

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



JOÃO ODILO VELASCO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO APICAL
DE OBTURAÇÕES ENDODÔNTICAS EM DENTES
PREPARADOS COM ALARGAMENTO INTENCIONAL DO
FORAME**

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

**PIRACICABA - SP
2000**



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



JOÃO ODILO VELASCO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SELAMENTO APICAL
DE OBTURAÇÕES ENDODÔNTICAS EM DENTES
PREPARADOS COM ALARGAMENTO INTENCIONAL DO
FORAME**

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

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CPG-036/83
CPG, 18/12/00

Assinatura do Orientador

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

Banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho
Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silveira Bueno
Prof. Dr. Caio César Randi Ferraz

PIRACICABA - SP
2000

UNIDADE Be
 N.º CHAMADA:
TIUNICAMP
V541a
 V. _____ Ex. _____
 TOMBO B2/ 43757
 PROC. 13-392/01
 C D
 PREÇO R\$ 11,00
 DATA 13/02/07
 N.º CPD _____

CM-00153958-0

Ficha Catalográfica

V541a

Velasco, João Odilo.

Avaliação da qualidade do selamento apical de obturações endodônticas em dentes preparados com alargamento intencional do forame. / João Odilo Velasco. — Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.
 xvi, 111p. : il.

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

1. Infiltração. 2. Corantes. 3. Obturação (Odontologia). 4. Canal radicular - Tratamento. 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 MESTRADO, em sessão pública realizada em 23 de Outubro de 2000, considerou o candidato JOÃO ODILO VELASCO aprovado.

1. Prof. Dr. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO

2. Prof. Dr. CARLOS EDUARDO DA SILVEIRA BUENO

3. Prof. Dr. CAIO CEZAR RANDI FERRAZ

Dedico o fruto deste trabalho

à Sonia Maria, incentivadora e companheira incansável, às minhas filhas Fabiana, Fernanda, Flávia e Renata, pela compreensão e carinho, com todo amor;

à minha família, pelo apoio dado e aos meus pais, pela formação que me deram,
minha eterna gratidão.

Dedico, de maneira especial, esta conquista ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho, amigo, companheiro e orientador seguro. Juntos, já trilhamos um caminho que se torna longo. Acreditou em mim e deu-me a oportunidade de mais esta jornada.

Ao Prof. Dr. **Angelo Vella** (in memoriam), exemplo de sabedoria, liderança e cavalheirismo. Ensinava, sem falar; conduzia, sem ordenar; exigia, sem pedir. Mostrou-me um caminho, sem indicar.

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 companheiros e amigos fraternos, que o Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica-área de Endodontia me deu a felicidade de conviver: Gerson, Assis, Eudes e João Eduardo.

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

Ao amigo Arnaldo Pomílio, pela inestimável ajuda e incentivo.

Ao amigo Mário Sérgio Venturini, pelos inestimáveis conselhos de uma vida dedicada ao ensino.

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

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.

Àqueles, de cujos nomes eu possa ter me esquecido,

Meu muito obrigado.

"Somente aqueles que se arriscam a ir mais longe, têm a possibilidade de descobrir até onde se pode chegar."

T.S. Eliot

SUMÁRIO

	Página
Lista de figuras.....	1
Lista de tabelas.....	3
Lista de anexos.....	5
Lista de abreviaturas e significados.....	7
Resumo	9
Abstract.....	11
1- Introdução.....	13
2- Revisão de literatura.....	15
2.1- Considerações gerais.....	15
2.2- Métodos de avaliação da microinfiltração apical.....	17
2.3- Diafanização.....	30
2.4- Preparo apical do canal.....	32
2.5- Alargamento do forame apical.....	33
3- Proposição.....	37
4- Material e métodos.....	39
5- Resultados.....	49
6- Discussão	75
7-Conclusões.....	95
Referências bibliográficas.....	97
Anexos.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dispositivo de silicone com estilete para fixação do espécime.....	47
Figura 2. Dente diafanizado. (a) parede do canal; (b) cone secundário; (c) cone principal; (d) cimento de obturação.....	53
Figura 3. Controle positivo com completa infiltração do marcador.....	55
Figura 4. Controle negativo com ausência de penetração do marcador.....	55
Figura 5. Dente obturado com ausência de penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces (a, b, c, d). Há penetração do corante no espaço apical do canal sem obturação.....	57
Figura 6. Dente do grupo I com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces. O corante penetrou em grande quantidade entre as paredes do canal e a obturação.....	59
Figura 7. Dente do grupo II com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces. O corante penetrou entre as paredes do canal e a obturação.....	61
Figura 8. Dente do grupo III com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces. O corante penetrou também entre os componentes da obturação.....	63
Figura 9. À esquerda: aparente infiltração do marcador. À direita: por outra face, nota-se que o marcador penetrou por um canal colateral apical.....	65
Figura 10. À esquerda: aparente ausência de penetração do marcador. À direita: por outra face, nota-se a penetração do marcador.....	67
Figura 11. Porcentagem de infiltração nos 3 grupos avaliados.....	73

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Médias dos comprimentos de trabalho.....	42
Tabela 2. Divisão dos dentes em grupos.....	47
Tabela 3. Raízes com infiltração apical do marcador.....	50
Tabela 4. Resumo estatístico da microinfiltração apical.....	72

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

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
=	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 preparados com alargamento intencional do forame.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar *in vitro* a qualidade do selamento apical de obturações endodônticas realizadas em dentes preparados com alargamento intencional do forame. Após o preparo dos canais radiculares, utilizando-se a técnica convencional, os mesmos foram obturados pela técnica da condensação lateral, com cones de guta-percha e cimento Endomethazone. 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. Foi feita a análise estatística dos resultados segundo o teste de hipótese de Student a um nível de significância $p=0,05$. Os resultados obtidos sugerem que não existe diferença estatística na qualidade do selamento apical em dentes preparados com alargamento do forame quando comparados aos dentes preparados de maneira convencional e patência.

PALAVRAS-CHAVE:

Selamento Apical, Infiltração de Corante, Obturação do Canal Radicular.

VELASCO, J.O. **Evaluation of the apical sealing ability in endodontically treated teeth prepared with foramen enlargement. Qualitative analysis.**

ABSTRACT

The aim of this study was to test *in vitro* the apical sealing ability of endodontically treated human teeth prepared with intentional foramen enlargement. The root canals were prepared by conventional technique and filled by the lateral condensation with gutta-percha points 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 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 or without foramen enlargement.

KEY WORDS:

Apical Sealing, Dye Leakage, Root Canal Filling.

1. INTRODUÇÃO

A obturação do canal radicular deve preencher permanentemente o espaço anteriormente ocupado pela polpa radicular, de forma hermética, eliminando qualquer comunicação com a região periapical, favorecendo assim a reparação biológica, retornando o dente ao desempenho de suas funções normais (PAIVA & ALVAREZ, 1978).

O selamento hermético do canal radicular só ocorrerá se um perfeito selamento apical efetivamente ocorrer, eliminando, assim, indesejáveis trocas de fluidos dos tecidos periapicais com o espaço do canal radicular (ALLEN, 1964). A integridade do selamento deve ser, portanto, uma meta a ser alcançada e mantida na obturação do canal radicular, sendo que vários fatores, tais como o preparo mecânico do canal radicular, a irrigação, a técnica de obturação e a medicação intracanal, podem influenciar na sua obtenção (PORKAEW et al., 1990).

A complexidade anatômica do canal radicular, no que tange principalmente ao seu terço apical, deve influenciar na maior ou menor possibilidade de microinfiltração apical, interferindo, assim, na qualidade do selamento apical da obturação (MAUGER et al., 1998).

O conceito de patência do forame apical, introduzido por BUCHANAN (1989), proporciona melhores condições de limpeza do canal cementário e manutenção da trajetória do canal, evitando desvios, deformações ou transporte

do forame. Além disso, estudos demonstraram que o alargamento intencional do diâmetro do forame apical durante o preparo do canal radicular possibilita a invaginação de tecido conjuntivo na sua porção apical, favorecendo o reparo biológico desta região (BENATTI et al., 1985 e SOUZA-FILHO et al., 1996).

No entanto, alterações morfológicas da constrição apical do canal dentinário definida por KUTTLER (1955), produzidas por manobras operatórias nesta região, poderiam induzir alterações no selamento apical da obturação endodôntica.

Vários métodos *in vitro* têm sido propostos para avaliação do selamento apical das obturações de canais radiculares, sendo o uso de corantes como marcadores o mais comum na verificação da microinfiltração apical. A técnica de diafanização proposta por ROBERTSON et al. (1980), associada com a penetração de tinta Nankim como marcador, é uma metodologia largamente usada para este propósito.

Desta forma, parece importante avaliar a qualidade do selamento apical da obturação endodôntica quando se promove o alargamento intencional do diâmetro do forame durante o preparo do canal em dentes humanos tratados endodonticamente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A completa obturação do sistema de canais no nível da junção cimento dentinária é uma importante meta a ser buscada no tratamento endodôntico. Para se atingir esse objetivo, acredita-se que o material deva selar apicalmente e lateralmente o espaço pulpar (COOLIDGE, 1957).

A teoria do tubo vazio, proposta por RICKERT & DIXON (1931), estabelecia que um tubo vazio 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 canal radicular 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, eliminando assim indesejáveis trocas de fluidos dos tecidos periapicais com o espaço do canal radicular (ALLEN, 1964).

A integridade do selamento apical deve ser 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).

PITT FORD (1983), estudando a relação entre o selamento do material obturador e a resposta do tecido, concluiu que é necessário preencher o canal com a obturação, porém, não necessariamente, estabelecer um selamento hermético do mesmo.

PASHLEY (1990) chamou a atenção sobre a presença do *smear layer* após o preparo do canal, barreira esta que pode reduzir a permeabilidade da

dentina pela formação de debris que são forçados para o interior dos túbulos dentinários.

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).

2.2 - 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. Concluíram 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 são freqüentemente pequenas 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. 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 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. Salientaram, no entanto, que estudos complementares devam 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-se um método de infiltração de corante e microscopia eletrônica de varredura. Concluíram que o selamento apical parece aumentar 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, salientando 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 iodo ¹²⁵. 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.

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 foi 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*.

2.3 - 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. Neste artigo os autores apresentaram a técnica de diafanização proposta por ROBERTSON et al. (1980) e detalharam um protocolo para o estudo da infiltração de corante para a análise da microinfiltração apical, destacando que o marcador a ser usado deve resistir ao tratamento agressivo químico ao qual o dente é submetido neste processo.

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.

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.

A partir daí, uma série de trabalhos têm sido publicados para avaliação do selamento apical através da técnica de diafanização: POLLARD et al. (1990); SMITH & STEIMAN (1994); GOLDBERG et al. (1995); FULKERSON et al. (1996); LEONARD et al. (1996). 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).

2.4 - PREPARO APICAL DO CANAL

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 do 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 e canais instrumentados, concluíram que este procedimento resulta em menos tecido remanescente apicalmente, além de produzir uma região com paredes mais planas e com um mínimo desvio do canal.

2.5 - ALARGAMENTO DO FORAME APICAL

BENATTI et al. (1985) estudaram a influência biológica do alargamento do diâmetro da porção apical do canal num trabalho efetivado em 134 canais radiculares de cães e preparados 2 mm além do forame apical e ápices alargados com limas 40, 60 ou 80. Após tratamento endodôntico, os animais foram sacrificados e os dentes processados para estudo histológico em microscópio óptico. Os resultados mostraram a proliferação de tecido conjuntivo do periodonto dentro dos canais e trocas morfológicas acompanhando a maturação desse

tecido. As observações indicaram que o alargamento do ápice permitiu o desenvolvimento do tecido conjuntivo dentro do canal apical e a formação de uma espessa camada de cimento na porção apical da raiz.

SOUZA FILHO et al. (1987) analisaram o reparo em dentes contaminados de cães após o preparo dos canais com alargamento dos forames apicais. Os forames foram alargados com instrumento 60 e os canais obturados de 2 a 3 mm antes dos ápices radiográficos. Decorridos 90 dias após o tratamento endodôntico, ocorreu a cicatrização e invaginação de tecido conjuntivo no interior dos canais radiculares em 67,8% dos casos. Os resultados sugeriram que o diâmetro do forame apical e a intensidade da contaminação são fatores determinantes para o reparo do tecido periapical em casos de necrose pulpar.

BUCHANAN (1989) introduziu o conceito de patência do forame apical, manobra esta que poderia controlar o acúmulo de debris na porção apical do canal, propiciando uma limpeza mais efetiva desta área .

SOUZA FILHO et al. (1996) estudaram a influência do nível da obturação e do alargamento do forame apical no processo de reparo tecidual em 32 pré-molares inferiores de cães. Os canais foram preparados até a lima 60 e os forames ampliados até o diâmetro correspondente às limas Flexogates nº 25 e nº 40 e obturados no limite apical de 1-2 e 1-4 mm aquém do vértice radiográfico. Após o sacrifício dos cães, os dentes foram processados para exame microscópico. Os autores concluíram que o diâmetro do forame apical e o nível da

obturação dos canais são dois aspectos importantes a serem considerados para avaliação da reparação periapical e do crescimento de tecido conjuntivo intracanal.

Com base na literatura apresentada, parece importante conhecer *in vitro* a efetividade do selamento apical da obturação do canal radicular quando o diâmetro do forame de dentes humanos for alargado pela instrumentação intencional do mesmo.

3. PROPOSIÇÃO

Diante do exposto na introdução deste trabalho e sedimentado na literatura apresentada, foi propósito deste estudo:

1. Avaliar a qualidade do selamento apical da obturação de canais radiculares em dentes humanos preparados com alargamento intencional do diâmetro do forame apical.

2. Estudar a influência de diferentes diâmetros de alargamento do forame no selamento apical de dentes tratados endodonticamente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, no presente trabalho, 72 dentes incisivos centrais 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 ramificações de canais, 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, 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 15 dentes com medidas entre 17,5 e 20 mm, 29 dentes com medidas entre 20,5 e 22 mm, 23 dentes com medidas entre 22,5 e 24 mm e 5 dentes com medidas entre 24,5 e 28 mm. Os espécimes foram distribuídos em 3 grupos de 24 dentes, de forma que cada grupo recebesse dentes com os diversos comprimentos de maneira similar, possibilitando a formação de grupos com médias de comprimentos semelhantes. (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 (Lumagny, China) 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 pela técnica convencional seriada manual com limas tipo K (Moyco Union Broach, York, USA). Durante a instrumentação, os canais foram irrigados com 0,5 ml de solução de hipoclorito de sódio a 0,5% entre uma lima e a seguinte. Vinte e quatro dentes foram instrumentados até a lima 45 e estabelecida patência com lima 15. Vinte e quatro dentes foram instrumentados de acordo com os procedimentos anteriores, porém com alargamento do diâmetro do forame até lima 25, conseguido através de uma sobre instrumentação de 2,0 mm além do comprimento de trabalho estabelecido. Vinte e quatro dentes foram instrumentados de acordo com os procedimentos anteriores, porém com alargamento do diâmetro do forame até lima 40, conseguido através de uma sobre instrumentação de 2,0 mm além do comprimento de trabalho estabelecido. Os dentes instrumentados foram envolvidos em algodão umedecido em água e acondicionados em saquinhos plásticos transparentes, identificados e com o comprimento de trabalho anotado. Os grupos

assim distribuídos foram denominados grupo I controle patência 15 (G I), grupo II experimental alargamento 25 (G II) e grupo III experimental alargamento 40 (G III), respectivamente (Tabela 2).

OBTURAÇÃO DOS CANAIS

Os canais preparados foram secos com pontas de papel absorvente (Tanari, Tanariman- Industrial Ltda, Manacapuru, Amazonas, Brasil), obturados com cones de guta-percha e cimento Endomethazone (Spécialités Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, France) pela técnica da condensação lateral. Um cone de guta-percha principal (Dentsply - Industria e Comercio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) foi selecionado com travamento no limite do comprimento de trabalho. O cimento para obturação de canais Endomethazone foi manipulado segundo a proporção pó/líquido recomendado pelo fabricante. O cone principal previamente selecionado foi envolto com o cimento e levado ao canal preparado no comprimento de trabalho estabelecido. Cones secundários de guta-percha F (Dentsply - Industria e Comercio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) foram envolvidos em cimento de obturação e levados ao canal preenchendo os espaços criados por um espaçador digital tamanho B (Dentsply/Maillefer, Balláigues, Switzerland), até que todo espaço lateral do canal fosse preenchido. O corte do material obturador foi feito no nível da junção cimento-esmalte com instrumento aquecido, seguindo-se por condensação vertical. A cavidade coronária foi limpa e selada com Cimpat (Spécialités Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, France). A obturação foi

realizada tomando-se um dente de cada grupo na seguinte seqüência: G I, G II, G III, G II, G III, G I, G III, G I, G II 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 se passar para as fases seguintes. Durante todo o procedimento de obturação, as raízes dos dentes eram envoltas e mantidas 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 algodão umedecido em água e acondicionado num saquinho plástico transparente, contendo a identificação do grupo correspondente e mantido nesse ambiente por 24 horas para presa total do cimento de obturação, o que deve ocorrer por volta de 20 horas após sua manipulação, segundo o fabricante. Quatro dentes de cada grupo não foram obturados para servirem como controles, 2 positivos e 2 negativos.

Tabela 1: Médias dos comprimentos de trabalho

Grupos	Nº Espécimes	Média do comprimento de trabalho (mm)
G I	24	22,41
G II	24	21,50
G III	24	21,90

IMPERMEABILIZAÇÃO DOS DENTES

Os dentes foram, a seguir, secos à temperatura ambiente durante 6 horas e impermeabilizados, com exceção de 2 mm apicais, usando-se 2 camadas de esmalte incolor para unha (Colorama, Bozzano Ceil, São Paulo) em toda superfície. Após cada camada foi dado um tempo de 6 horas para a secagem total da impermeabilização. Dos quatro dentes de cada grupo que não foram obturados, dois foram totalmente impermeabilizados para servirem como controle negativo e dois com 2 mm apicais sem impermeabilização, serviram como controle positivo (Tabela 2). A identificação de cada grupo , nesta fase, foi feita com 1, 2 ou 3 pontos de esmalte vermelho sobre a impermeabilização das raízes.

IMERSÃO NO MARCADOR

Em seguida, os dentes foram imersos em recipiente plástico de 9 cm de diâmetro de base por 9 cm de altura contendo tinta Nankin (Royal Talens, Apeldoorn, Holland), levados a um ambiente a vácuo durante 10 minutos e a seguir, 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-se por 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 12 raízes contendo os controles positivos e negativos de todos os grupos; um grupo de 6 raízes com 2 raízes de cada grupo e 3 grupos de 18 raízes contendo 6 raízes de cada grupo, completando as 72 raízes processadas.

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. e C, 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.

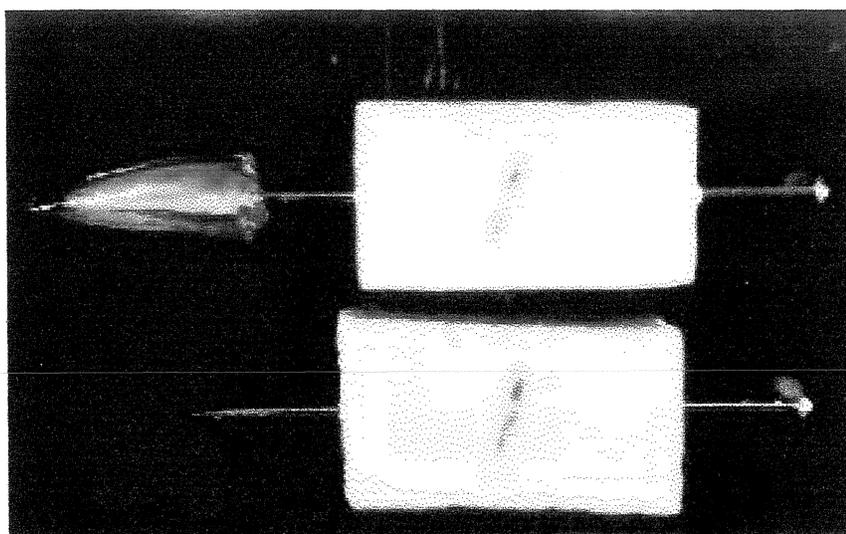


Figura 1: Dispositivo de silicone com estilete para fixação do espécime

Tabela 2: Divisão dos dentes em grupos

Grupos	Preparo do forame	nº de dentes com canais preparados	nº de dentes com canais obturados	controle (+)	controle (-)
G I	Patência 15	24	20	2	2
G II	# 25	24	20	2	2
G III	# 40	24	20	2	2

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 3.

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 (Figura 3), enquanto que os controles negativos não apresentaram qualquer penetração do mesmo (Figura 4).

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. Isto era evidenciado pela ausência de qualquer traço do marcador pela interface parede do canal/obturação ou pela própria massa da obturação representada pelos cones de guta-percha e cimento de obturação. Por outro lado, a presença do marcador nas condições acima descritas, caracterizava a infiltração positiva do marcador. O espaço do canal compreendido entre o limite apical da obturação e o ápice do dente estava invariavelmente repleto de marcador (Figura 5)

Sete das vinte raízes que formaram o Grupo I controle apresentaram penetração do corante pela interface parede do canal/obturação, correspondendo a 35% dos espécimes examinados. Do Grupo II experimental alargamento 25, seis raízes apresentaram penetração do marcador, correspondendo a 30% dos espécimes examinados. Do Grupo III experimental alargamento 40, oito raízes apresentaram penetração do marcador, correspondendo a 40% dos espécimes examinados (Tabela 3; Figuras 6,7,8).

Tabela 3: Raízes com infiltração apical do marcador

Grupos	Nº Espécimes	Infiltração positiva do marcador	Porcentagem
G I	20	7	35%
G II	20	6	30%
G III	20	8	40%

Durante a verificação, alguns espécimes apresentaram uma aparente infiltração do marcador quando examinados por uma determinada face. Porém, ao se virar o dispositivo que mantinha a raiz para uma outra face, pôde-se perceber que a penetração do marcador não ocorrera na interface parede do canal/obturação mas através de um canal recorrente ou acessório, não caracterizando, portanto, uma infiltração apical do marcador (Figura 9). Por outro lado, em determinadas raízes onde não se observara a penetração do marcador em determinada face, o mesmo pôde ser notado quando o espécime era virado

para outra face onde a infiltração tinha efetivamente ocorrido (Figura 10). Cada raiz foi examinada através de 4 faces no mínimo, podendo ter sido examinada em até 12 faces diferentes, visto que cada espécime foi observado em 3 momentos diferentes.

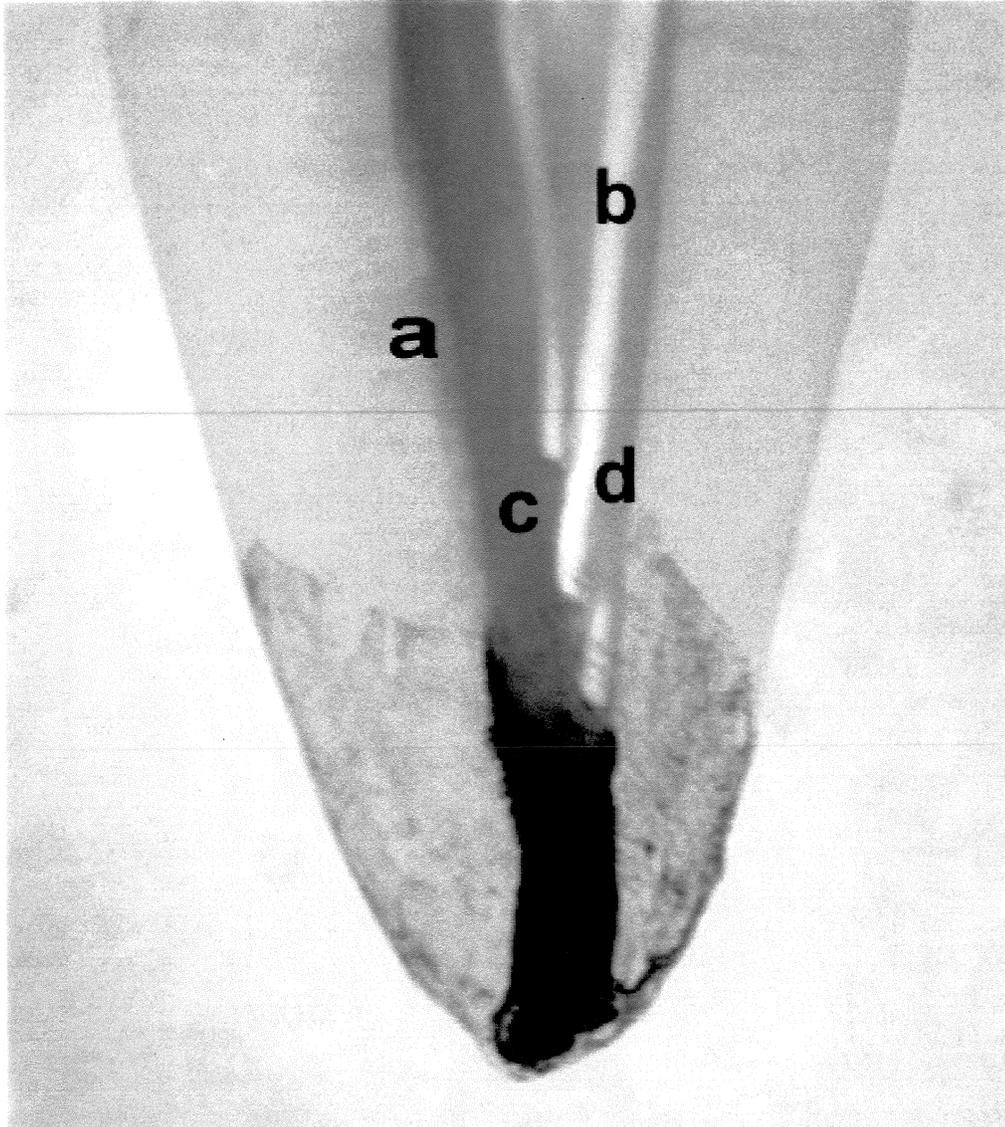


Figura 2: Dente diafanizado. (a) parede do canal; (b) cone secundário; (c) cone principal; (d) cimento de obturação.



Figura 3: Controle positivo com completa infiltração do marcador.



Figura 4: Controle negativo com ausência de penetração do marcador.

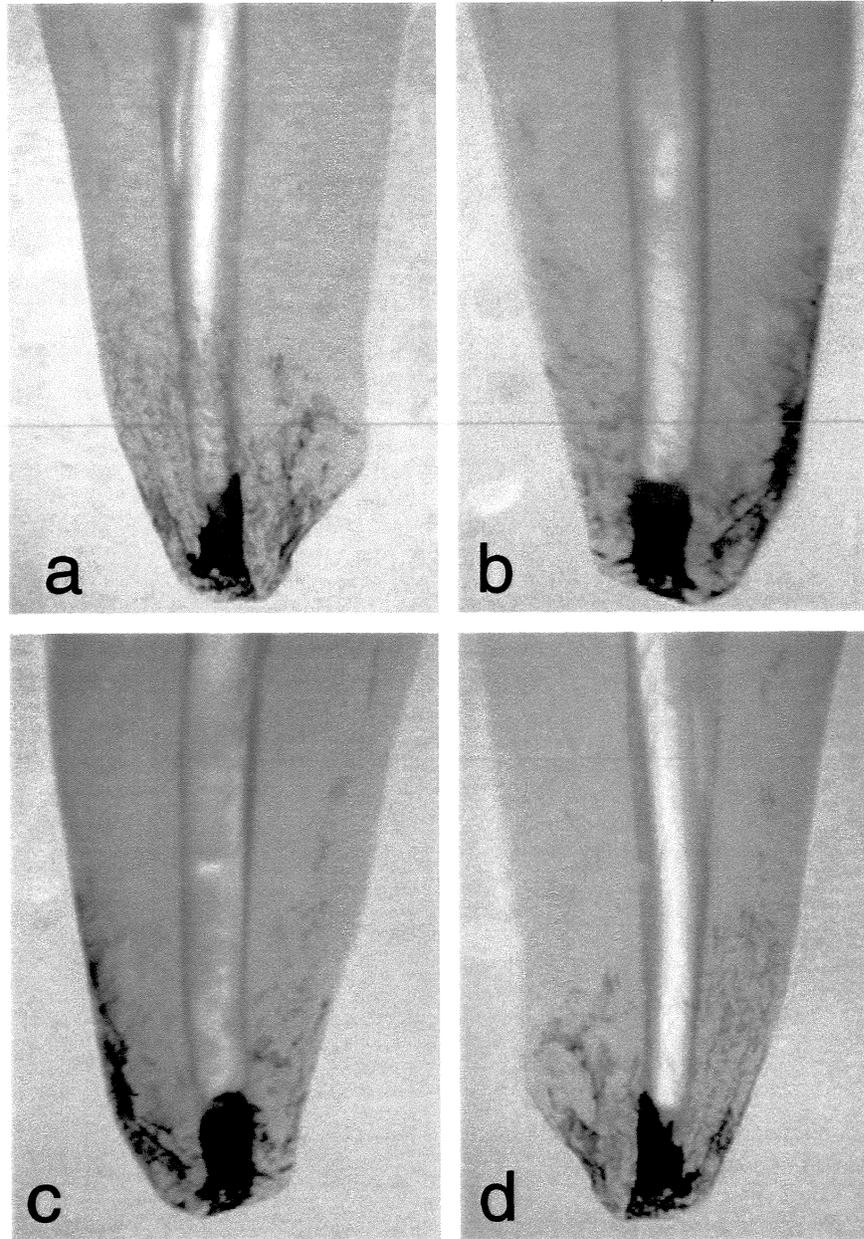


Figura 5: Dente obturado com ausência de penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces (a,b, c, d). Há penetração do corante no espaço apical do canal sem obturação.

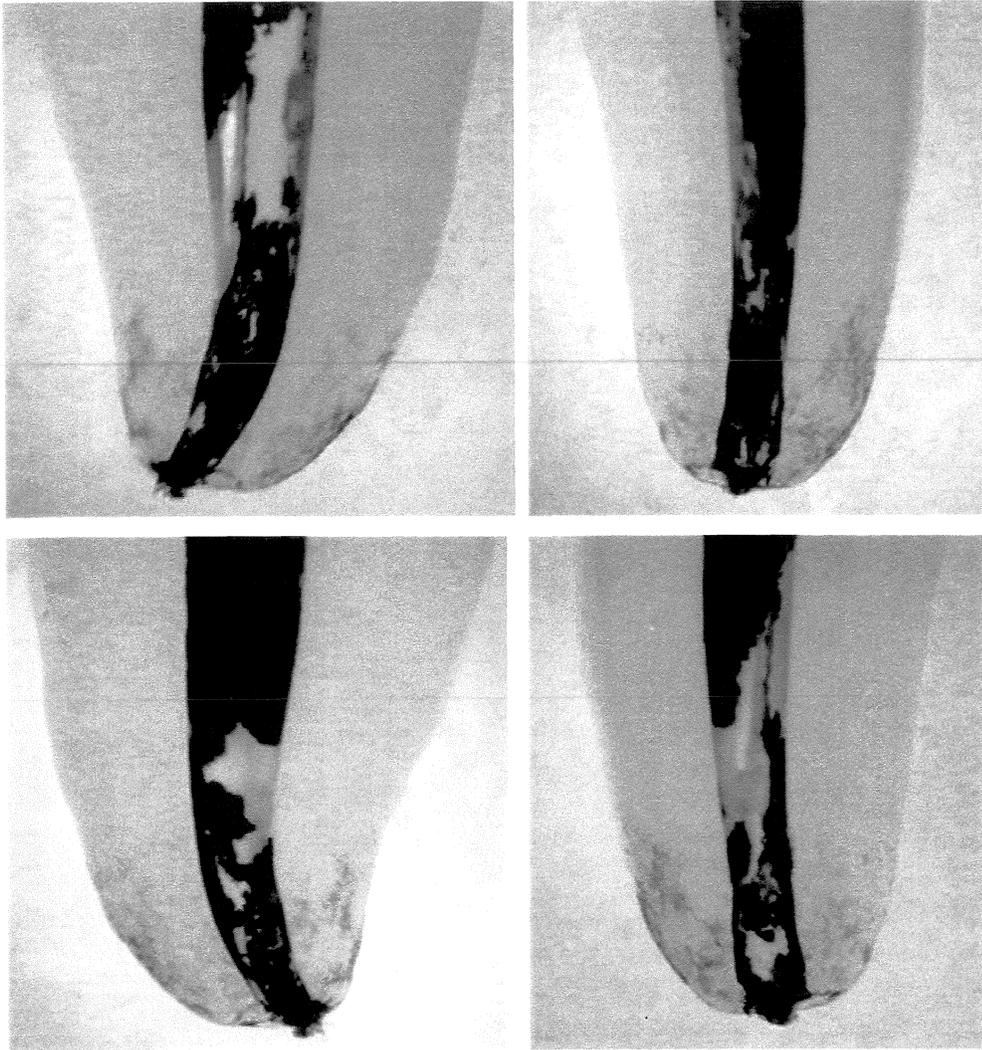


Figura 6: Dente do grupo I com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces. O corante penetrou em grande quantidade entre as paredes do canal e a obturação.

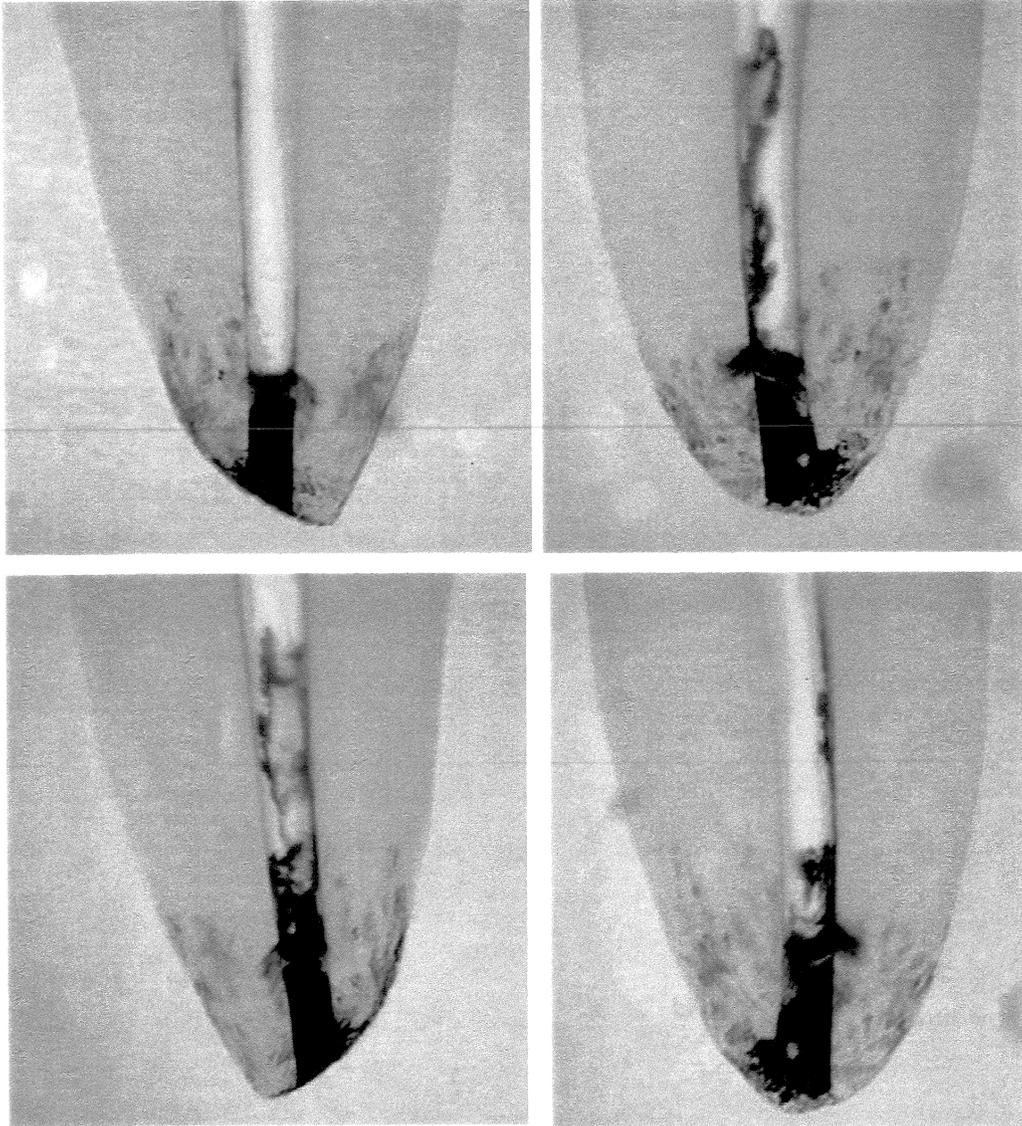


Figura 7: Dente do grupo II com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces. O corante penetrou entre as paredes do canal e a obturação.

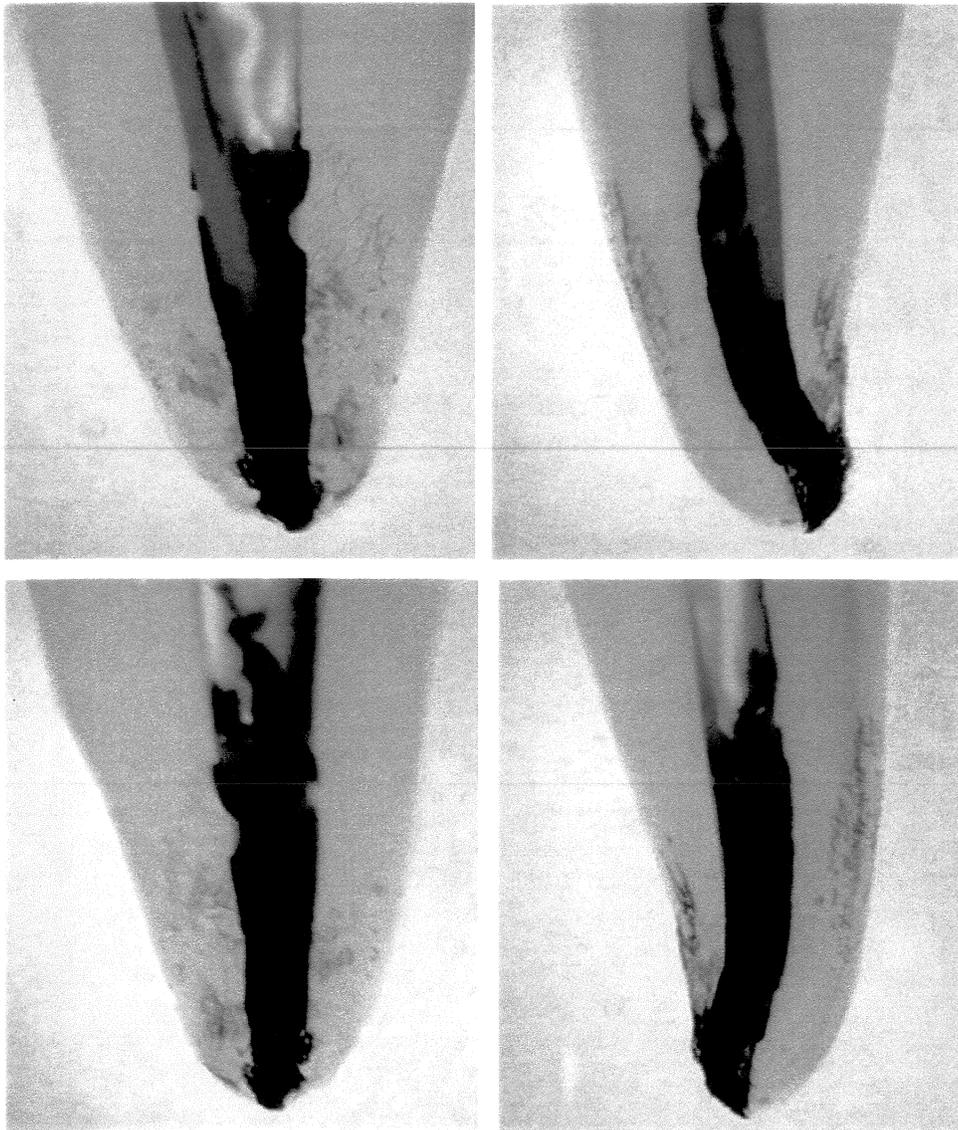


Figura 8: Dente do grupo III com penetração do marcador examinado pelas suas quatro faces. O corante penetrou também entre os componentes da obturação.

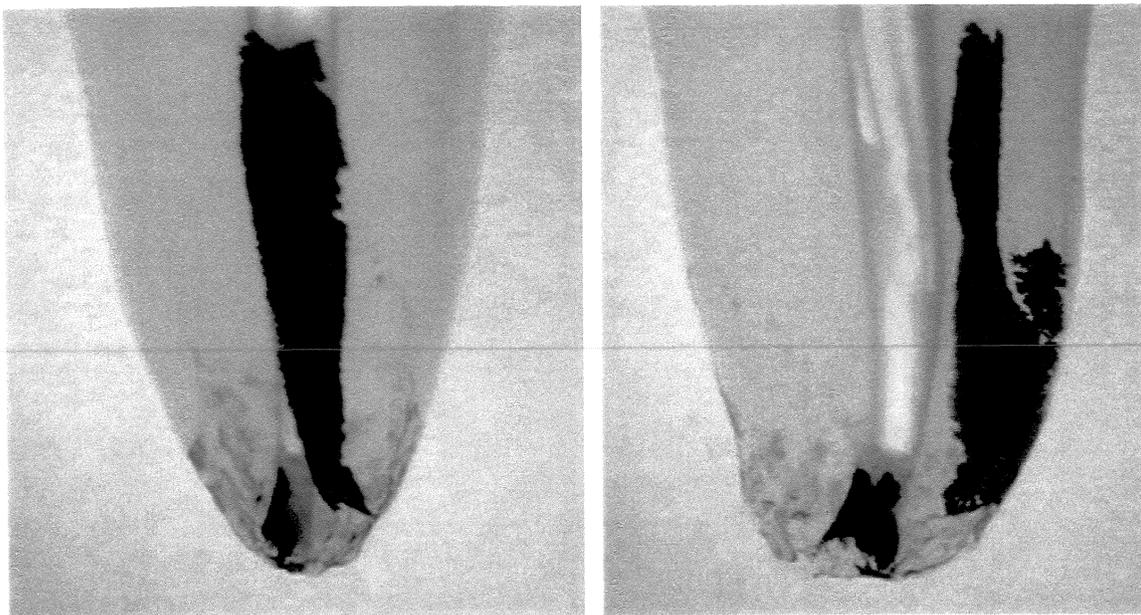


Figura 9: À esquerda: aparente infiltração do marcador. À direita: por outra face, nota-se que o marcador penetrou por um canal colateral apical.

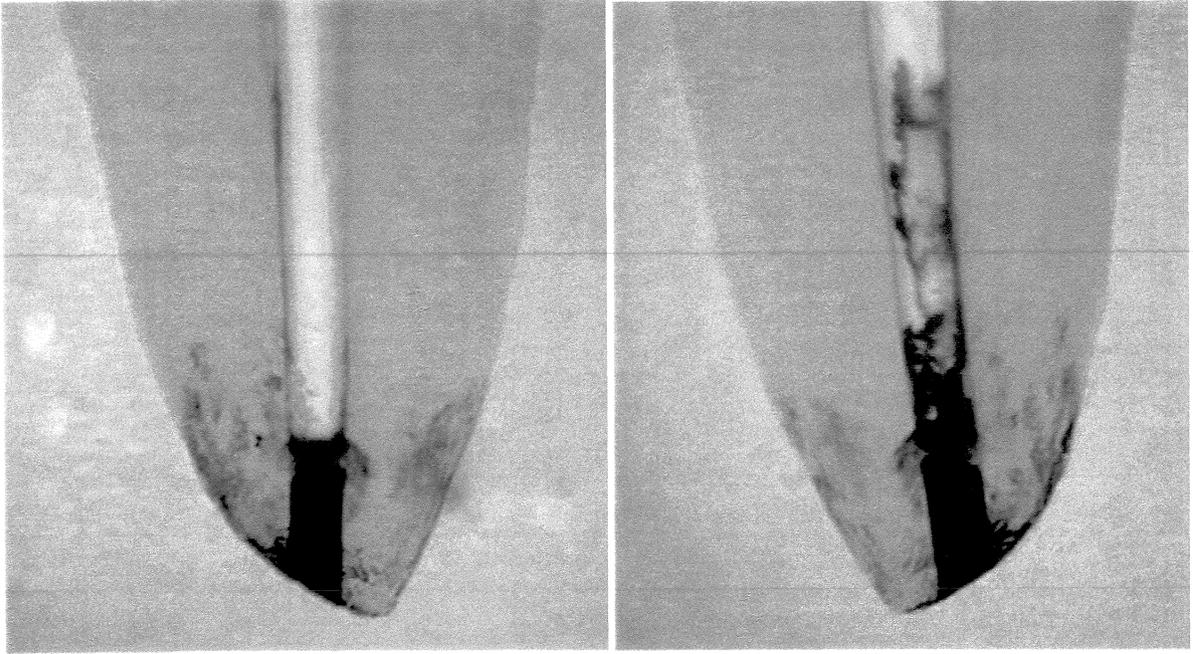


Figura 10: À esquerda: aparente ausência de penetração do marcador. À direita: por outra face, nota-se a penetração do marcador.

As imagens representadas nas Figuras 6, 7 e 8 caracterizam as possíveis formas de infiltração do marcador, não sendo exemplos de cada grupo especificamente. Estas possibilidades de infiltração do corante foram comuns a qualquer um dos três grupos analisados.

Da mesma forma, as imagens das Figuras 9 e 10 puderam ser encontradas em espécimes de qualquer grupo analisado, não constituindo, portanto, característica de cada um em especial.

Estes resultados estão graficamente representados na Figura 11.

São denominados testes de hipóteses ou de significância ou regra de decisão os processos que habilitam a 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 e III, 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 7 espécimes de um total de 20 raízes com infiltrações positivas, ou seja, numa proporção de 35%.

Primeiro teste: entre o grupo I controle e o grupo II alargamento 25.

Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo II experimental 25 seja igual ao do grupo I controle, obtém-se o valor de t (teórico), sendo $t = 1,7291$. No grupo II experimental 25, seis espécimes de um total de 20, apresentaram infiltração positiva, ou 30% do total. O cálculo do valor de t (prático) será $t \cong - 0,4878$. 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 25, numa afirmação com 95% de confiança.

Segundo teste: entre o grupo I controle e o grupo III alargamento 40.

Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo III experimental 40 seja igual ao do grupo I controle, obtém-se o valor de t (teórico), sendo $t = 1,7291$. No grupo III experimental 40, oito espécimes de um total de 20, apresentaram infiltração positiva, ou 40% do total. O cálculo do valor de t (prático) será $t \cong 0,4566$. Como este valor está dentro da área de aceitação, conclui-se que não existe uma diferença significativa entre o grupo controle e o grupo III experimental alargamento 40, numa afirmação com 95% de confiança.

O grupo II experimental alargamento 25 apresentou 1 raiz a menos com infiltração do marcador em relação ao grupo controle, enquanto que o grupo experimental alargamento 40 apresentou 1 raiz a mais com infiltração do marcador em relação ao grupo controle. Estas diferenças, contudo, não são estatisticamente significativas.

Terceiro teste: entre os grupos experimentais II e III.

Testando-se a hipótese de que o tratamento do grupo III experimental alargamento 40 seja igual ao do grupo II experimental alargamento 25, obtém-se o valor de t (teórico) igual a 0,9132. No grupo III experimental alargamento 40, oito espécimes de um total de 20, apresentaram infiltração positiva, ou 40% do total. O cálculo de t (prático) é 0,1095. Como este valor está dentro da área de aceitação, conclui-se que não existe uma diferença significativa entre os grupos experimentais II alargamento 25 e III alargamento 40, numa afirmação com 95% de confiança.

O grupo experimental III alargamento 40 apresentou 2 raízes a mais com infiltração do marcador em relação ao grupo experimental II alargamento 25. Esta diferença, contudo, não é estatisticamente significativa (Tabela 4).

Tabela 4: Resumo estatístico da microinfiltração apical

Diferença entre grupos	Estatística
G I x G II	não significativa
G I x G III	não significativa
G II x G III	não significativa

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

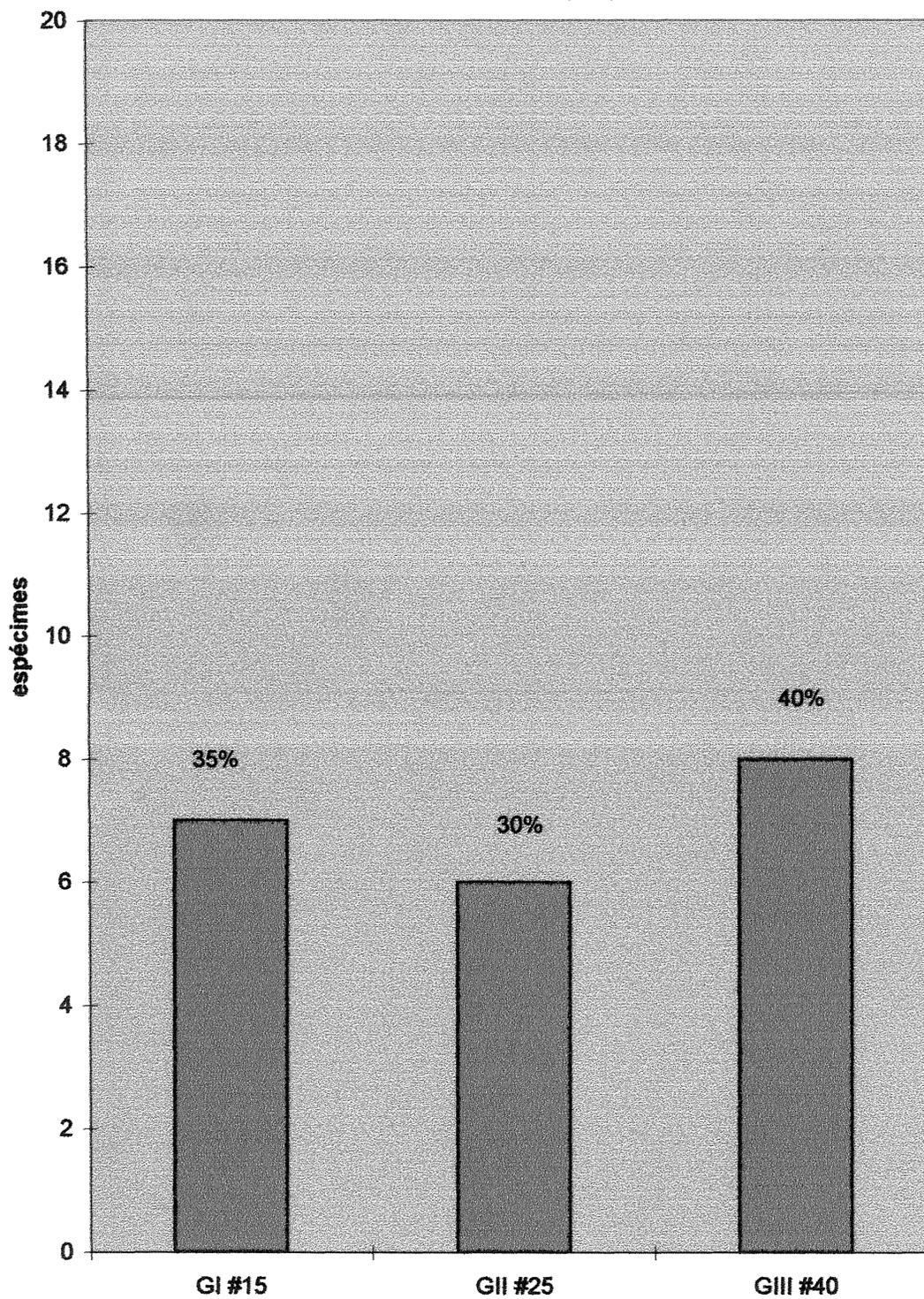


Figura 11 - Porcentagem de infiltração nos 3 grupos avaliados.

6. DISCUSSÃO

Desde a formulação da teoria do tubo aberto (RICKERT & DIXON, 1931) muitos estudos têm sido realizados na tentativa de se avaliar as variáveis possíveis que possam influenciar a hermética obturação do canal. TORNECK (1966), na tentativa de estabelecer a real necessidade de se obter este selamento hermético, avaliou histologicamente 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.

Desta maneira, 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).

INGLE & TAINTOR (1985) afirmam 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.

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, daquele irrigado apenas com soro fisiológico. Em função disto, no presente estudo não houve a preocupação em se remover o *smear layer* das paredes do canal preparado antes de se promover a obturação do mesmo.

O conceito de patência proposto por BUCHANAN (1989) estabelece uma manobra que permite uma passagem livre pelo estreitamento apical do canal, propiciando a manutenção da trajetória do mesmo, permitindo melhor limpeza do canal cementário, evitando desvios, deformações ou transporte do forame apical.

O alargamento intencional do forame apical durante o preparo do canal apresentado por BENATTI et al. (1985) parece indicar que uma reação muito favorável de reparo acontece, com a formação de um tecido mineralizado que oblitera o espaço apical, conduzindo o tratamento a tão esperada obturação biológica do canal cementário. Os trabalhos de SOUZA FILHO et al. (1987) e SOUZA FILHO et al. (1996) confirmam que os canais radiculares de cães, obturados aquém do forame apical, após a ampliação do forame, apresentavam

neoformação de tecido conjuntivo no interior da porção apical do canal e excelente reparação. Completa formação de tecido mineralizado, obturando totalmente o forame apical, foi observada mais freqüentemente no período de 360 dias.

Em dentes humanos, a manobra acima descrita leva à alteração daquela constrição do canal dentinário definida por KUTTLER (1955). Presume-se que o resultado final deste preparo produza um canal de secção circular ou o mais próximo possível de um círculo, nessa região. Como a maioria dos canais apresenta um diâmetro maior vestibulo-lingual (KUTTLER & PINEDA, 1961), a obtenção da forma circular na região do ápice, muitas vezes, só seria possível com um alargamento excessivo do canal, manobra esta, clinicamente imprópria (BEATTY, 1987). KASAHARA et al. (1991) concordam que dificilmente se obtém um preparo circular do canal a cerca de 0,5 mm aquém do forame, através do alargamento do canal, com 3 limas acima do instrumento inicial, como normalmente se preconiza. Neste aspecto, MAUGER et al. (1998) salientam que canais muito achatados mesiodistalmente e com a presença de ístimo, como os incisivos inferiores, não seriam adequadamente preparados com as técnicas convencionais em função da grande distância vestibulo-lingual do canal. Uma secção circular do canal preparado, na região do forame, sem dúvida facilitaria a adaptação do cone principal de guta percha, visto que a secção dos cones estandarizados é circular.

O preparo apical, segundo YARED & DAGHER (1994 b), 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 do Grupo experimental II tiveram um alargamento de forame até o diâmetro de uma lima 25, enquanto os canais tiveram um preparo até a lima 45, determinando, portanto, um evidente ombro apical. Os dentes do Grupo experimental III, no entanto, apresentaram um batente apical menos evidente, pois os canais também foram preparados até a lima 45, sendo os forames, entretanto, alargados até a lima diâmetro 40.

Um dos elementos que podem alterar o selamento marginal dos canais obturados é com relação aos fármacos utilizados no preparo e na medicação dos canais. A irrigação dos canais com hipoclorito de sódio a 0,5 %, intercalando-se com os instrumentos intracanaís e na irrigação final, como efetuado neste estudo, é largamente utilizada na clínica endodôntica, sendo o seu uso consagrado na prática diária e com inúmeros trabalhos que atestam a sua eficácia como substância química auxiliar à instrumentação (PAIVA & ALVAREZ, 1978; HIZATUGU & VALDRIGHI, 1974). Não foi utilizada uma substância química 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, foi a técnica escolhida para a obturação de todos 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 & WENBERG, 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 ao dos corantes. A emissão de radiação pode ser determinada em autorradiografias (MATLOFF et al., 1982), ou medidas em soluções em intervalos de tempo para quantificar a infiltração apical do marcador (RHOME et al., 1981) ou pela avaliação externa de radionucleídeos (CANALDA-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 contínua e quantitativa da microinfiltração (JACOBSON & VON FRAUNHOFER, 1976). A técnica do líquido sob pressão permite medidas quantitativas do fluido que passa através do ápice e a 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 & WENBERG, 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 paredes 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 obtura o (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 utiliza o com rela o ao seu tamponamento, procurando levar o seu pH próximo   neutralidade. O Azul de Metileno apresenta pH muito baixo, perto de 3,75, podendo transformá-lo num agente de descalcifica o das estruturas mineralizadas do dente, fornecendo falsos resultados sobre infiltra o. Além disso, sua capacidade de marcar, freqüentemente difunde-se pelas estruturas do dente e do material de obtura o, manchando as áreas atingidas pelo mesmo e dificultando a visualiza o real da infiltra o (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 da 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 no *sel/ac* 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 que o diâmetro de um túbulo dentinário na região apical do canal varia por volta de 1,65 μ m sendo, pois, 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 & WENBERG (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 4 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-SAHLI 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 barata 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 6 horas, seguindo-se uma lavagem em água corrente por 2 horas. A seguir, os dentes são desmineralizados em ácido por 3 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 6 horas. O Ácido Nítrico a 5% do protocolo inicial, foi substituído pelo Ácido Clorídrico a 5%, durante 3 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 8 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 1 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 poderiam 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, 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 patência 15 apresentou 7 raízes, ou 35% dos casos, com infiltração do marcador. O grupo II experimental alargamento 25 apresentou 1 raiz a menos com infiltração em relação ao grupo controle, ou 30% dos casos. Não se pode afirmar que houve uma tendência a um melhor resultado no selamento apical do grupo II pois, estatisticamente, não houve diferença significativa segundo o teste de Student, num nível de confiança de 95%. Por outro lado, o grupo II experimental alargamento 40, apresentou 1 raiz a mais com infiltração em relação ao grupo controle, ou 40% 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 de Student, num nível de confiança de 95%. Entre os grupos experimentais com alargamento 25 e alargamento 40 houve uma diferença com 2 dentes infiltrados a mais no grupo III em relação ao grupo II. Não houve, também, nesta situação, uma diferença estatisticamente significativa, segundo o teste de Student, num nível de confiança de 95%.

É possível que no grupo experimental II, com alargamento de forame até a lima 25, o batente apical produzido com a instrumentação do canal levada até a lima 45, foi mais evidente e isto pode ter contribuído para uma menor infiltração em relação ao grupo experimental III, com alargamento de forame até a lima 40, cujo batente apical no limite da obturação foi menos evidente, visto que o canal foi preparado até a lima 45 no limite do comprimento de trabalho. 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.

Em função da alteração morfológica produzida no forame com o alargamento intencional do mesmo, aquela condição anatômica de constrição do canal dentinário preconizada por KUTTLER (1955), nas imediações do ápice anatômico, é profundamente alterada. Além disso, o movimento de rotação produzido nas limas para se conseguir o alargamento, deveria produzir uma secção circular do canal nas imediações do comprimento de trabalho. Este fato poderia propiciar uma melhor adaptação do cone de guta percha principal, visto que o mesmo apresenta secção circular. O propósito deste estudo foi, em síntese, verificar se esta condição criada não seria capaz de efetuar um melhor selamento, 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 os três grupos. Não eram, portanto, alvos do estudo.

Na literatura analisada não foi encontrado nenhum estudo sobre a microinfiltração apical em dentes humanos tratados endodonticamente e com alargamento intencional de forame. A qualidade, pois, do selamento apical obtido foi o alvo deste estudo, não importando as técnicas de instrumentação do canal, de obturação ou dos materiais usados na obturação.

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 três grupos ofereceu uma amostragem de 24 dentes 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 12 dentes usados como controles positivos e negativos, cada grupo apresentou 20 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.

Aparentemente, o grupo II experimental alargamento 25 apresentou melhores resultados, em relação ao selamento apical, que o grupo I controle, enquanto o grupo III experimental alargamento 40 apresentou resultado inferior, em relação ao selamento apical, que o grupo I controle. As diferenças foram de 1 espécime infiltrado, a menos ou a mais, respectivamente. A diferença de 2 dentes entre os grupos experimentais II alargamento 25 e III alargamento 40 pode sugerir um melhor desempenho com um grau menor de alargamento de forame. O batente apical obtido nos grupos I e II, visto que todos os dentes foram instrumentados até a lima 45, foi mais evidente que aquele conseguido no grupo III. Isto pode ser um fator importante no selamento apical com influência nos resultados obtidos.

Os números absolutos podem levar à conclusão de que este fato pode ser significativo na obtenção de um melhor selamento hermético apical. No

entanto, os resultados estatísticos obtidos nos levam a crer que não existem diferenças entre os grupos, e que o alargamento intencional de forame é uma manobra confiável no que diz respeito ao selamento apical.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e sob as condições desenvolvidas no modelo experimental apresentado pode-se concluir que:

1. O alargamento intencional de forame é uma manobra confiável em relação ao selamento apical dos canais obturados sob esta condição.
2. Diferentes diâmetros de alargamento de forame não influenciam a qualidade do selamento apical dos canais obturados sob esta condição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ADOLFF, P. Über das Durchsichtigmachen von Zähnen und unsere Wurzelfüllungsmethoden. **Dtsch. Msch. Zahnheilk.** v.31, p. 6, 1913.
2. 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.
3. 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.
4. AL-GHAMDI, A., WENBERG, A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.10, p. 249-55, 1994.
5. ALLEN, D.E. Hermetic sealing of root canals, value in successful endodontics. **Dent. Radiogr. Photogr.**, v.37, p. 85-90, 1964.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. APRILE, H., FIGUN, M.E. **Anatomia Odontologica**, 2. ed. Buenos Aires, El Atheneo, 1956, p. 434-7.

* 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

10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. BEATTY, R.G. The effect of standard or serial preparation on single cone obturations. **Int. Endod. J.**, v.20, p. 276-81, 1987.
14. BENATTI, O., VALDRIGHI, L., BIRAL, R.R., PUPO, J. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. **J. Endodon.**, v.11, p. 428-34, 1985.
15. 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.
16. BRAIN, E.B. **The preparation of decalcified sections.** Springfield, Ill, Charles C. Thomas, 1966, pp. 121-36, 148-50, 171.
17. BUCHANAN, L.S. Management of the curved root canal. **J. Calif. Dent. Assoc.**, v.17, n.6, p. 40-7,1989.
18. 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.
19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. COOLIDGE, E.D., KESSEL, R.G. **Endodontology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1956, p. 247.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. DE DEUS, Q.D. **Endodontia**, 5. ed, Rio de Janeiro: Medsi, 1992.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. GROSSMAN, L.I. A study of temporary filling as hermetic sealing agents. **J. Dent. Res.**, v.18, p. 67-71, 1939.

36. 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.

37. 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.

38. 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.

39. HIZATUGU, R., VALDRIGHI, L. **Endodontia. Considerações biológicas e aplicação clínica.** Piracicaba: Aloisi, 1974, p. 150.

40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. INGLE, J.I., TAINTOR, J.F. **Endodontics**. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985. 197 p.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. KOS, W.L., AULOZZI, D.P., GERSTEIN, H. A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. **J. Endodon.**, v.8, p. 355-8, 1982.
50. 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.

51. KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.50, p. 544-52, 1955.
52. KUTTLER, Y., PINEDA, F. Investigación radiográfica mesiodistal y vestíbulo lingual de 6.240 conductos radiculares (Emprensa). Apud Kuttler, Y. 1961. **Endodoncia Práctica**. Edit. A.L.P.H.A., México
53. 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.
54. 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.
55. 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.
56. 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.
57. 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.
58. 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.
59. MASTERS, J., HIGA, R., TORABINEJAD, M. Effects of vaccuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. **J. Endodon.**, v.21, n.6, p. 332-4, Jun. 1995.
60. 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.
61. MAUGER, M.J., SCHINDLER, W.G., WALKER, W.A. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. **J. Endodon.**, v.24, n.9, p. 607-9, Sept. 1998.

62. 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
63. OYNICK, J., OYNICK, T. Study of a new material for retrograde fillings. **J. Endodon.**, v.4, p. 203-6, 1978.
64. PAIVA, J.G., ALVAREZ, S. **Endodontia**, 1ª ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 1978. 250 p.
65. 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.
66. PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J. Endodon.**, v.16, n.2, p. 70-7, Feb. 1990.
67. 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.
68. 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.
69. PETERSON, K., PETERSON, A., OLSSON, B., HAKANSSON, J., WENNBERG, A. Technical quality of root fillings in an adult Swedish population. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.2, p. 99-102, 1986.
70. PITT FORD, T.R. Relation between seal of root fillings and tissue response. **Oral Surg.**, p. 291-4, Mar. 1983.
71. 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.
72. 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.
73. 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.

74. RICKERT, V.G., DIXON, C.M. The controlling of root surgery. **VIIIth International Dental Congress**, Paris, IIIA, p. 15-22, 1931.
75. 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.
76. RODA, R.S., GUTMANN, J.L. Reliability of reduced air pressure methods used to asses the apical seal. **Int. Endod. J.**, v.28, p. 154-62, 1995.
77. 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.
78. 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.
79. 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.
80. 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.
81. 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.
82. 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.
83. 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.

84. SOUZA FILHO, F.J., BENATTI, O., ALMEIDA, O. P. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.64, n.4, p. 480-4, Oct. 1987.
85. SOUZA FILHO, F.J., VALDRIGHI, L., BERNARDINELLI, N. Influência do nível da obturação e do alargamento do forame apical no processo de reparo apical. **Rev. APCD**, v.50, n.2, p. 175-7, Mar/Abr. 1996.
86. 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.
87. 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.
88. 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.
89. 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.
90. 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.
91. 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.
92. 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.
93. 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.

94. WALTON, R.E., TORABINEJAD, M. **Principles and practice of endodontics**, 1. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1989. p. 224-7.
95. 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.
96. 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.
97. 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.
98. 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.
99. 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.
100. YATES, J.L., HEMBREE, J.H. Microleakage of three root canal cements: one-year study. **J. Endodon.**, v.6, p. 591-3, 1980.
101. 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.
102. 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.
103. 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	G I (mm)	G II (mm)	G III (mm)
1	23,0	28,0	20,0
2	24,0	18,0	22,0
3	21,0	25,0	22,5
4	21,0	24,0	22,0
5	22,0	21,0	19,0
6	20,0	24,0	22,0
7	24,0	21,0	24,0
8	24,0	21,5	24,0
9	19,5	21,0	24,0
10	25,0	23,5	20,0
11	22,0	20,5	23,0
12	22,0	24,0	24,0
13	22,0	17,5	18,0
14	23,0	20,0	21,0
15	24,5	18,0	25,0
16	19,0	21,0	24,0
17	22,0	21,0	23,0
18	20,0	21,0	24,5
19	25,0	20,0	22,0
20	26,0	25,0	19,5
21	22,0	19,0	21,5
22	26,0	18,0	22,0
23	20,0	21,0	18,0
24	21,0	23,0	22,0

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

1ª VERIFICAÇÃO

dente	GI				GII				GIII			
	faces				faces				faces			
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
4	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
5	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
6	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
11	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

2ª VERIFICAÇÃO

dente	GI				GII				GIII			
	faces				faces				faces			
1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
2	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
4	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
9	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-
11	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
19	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

3ª VERIFICAÇÃO

dente	GI				GII				GIII			
	faces				faces				faces			
1	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
2	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
4	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
11	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
19	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

RESULTADO FINAL

DENTE	GI				GII				GIII															
	1º	2º	3º	C	1º	2º	3º	C	1º	2º	3º	C												
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+												
2	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+												
3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-												
4	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-												
5	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-												
6	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-												
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+												
9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-												
10	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+												
11	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-												
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
13	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+												
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
15	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+												
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
17	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-												
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+												
19	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+												
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
TOTAL	7 +				35%				6 +				30%				8 +				40%			