30, ou seja $n < 30$.

Fixados os dados da amostra modelo ou controle, como sendo o ideal, realizaram-se as comparações com os grupos II, III e IV, num nível de confiança de 95% com a tabela de distribuição de Student. O nível de confiança é representado por $1-\alpha$, enquanto que o nível de significância é representado por α .

No grupo I controle existem 4 espécimes de um total de 15 raízes com infiltrações positivas, ou seja, numa proporção de 26,6%.

Primeiro teste: entre o grupo I controle e o grupo II experimental. Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo II experimental seja igual ao do grupo I controle, obtém-se o valor de t (teórico), sendo $t = 2,1448$. No grupo II experimental, cinco espécimes de um total de 15, apresentaram infiltração positiva, ou 33,3% do total. O cálculo do valor de t (prático) será $t \cong 0,5366$. Como este valor está dentro da área de aceitação, conclui-se que não existe uma diferença significativa entre o

grupo controle e o grupo II experimental, numa afirmação com 95% de confiança.

Segundo teste: entre o grupo I controle e o grupo III experimental. Não houve diferença.

Terceiro teste: entre o grupo controle e o grupo IV experimental. Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo IV experimental seja igual ao do grupo I controle, obtém-se o valor de t (teórico), sendo $t = 2,1448$. No grupo IV experimental, cinco espécimes de um total de 15, apresentaram infiltração positiva, ou 33,3% do total. O cálculo do valor de t (prático) será $t \cong - 0,5366$. Como este valor está dentro da área de aceitação, conclui-se que não existe uma diferença significativa entre o grupo controle e o grupo IV experimental, numa afirmação com 95% de confiança.

Quarto teste: entre os grupos experimentais II e III.

Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo III experimental seja igual ao do grupo II experimental, obtém-se o valor de t (teórico) igual a 2,1448. No grupo III experimental, cinco espécimes de um total de 15, apresentaram infiltração positiva, ou 33,3% do total. O cálculo de t (prático) é $- 0,5366$. Como este valor está dentro da área de aceitação, conclui-se que não existe uma diferença significativa entre os grupos experimentais II e III, numa afirmação com 95% de confiança.

O grupo experimental II apresentou uma raiz a mais com infiltração do marcador em relação ao grupo experimental III. Esta diferença, contudo, não é estatisticamente significativa (Tabela 4).

Quinto teste: entre os grupos experimentais II e IV. Não houve diferença.

Sexto teste: entre os grupos experimentais III e IV.

Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo III experimental seja igual ao do grupo IV experimental, obtém-se o valor de t (teórico) igual a 2,1448. No grupo III experimental, cinco espécimes de um total de 15, apresentaram infiltração positiva, ou 33,3% do total. O cálculo de t (prático) é 0,5366. Como este valor está dentro da área de aceitação, conclui-se que não existe uma diferença significativa entre os grupos experimentais III e IV, numa afirmação com 95% de confiança.

O grupo experimental IV apresentou uma raiz a mais com infiltração do marcador em relação ao grupo experimental III. Esta diferença, contudo, não é estatisticamente significativa.



UNICAMP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CERTIFICADO



Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Avaliação da qualidade do selamento apical de obturações endodônticas em dentes humanos com canais radiculares preparados com diferentes soluções irrigadoras", sob o protocolo nº **148/2001**, do Pesquisador **João Odilo Velasco**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. **Francisco José de Souza Filho**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

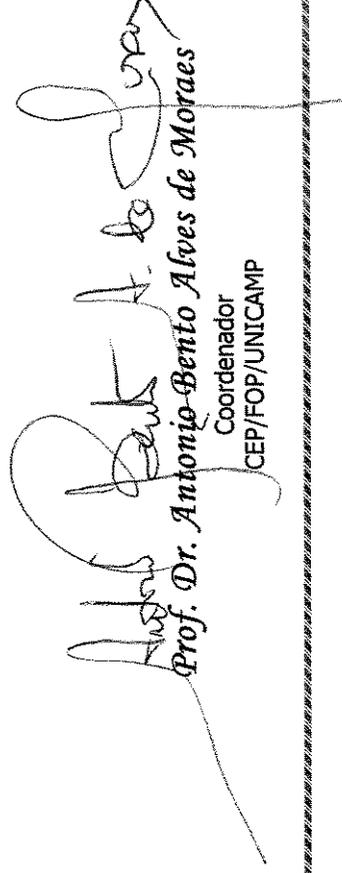
Piracicaba, 21 de novembro de 2001

We certify that the research project with title "An evaluation of apical sealing qualitative in human endodontically treated teeth with root canal prepared using different irrigants", protocol nº **148/2001**, by Researcher **João Odilo Velasco**, responsibility by Prof. Dr. **Francisco José de Souza Filho**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Resarch at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, November 21 2001


Prof. Dr. **Pedro Luiz Rosalen**

Secretário
CEP/FOP/UNICAMP


Prof. Dr. **Antonio Bento Alves de Moraes**

Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE