

**Maria Rita Lopes da Silva de Freitas**

**AVALIAÇÃO DO SELAMENTO APICAL DE DOIS NOVOS  
CIMENTOS ENDODÔNTICOS À BASE DE ÓXIDO DE  
ZINCO E EUGENOL.**

**Belo Horizonte  
Faculdade de Odontologia da PUC-MG  
2003**

**Maria Rita Lopes da Silva de Freitas**

**AVALIAÇÃO DO SELAMENTO APICAL DE DOIS NOVOS  
CIMENTOS ENDODÔNTICOS À BASE DE ÓXIDO DE  
ZINCO E EUGENOL.**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado da Faculdade de Odontologia da Pontifícia  
Universidade Católica de Minas Gerais, como  
requisito parcial à obtenção do título  
de Mestre em Clínicas Odontológicas  
Ênfase: Endodontia

**Orientador: Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira**

**Belo Horizonte  
Faculdade de Odontologia da PUC-MG  
2003**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

F866a Freitas, Maria Rita Lopes da Silva de  
Avaliação do selamento apical de dois novos cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol / Maria Rita Lopes da Silva de Freitas. – Belo Horizonte, 2003.  
102f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira.  
Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.  
Bibliografia.

1. Endodontia. 2. Infiltração dentária. 3. Obturações (Odontologia).  
4. Cimentos dentários. 5. Canal radicular – Tratamento. I. Silveira, Frank Ferreira. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314.18

Bibliotecária – Marlene de C. Silva Santisteban – CRB 6/1434

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu filho Gabriel, dedico este trabalho pelo seu constante  
apoio e estímulo.

Por saber superar e compreender horas de estudo, aulas marcadas e compromissos  
adiados pela minha ausência.

Seu amor e carinho foram imprescindíveis para que eu pudesse realizar meu objetivo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, força maior e presença constante em cada momento de minha vida.

Ao Professor Frank Ferreira Silveira, pela suas valiosas orientações, pela presteza em atender minhas solicitações e pela tranqüilidade transmitida durante toda a elaboração do presente estudo.

Ao Professor Eduardo Nunes, por seus sábios ensinamentos e exemplos de  
profissionalismo constantes em nossa jornada.

A meu pai Antônio, minha irmã Letícia, sobrinhos e familiares pelo apoio, carinho e  
incentivo presentes em todas as minhas realizações.

A Ofélia, minha mãe, minha saudosa homenagem e gratidão.

Ao saudoso Professor Quintiliano Diniz De Deus, por toda a sua influência profissional e  
pessoal.

Aos meus colegas do curso, pelo ótimo convívio e pela amizade que existirá para  
sempre.

À Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), na pessoa da  
Dra. Margareth Spangler Andrade e do Dr. Mário Lúcio Talarico  
e equipe, pela colaboração nas avaliações da amostra.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>52</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>62</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>6. 1 Dos métodos.....</b>	<b>73</b>
<b>6. 2 Dos resultados.....</b>	<b>86</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>92</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>94</b>
<b>9 ANEXO.....</b>	<b>101</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Distâncias de penetração do corante observadas nos canais obturados com cimento <i>Intrafill</i> .....	64
FIGURA 2	Distâncias de penetração do corante observadas nos canais obturados com cimento <i>Endofill</i> .....	64
FIGURA 3	Distâncias de penetração do corante observadas nos canais obturados com cimento <i>Target</i> .....	65
FIGURA 4	Distâncias de penetração do corante observadas nos canais obturados com cimento <i>Sealer 26</i> .....	65
FIGURA 5	Dente controle positivo.....	66
FIGURA 6	Dente controle negativo.....	66

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Medidas de máxima penetração de corante.....62

TABELA 2 Resultado da Análise de Variância.....70

TABELA 3 Medidas descritivas e comparativas entre os quatro grupos.....71

## LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 Representação dos dados referentes às medidas de penetração de corante nos cimentos endodônticos.....68
- GRÁFICO 2 Representação dos dados referente às medidas de penetração de corante nos cimentos endodônticos (Variável com transformação).....69

## LISTA DE ABREVIATURAS

**CDR** - comprimento do dente na radiografia

**CPC** - comprimento de patência do canal

**CTP** - comprimento de trabalho provisório

**CTR** - comprimento de trabalho real

**EDTA** - ácido etilendiamino tetracético

**GG** - broca Gates Glidden

**NaOCl** - hipoclorito de sódio

**SCR** - sistema de canais radiculares

**mm** - milímetro

**ml** - mililitro

**nº** - número

**pH** - potencial hidrogeniônico

**° C** - graus centígrados

**%** - porcentagem

**#** - número

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a capacidade de selamento apical de dois novos cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol comparativamente a outro produto tradicional dessa categoria e a um cimento resinoso. Foram utilizados cem incisivos centrais superiores humanos que, após a padronização do comprimento e do diâmetro do forame, foram instrumentados pela técnica de Oregon Adaptada por De Deus sob irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%. Os dentes foram divididos em cinco grupos com 20 elementos cada. Quatro grupos experimentais foram obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha e um dos seguintes cimentos: *Intrafill*, *Endofill*, *Target* e *Sealer 26*. Os dentes foram imersos em corante azul de metileno a 2% à 37°C por 72 horas, e após esse período foram lavados e seccionados longitudinalmente para a análise da infiltração apical. A extensão de penetração de corante foi quantitativamente determinada com uma lupa estereoscópica e um *software* para análise de imagens. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística que revelou não haver diferença estatisticamente significativa entre os cimentos *Intrafill*, *Target* e *Endofill*, porém, esses três produtos apresentaram medidas de máxima penetração de corante significativamente superiores àquelas encontradas para o cimento *Sealer 26*.

**UNITERMOS:** cimentos endodônticos, infiltração apical, obturação do canal radicular.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the sealing ability of two new and one established zinc oxide-eugenol-based root canal sealers to one epoxy resin-based sealer. One hundred extracted human maxillary central incisors had their length and diameter of the foramens standardized and were biomechanically prepared using a crown down pressureless technique and irrigation with 2,5% NaOCl solution. The teeth were divided into five groups (n= 20). Four experimental groups were obturated with laterally condensed gutta-percha and one of the following sealers: *Intrafill*, *Target*, *Endofill* and *Sealer 26*. The teeth were immersed in 2% methylene blue dye solution at 37 °C for 72h. After this period the teeth were washed and cut longitudinally for apical leakage analysis. The extent of dye penetration was quantitatively determined with a stereomicroscope and one image analysis software. Data obtained were statistically analyzed and showed no significant differences between *Intrafill*, *Target* and *Endofill* sealers; however these three sealers exhibited significantly more leakage than *Sealer 26* cement.

**KEYWORDS:** apical leakage, endodontic sealers, root canal filling.

## 1 INTRODUÇÃO

A obturação hermética e tridimensional, conjuntamente com a limpeza e formatação do sistema de canais radiculares (SCR), são fundamentais para o êxito da terapia endodôntica. Aproximadamente 60% dos fracassos observados nesse tipo de tratamento são decorrentes da obliteração incompleta dos espaços do sistema de canais radiculares (INGLE et al., 1994).

O selamento promovido pela obturação endodôntica veda as paredes dentinárias tanto no sentido apical quanto lateral e coronário, promovendo a manutenção do saneamento obtido pelo preparo químico-mecânico e pela medicação intracanal, quando utilizada (LOPES & SIQUEIRA JÚNIOR, 1999). Além disto, o emprego de agentes obturadores com adequadas propriedades físico-químicas, representa uma barreira impermeável, evitando que os fluidos tissulares periapicais adentrem o ambiente endodôntico e sirvam de nutrientes para os microrganismos remanescentes, alojados na massa dentinária ou em ramificações (WU & WESSELINK, 1993; SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS; VALOIS, 2001). Por suas qualidades biológicas e antimicrobianas, esses materiais atuam também vedando as comunicações do SCR com áreas adjacentes e prevenindo a reinfecção ou a perpetuação do processo inflamatório apical, o que viria a retardar ou impedir a cicatrização dos tecidos perirradiculares (DE DEUS, 1992; FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995).

Muitos materiais obturadores já foram propostos para uso nos tratamentos endodônticos. McElroy, *apud* Savioly (1998), realizou uma revisão histórica dos materiais utilizados para obturar o canal radicular e dentre outros pode-se citar: ouro em

folha; ouro em folha com uma superfície resinada; fosfato tricálcico com eugenol; óxido de zinco e ácido hidrolórico; carvão animal pulverizado com iodofórmio; pontas de madeira de laranjeira associadas a uma pasta de iodofórmio e fenol; oxiclreto de zinco e lã mineral; estanho em folha; chumbo em folha coberto com uma pasta de fenol e iodo; pontas de madeira embebidas em bicloreto ou mercúrio a 1:200; madeira avermelhada (cedro) associada à parafina; partes iguais de óxido de zinco e iodofórmio transformadas em pasta com creosoto; pontas de algodão saturadas com óleo de canela ou Canfo-Fenol; iodeto de timol e parafina misturados com a ajuda de calor brando; fenil salicilato e bálsamo em um formato cônico; amálgama de cobre; pasta de óxido de zinco e eugenol; dentina de cachorros; marfim pulverizado e dentina humana. Entretanto, a maioria desses produtos foi abandonada diante dos resultados de estudos científicos ou dos achados clínicos observados ao longo do tempo.

Dentre os materiais obturadores de uso corrente na endodontia, incluem-se tanto produtos sólidos quanto plásticos. A guta-percha é o material sólido mais comumente empregado para o preenchimento de canais radiculares, mas como apresenta pouca adesividade às paredes dentinárias, requer o uso associado de materiais plásticos, representados pelos cimentos obturadores (LIMKANGWALMONGKOL et al., 1991; SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS; VALOIS, 2001).

O preenchimento das irregularidades e discrepâncias entre os cones de guta-percha, e entre esses e as paredes dos condutos, além do vedamento dos túbulos dentinários e ramificações, é feito graças à ação dos cimentos. Durante a obturação, eles também atuam como lubrificantes, facilitando o assentamento dos cones de guta-percha, e em decorrência de sua adesão à guta-percha e à dentina radicular, promovem o selamento efetivo do sistema de canais radiculares

(LINKANGWALMONGKOL; ABBOTT; SANDLER, 1992; ROHDE et al., 1996). Obturações inadequadas ou sem o uso de cimentos sofrem percolação e infiltração e favorecem o insucesso da terapia endodôntica (SKINNER & HIMEL, 1987; WU; OZOK; WESSELINK, 2000).

De acordo com De Almeida et al. (2000), inúmeros cimentos obturadores estão disponíveis no comércio, podendo ser divididos, conforme as suas formulações químicas, em quatro tipos: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, baseados nas fórmulas de Rickert (*Kerr Pulp Canal Sealer*) ou de Grossman (*Endofill, Fillcanal, Procosol*); cimentos resinosos (*AH 26, Diaket, AH Plus, Sealer 26*); cimentos contendo hidróxido de cálcio (*Apexit, Sealapex, Sealer 26*) e cimentos de ionômero de vidro (*Ketac-Endo*).

Os mesmos autores salientam que não existe, até o momento, um material para obturação de canais radiculares que atenda a todas as propriedades desejáveis para um cimento obturador “ideal”. Cada um dos produtos disponíveis apresenta certas características importantes, em detrimento de outras.

Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, por exemplo, satisfazem a maioria dos requisitos ideais, e vem sendo utilizados por várias décadas ao longo de todo o mundo (POMMEL et al., 2003). Já os produtos à base de hidróxido de cálcio possuem boas propriedades seladoras além de ter como objetivo alcançar o fechamento biológico do forame apical por deposição de tecido duro (HOLLAND et al., 1991a; SOARES & BRISTOT, 1996). Os cimentos resinosos são conhecidos por apresentarem ótimas propriedades físico-químicas, como boa adesividade e capacidade seladora, demonstrando mínima ou nenhuma infiltração, em vários trabalhos publicados (KUGA et al., 1990; LIMKANGWALMONGKOL et al., 1991;

BONETTI FILHO et al., 1995; TANOMARU FILHO et al., 2001). Entretanto, esses produtos não proporcionam uma resposta biológica periapical favorável (DE ALMEIDA et al., 2000) sendo também insolúveis, o que os torna de difícil remoção em casos de retratamentos. Este último inconveniente também pode ser observado nos cimentos à base de ionômero de vidro que, no entanto apresentam a boa propriedade de adesão natural à dentina radicular (BROWN; JACKSON; SKIDMORE, 1994).

A verificação da qualidade da obturação endodôntica e do selamento apical promovido pelos materiais obturadores através da medição de microinfiltração de corante é um método clássico e muito utilizado por vários autores (GROSSMAN, 1976; ZMENER, 1987; GOLDMAN; SIMMONDS; RUSH, 1989; KERSTEN & MOORER, 1989; SPÅNGBERG; ACIERNO; CHA, 1989; PORKAEW et al., 1990; HOLLAND et al., 1991b; RAVANSHAD & TORABINEJAD, 1992; SIQUEIRA JÚNIOR & GARCIA FILHO, 1994; BROWN; JACKSON; SKIDMORE, 1994; HOLLAND; MURATA; SALIBA, 1995; RODA & GUTMANN, 1995; MOURA; DABDAB; MEIRELLES, 1995; TANOMARU FILHO et al., 1996; HOLLAND et al., 1996; ROHDE et al., 1996; ANTÔNIO & MOURA, 1997; NUNES, 1999; DE ALMEIDA et al., 2000; FRÓES; HORTA; SILVEIRA, 2000; SILVEIRA et al., 2003). Outras técnicas de avaliação incluem a penetração de isótopos radioativos (HAIKEL et al., 1999; HAIKEL et al., 2000), testes de infiltração de eletroquímicos e de penetração bacteriana (CHAILERTVANITKUL; SAUNDERS; MACKENZIE, 1997; TIMPAWAT; AMORNCHAT; TRISUWAN, 2002) além de métodos de infiltração de fluidos (YARED & DAGHER, 1996; WU; FAN; WESSELINK, 2000; POMMEL & CAMPS, 2001; ÇOBANKARA et al., 2002; CAMPS & PASHEY, 2003) e de análise do vedamento apical através de microscopia eletrônica de varredura (BAUMGARDNER & KRELL, 1990; SALEH et al., 2003).

Recentemente, foram lançados no comércio brasileiro dois novos materiais obturadores à base de óxido de zinco e eugenol, o cimento *Intrafill* (S.S. White Artigos Dentários Ltda. - Rio de Janeiro - RJ) e o cimento *Target* (Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos - Belo Horizonte - MG), e segundo seus fabricantes, estes produtos apresentam melhores propriedades de selamento apical que outros representantes consagrados dessa categoria de cimentos.

Em vista das inúmeras opções de cimentos endodônticos e diante dos novos materiais introduzidos no mercado odontológico para este fim, os profissionais sentem grande dificuldade no momento da escolha do material, levando à necessidade de estudos comparativos, que avaliem a obturação proporcionada por estes produtos, quando empregados no sistema de canais radiculares (VALOIS & CASTRO, 2002).

Devido à escassez de informações, verificamos a necessidade de realizar estudos avaliando as propriedades seladoras dos referidos cimentos (*Intrafill* e *Target*) quando comparados a um outro cimento à base de óxido de zinco e eugenol bastante conhecido (*Endofill* - Dentsply Indústria e Comércio Ltda. - Petrópolis - RJ) e a um cimento resinoso (*Sealer 26* - Dentsply Indústria e Comércio Ltda. - Petrópolis - RJ), através da infiltração de corante azul de metileno.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Grossman (1976) examinou os cimentos endodônticos *AH 26*, *Diaket*, *cimento da Kerr*, *Mynol*, *N2*, *N2 sem chumbo*, *Procosol*, *Roth 801*, *Roth 811*, *RC2B*, *Tubliseal* e *cimento de óxido de zinco e eugenol (ZOE)*, avaliando-os quanto a várias de suas propriedades. Para análise do tamanho das partículas, os produtos citados foram passados através de uma série de peneiras. O escoamento desses cimentos já preparados foi avaliado colocando-se uma porção de cada um deles sobre uma placa de vidro, a qual foi inclinada verticalmente, sendo o escoamento medido em centímetros depois de 24 horas. O tempo de endurecimento dos produtos, espatulados de acordo com as instruções dos fabricantes, foi testado após 30 minutos, 1h e as horas subseqüentes, através da introdução de uma agulha. Cada cimento foi também avaliado quanto a sua adesão, imediatamente após ser preparado e após o tempo máximo de endurecimento (sete dias). A verificação das alterações dimensionais de cada um dos produtos recém-espatulados foi realizada através de exposição ao corante safranina, o qual também permitiu que os cimentos ainda fossem examinados quanto à penetração linear do corante após um período de cinco a sete dias. Posteriormente a cada bateria de testes, os resultados foram anotados e através deles o autor concluiu que os cimentos endodônticos pesquisados apresentaram uma enorme variação de valores quanto às avaliações de suas propriedades sendo que, com relação à infiltração de corante, o cimento *Diaket* foi o que mostrou o menor grau de penetração, seguido pelos produtos *cimento da Kerr*, *Procosol*, *Tubliseal*, *Roth 801*, *Roth 811*, *RC2B*, *N2*, *N2 sem chumbo*, *AH 26*, *Mynol* e *ZOE*.

Com o objetivo de avaliar a capacidade de selamento da guta-percha termoplastificada injetada pelo sistema *Obtura*, com e sem o uso de cimentos e/ou compactação vertical, Skinner & Himel (1987) conduziram uma pesquisa utilizando 70 incisivos centrais superiores humanos. Inicialmente, os dentes foram instrumentados com limas manuais, usadas em tamanhos progressivos até o # 45, seguindo-se um escalonamento com limas e Gates-Glidden, até que uma agulha da seringa *Obtura* se adaptasse nos 6 mm apicais dos canais radiculares. Todos esses procedimentos foram acompanhados de irrigação com 20 ml de hipoclorito de sódio a 5,25%. Posteriormente, três camadas de esmalte para unhas foram aplicadas nas superfícies externas dos dentes, excetuando-se as proximidades dos forames apicais, e a amostra foi dividida aleatoriamente em quatro grupos experimentais (com 15 espécimes cada) e dois grupos controle (com 5 elementos cada). Os dentes do grupo I foram obturados usando o sistema *Obtura*, cimento *Procosol* e compactação vertical da guta-percha. No grupo II, os elementos foram obturados com sistema *Obtura* e compactação vertical da guta-percha, mas sem o uso de cimento. No grupo III, os espécimes foram obturados com sistema *Obtura*, sem compactação vertical e com cimento *Procosol* e no grupo IV os dentes foram obturados com sistema *Obtura*, sem compactação e sem cimento. Nos grupos controle, cinco dentes (grupo V) não foram obturados e foram impermeabilizados conforme os grupos experimentais e os outros cinco espécimes (grupo VI) também não receberam obturação, mas tiveram seus ápices recobertos com esmalte para unhas. A seguir, as cavidades de acesso foram fechadas com amálgama e depois de decorrido o tempo de endurecimento do cimento (48 horas) todas as raízes foram imersas em corante fluoresceína, por 48 horas. Secções transversais foram feitas com disco diamantado a 1, 3, 5 e 7 mm do ápice sendo em seguida examinadas

através de um microscópio, quanto à presença ou ausência de penetração de corante entre a guta-percha e a dentina. Essa análise foi feita por um único examinador, em dois intervalos de tempo separados, e os resultados, depois de analisados estatisticamente, permitiram concluir que houve uma diferença significativa entre os grupos com cimento e aqueles sem cimento, tendo os grupos com cimento apresentado menores quantidades de infiltração.

Goldman; Simmonds; Rush (1989) conduziram uma pesquisa para determinar se o método de remoção de ar com bomba de vácuo, utilizado em estudos de penetração de corante, poderia estabelecer resultados mais significativos. Na primeira parte do experimento, 90 dentes humanos extraídos foram instrumentados ultrapassando-se uma lima # 70 pelo forame. Após o preparo, a amostra foi dividida em seis grupos de 15 elementos. No grupo A-1, o forame foi deixado aberto e o acesso coronário foi fechado com cimento óxido de zinco e eugenol (ZOE). No segundo grupo (A-2), o término apical foi fechado com ZOE e o acesso coronário foi deixado aberto. No grupo A-3, o forame e o acesso foram deixados abertos. Todos esses dentes foram impermeabilizados com duas camadas de esmalte para unhas, excetuando-se a área de término aberto. Em seguida, os espécimes foram submersos em solução de cristal violeta a 1% sendo posicionados do seguinte modo: cinco dentes foram colocados no corante com o lado aberto para cima, cinco com o lado aberto para baixo e cinco, horizontalmente. Esses grupos permaneceram no corante por 3 horas sendo em seguida lavados e secados. Nos grupos B-1, B-2 e B-3, os espécimes foram preparados da mesma maneira, mas a colocação do corante foi realizada sob efeito de vácuo. Na segunda parte da pesquisa, um grupo de 20 dentes foi instrumentado de acordo com a mesma técnica e cones

principais de guta-percha foram selecionados. Fios ortodônticos foram inseridos através das cavidades de acesso até que atingissem o outro extremo do dente e foram incluídos na obturação dos condutos, realizada com cimento *Roth*. Os dentes foram armazenados em 100% de umidade por 72 horas quando então os fios ortodônticos foram removidos. As cavidades coronárias foram fechadas com Cavit e os espécimes foram divididos em dois grupos (C e D). No grupo C, os dentes com o ápice aberto para baixo foram colocados no corante por 3 horas e os do grupo D foram tratados da mesma forma, porém sob condições de vácuo. Após a realização dos procedimentos descritos, toda a amostra foi seccionada longitudinalmente e a extensão da penetração do corante foi medida. Diante dos resultados obtidos, os autores concluíram que quando os dentes são colocados no corante sob efeito de vácuo, a penetração é bem mais significativa.

Em 1989, Kersten & Moorer procuraram esclarecer se diferentes materiais obturadores de canais radiculares evitariam a infiltração de partículas do tamanho de bactérias e de grandes moléculas de proteínas. Além disso, questionaram também se a quantidade de infiltração do corante azul de metileno era comparável com a infiltração de produtos bacterianos de baixo peso molecular e de patogenicidade já estabelecida. A partir de quarenta e seis incisivos centrais e caninos superiores, os autores obtiveram secções radiculares de 9 mm de comprimento, as quais, depois de instrumentadas, foram fixadas dentro de tubos de poliestireno, que eram fechados dos dois lados com tampas de borracha. As raízes foram distribuídas randomicamente em quatro grupos experimentais com 10 espécimes em cada, e um grupo controle com seis elementos e foram obturadas com guta-percha, utilizando quatro métodos experimentais.

Imediatamente após as obturações radiculares, 0,25 ml de uma suspensão contendo gotas de látex (aproximadamente do mesmo tamanho de um streptococcus), 4 µg/ml de endotoxina de E. coli, ácido butírico a 0,5%, ácido valérico a 0,1% e corante azul de metileno a 0,1% em água, foram colocados no lado coronário dos tubos. O lado apical foi preenchido com 0,15 ml de solução aquosa de ácido valérico a 0,1%, a qual serviu como marcador, e os tubos foram mantidos por uma semana a 37°C. Posteriormente, amostras foram tiradas do reservatório apical, e todos os conjuntos foram deixados sob pressão, a 37°C, por mais uma semana. Decorrido este período, os tubos foram novamente agitados e uma segunda amostra foi colhida com o objetivo de mostrar a infiltração causada sob pressão. O material foi encaminhado para exame e foi testado para a presença de cada um dos reagentes. Depois disso, os tubos com as raízes foram cortados em secções transversais de 2 mm de espessura, sendo examinadas com microscópio estereoscópico com aumento de 52X, para checar o caminho de penetração do corante e a adaptação das obturações às paredes dos canais. A partir da análise dos dados, observou-se que a infiltração do ácido butírico provou ser comparável com a infiltração do azul de metileno e a microinfiltração de pequenas moléculas não pode ser evitada, qualquer que fosse o método de obturação empregado. Após a análise estatística, os pesquisadores constataram que a microinfiltração de substâncias de baixo peso molecular não desempenha papel tão decisivo nas doenças periapicais quanto a microinfiltração de bactérias e de substâncias antigênicas e tóxicas com moléculas grandes.

A influência do ar aprisionado na acuidade dos estudos de infiltração usando métodos de penetração de corante foi pesquisada por Spångberg; Aciermo; Cha (1989).

Trinta e nove raízes palatinas de molares superiores foram seccionadas e instrumentadas até que uma lima # 100 se projetasse na região apical. Os canais foram preenchidos com cimento *AH 26* e um fio ortodôntico foi inserido nos mesmos, exceto em 3 espécimes deixados como grupo controle. A amostra permaneceu por uma semana a 37°C, em 100% de umidade e, em seguida, as superfícies externas das raízes foram recobertas com esmalte para unhas e os fios ortodônticos foram retirados, deixando espaços semelhantes a bolhas standardizadas. Os elementos foram divididos em três grupos, com 12 espécimes experimentais e um controle, sem a confecção de bolhas. No grupo I, foram utilizadas raízes com bolhas de 0,28 mm de diâmetro e no grupo II, as bolhas apresentavam 0,51 mm. Ambos foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2%, por sete dias. No grupo III, as raízes com bolhas de 0,28 mm de diâmetro foram previamente desidratadas sendo em seguida imersas no corante sob pressão, por 15 minutos. Posteriormente, a impermeabilização foi removida e os espécimes foram desgastados longitudinalmente até que o corante fosse visualizado. As extensões de penetração da solução marcadora foram medidas com paquímetro e, a partir dos resultados analisados por testes estatísticos, os pesquisadores concluíram que o ar aprisionado produz artefatos na técnica de imersão passiva sugerindo-se que antes da introdução no corante, o ar seja esvaziado.

Kuga et al. (1990) realizaram um estudo com a intenção de analisar a infiltração marginal em obturações de canais radiculares utilizando os cimentos *N-Rickert*, *Rickert SP*, *Endomethasone*, *Endofill*, *Pró-canal* e *AH 26*, sendo este último usado como controle. Inicialmente, 60 caninos humanos extraídos foram instrumentados até uma lima # 50, usada a 1 mm do canal cementário, seguindo-se um escalonamento até uma

lima # 80. Exceto em seu milímetro apical, as superfícies radiculares foram impermeabilizadas com esmalte para unhas e os dentes foram divididos em seis grupos, os quais foram obturados pela técnica do cone único de guta-percha, utilizando os seguintes cimentos: grupo I - *Endomethasone*; grupo II- *AH 26*; grupo III- *N-Rickert*; grupo IV- *Endofill*; grupo V- *Pró-canal*; grupo VI- *Rickert SP*. As raízes foram imersas em solução de azul de metileno a 2% por sete dias, a 37°C, e radiografadas para verificação da qualidade da obturação. Os ápices radiculares foram desgastados até o aparecimento do cone de guta-percha e as raízes foram seccionadas longitudinalmente para permitir medições das infiltrações do corante com o auxílio de microscópio óptico. Os dados apurados foram estudados estatisticamente e permitiram concluir que o cimento *Endomethasone* foi o selador que se mostrou mais eficiente, seguido pelos produtos *AH 26*, *N-Rickert*, *Endofill*, *Pró-canal* e *Rickert SP* que foram menos capazes de impedir a infiltração de corante, com tendência dos dois últimos materiais de se diferenciarem dos demais.

Holland et al. (1991a) analisaram a qualidade do selamento marginal obtido com diferentes cimentos à base de hidróxido de cálcio comparativamente ao cimento de óxido de zinco e eugenol. Após a remoção das coroas, 60 dentes humanos extraídos foram instrumentados ultrapassando-se em 1 milímetro o forame apical com uma lima # 40 e executando-se em seguida o preparo escalonado. As superfícies dentárias externas foram impermeabilizadas e os dentes foram separados em grupos sendo obturados pela técnica da condensação lateral empregando-se os seguintes cimentos: 1- óxido de zinco e eugenol; 2- cimento experimental à base de hidróxido de cálcio desenvolvido pela disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba

(SP); 3- *CRCS*; 4- *Sealapex*; 5- *Sealapex* acrescido de 30 mg de iodofórmio; 6- *Sealapex* acrescido de 60 mg de iodofórmio. Em seguida, a amostra foi mergulhada em azul de metileno a 2% por 24 horas e posteriormente, os espécimes foram partidos ao meio no sentido de seu longo eixo. Com o auxílio de uma lupa estereoscópica com ocular milimetrada, mediu-se a profundidade do corante a partir do forame apical e os dados obtidos foram submetidos a testes estatísticos. Os autores concluíram que o cimento de óxido de zinco e eugenol apresentou maior infiltração marginal de corante que os cimentos à base de hidróxido de cálcio.

Limkangwalmongkol et al. (1991) selecionaram criteriosamente 125 dentes humanos unirradiculares para testar a capacidade seladora de quatro diferentes cimentos obturadores de canais radiculares, empregados em conjunto com a técnica da condensação lateral de guta-percha. Após a remoção das coroas e determinação do comprimento dos canais radiculares, os dentes foram instrumentados pela técnica seriada, utilizando limas manuais. A porção apical foi ampliada até no mínimo uma lima # 30 e no máximo uma lima # 50, dependendo do tamanho original do canal. Nos terços coronários foram empregadas brocas Gates-Glidden # 2 e 3 e uma lima # 10 foi passada através do forame apical, para assegurar a patência do mesmo. Os canais foram secos e neles foram escolhidos cones de guta-percha padronizados, sendo o seu posicionamento no comprimento de trabalho confirmado por radiografia. Os dentes foram divididos randomicamente em quatro grupos experimentais e um grupo controle, cada um com 25 elementos. Os espécimes dos grupos experimentais foram obturados com um dos cimentos estudados (*Apexit*, *Sealapex*, *Tubli-Seal*, *AH 26*) e guta-percha, usando a técnica da condensação lateral. Após a obturação, os canais radiculares

foram radiografados, as cavidades de acesso foram seladas com *Cavit* e os dentes deixados de uma a três semanas em 100% de umidade e a 37°C. Posteriormente, os espécimes foram cobertos com duas camadas de esmalte para unhas, exceto nos seus 2 a 3 mm apicais. O grupo controle foi subdividido em dois grupos: controle positivo, para testar a habilidade de selamento da guta-percha sem cimento, e controle negativo, para testar a habilidade do esmalte para unhas em selar a raiz contra a penetração de corante. Posteriormente, cada dente foi totalmente submerso em tubo de centrifugação contendo solução de azul de metileno a 2% por 3 minutos, sendo em seguida lavado e incluído em resina epóxi. Secções horizontais em intervalos de 0,5 mm foram feitas e os cortes foram analisados ao microscópio. Novos cortes foram sendo feitos até que nenhum corante fosse mais observado e a profundidade máxima de penetração do corante em cada dente foi anotada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística e através deles os autores concluíram que um cimento obturador para canais radiculares deve ser empregado conjuntamente com a técnica da condensação lateral da guta-percha e que o *AH 26* foi o produto que proporcionou o melhor selamento apical, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os outros materiais testados.

Holland et al. (1991b) analisaram comparativamente alguns cimentos endodônticos, com e sem hidróxido de cálcio, quanto à eficiência do selamento marginal obtido após a obturação de canais radiculares. Nesse trabalho, utilizaram-se 160 dentes humanos unirradulares, os quais tiveram suas coroas removidas. Cada canal radicular foi sobre-instrumentado, até que uma lima # 40 atingisse 1 mm além do forame apical e em seguida realizou-se o preparo escalonado até a lima # 80, sob

abundante irrigação com líquido de Dakin. Concluído esse processo, os espécimes foram impermeabilizados externamente com duas camadas de *Araldite*, respeitando-se a abertura coronária e apical dos canais. A amostra foi então dividida em oito grupos de 20 elementos e os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral, utilizando cones de guta-percha e os cimentos selecionados para a pesquisa (*Sealapex; CRCS; Cimento experimental desenvolvido pela Universidade de Araçatuba, SP; Cimento de óxido de zinco e eugenol; Fill Canal; Pulp Canal Sealer e AH 26*). Posteriormente, as cavidades coronárias foram seladas com *Araldite* e os dentes foram imersos em água por 24 horas, sendo que a metade dos espécimes ainda permaneceu nessa condição por 75 dias. Decorridos cada um dos períodos experimentais, os dois grupos, de 24 horas e de 75 dias de pós-operatório, foram mergulhados em solução de azul de metileno a 2%, sob vácuo, por 12 horas. Após esse período, os dentes foram lavados, secos e seccionados no sentido longitudinal. Com o auxílio de uma lupa estereoscópica e ocular milimetrada, procedeu-se à medida das infiltrações marginais ocorridas. Os valores apurados foram analisados estatisticamente e baseados nos resultados obtidos, os pesquisadores concluíram que no tempo de 24 horas de pós-operatório, considerando-se a ordem de menor para a maior infiltração, pode-se relacionar os cimentos obturadores da seguinte forma: *Sealapex, Cimento experimental, AH 26, New B2, CRCS, Rickert, OZE, Fill Canal*; e no tempo de 75 dias, a seguinte seqüência: *Sealapex, New B2, AH 26, CRCS, Cimento experimental, Rickert, OZE, Fill Canal*. Nesse último grupo, foram encontrados os maiores níveis de infiltração marginal de corante dentre os cimentos estudados.

A proposta do trabalho de Vaz et al. (1992) foi de estudar a efetividade dos materiais utilizados para impermeabilização e suas possíveis combinações, através do emprego de azul de metileno como solução corante indicadora. Nesse experimento, 40 pré-molares humanos extraídos íntegros foram limpos, secos e divididos em quatro grupos sendo, cada um, inteiramente recoberto pelos diferentes métodos de impermeabilização selecionados. No grupo I, aplicaram-se duas camadas uniformes de esmalte para unhas. No grupo II, os dentes foram recobertos com uma camada de esmalte para unhas e sobre ela aplicou-se uma camada de resina epóxi ultra-rápida. Os elementos do grupo III receberam uma única camada de resina epóxi. No grupo IV, procedeu-se à aplicação de uma camada de resina epóxi sobre os dentes seguida de uma segunda camada de esmalte para unhas. Após cada aplicação de esmalte para unhas, um tempo de 40 minutos foi aguardado visando à secagem do produto, sendo que para a resina epóxi, esse período reduziu-se há 30 minutos. Posteriormente, cada grupo foi colocado em recipientes contendo solução de azul de metileno a 2% sendo mantidos em estufa bacteriológica a 37°C, por sete dias. Decorrido esse prazo, os dentes foram lavados, secos e a impermeabilização de cada um foi removida para que, em seguida, fossem seccionados com disco diamantado, no sentido longitudinal. A verificação da penetrabilidade do corante foi realizada empregando-se lupa estereoscópica com aumento de 12X e os resultados indicaram diferenças significativas entre os materiais empregados. Diante disso, os autores concluíram que a associação de uma camada de resina epóxi, de rápida polimerização, mais uma camada de esmalte para unhas foi o único método que apresentou eficácia total quanto à impermeabilização externa do elemento dental, diante da solução indicadora empregada.

Os materiais e os métodos usados por Limkangwalmongkol; Abbott; Sandler em 1992 foram idênticos àqueles empregados em seu estudo prévio (1991), exceto pelo número de dentes e pela técnica de quantificação da infiltração apical de corante dos quatro cimentos obturadores testados. Neste experimento, 50 dentes humanos com um só canal foram selecionados, instrumentados e divididos em quatro grupos, para serem obturados com cada um dos cimentos experimentais escolhidos – *Apexit*, *Sealapex*, *Tubli-Seal* e *AH 26*. Após as obturações, os dentes foram selados com *Cavit* e decorrido o tempo de endurecimento dos cimentos, os espécimes foram impermeabilizados com duas camadas de esmalte para unhas sendo então centrifugados por 3 minutos, juntamente com solução de azul de metileno a 2%. Posteriormente, os elementos foram lavados e incluídos em blocos de resina sendo então seccionados longitudinalmente. As hemi-seções obtidas foram examinadas com microscópio (50X de aumento) e a distância do término da obturação até o fim da penetração do corante foi medida e anotada para cada dente. Após a análise estatística, os resultados mostraram que o cimento *AH 26* apresentou penetração de corante significativamente menor do que os outros três cimentos testados sendo seguido pelo *Apexit*, *Sealapex* e *Tubli-Seal*.

Siqueira Júnior & Garcia Filho conduziram um trabalho, publicado em 1994, que visou avaliar “in vitro” a capacidade seladora de três cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio. Trinta dentes anteriores superiores foram instrumentados com uso seriado de limas, chegando-se com uma lima # 30 a 1mm além do ápice. A seguir, um “stop” apical foi confeccionado, a 1mm aquém do forame, através de instrumentação até a lima K # 50. Realizou-se então o escalonamento progressivo, até uma lima tipo K

# 80, e a utilização de brocas Gates Glidden # 3 e 4 nos terços médio e cervical dos canais radiculares. Irrigações abundantes e freqüentes com solução de hipoclorito de sódio a 1% foram empregadas em conjunto com o preparo biomecânico e ao final utilizou-se solução de EDTA por 3 minutos, para a remoção do magma dentinário. Os dentes foram impermeabilizados externamente pela aplicação de uma camada de *Araldite* e de duas camadas de esmalte para unhas, deixando livre apenas a porção próxima ao forame apical (1mm). A seguir, a amostra foi dividida em três grupos de 10 elementos, nos quais procedeu-se a obturação dos canais pela técnica da condensação lateral. No grupo A, empregou-se o cimento *Sealapex*; no B, o cimento *Sealer 26* e no grupo C, o *CRCS*. Logo depois, os espécimes tiveram suas cavidades coronárias seladas e impermeabilizadas e foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por sete dias, a 37°C. Posteriormente, as impermeabilizações foram removidas e os dentes foram fraturados longitudinalmente, nas faces vestibular e lingual. Nas hemi-secções obtidas, foram feitas medições da extensão da infiltração do corante ao longo das obturações, com ampliação de 10X em microscópio óptico. Com base nos resultados coletados e analisados por estudos estatísticos, os pesquisadores constataram que nenhum dos três cimentos à base de hidróxido de cálcio foi capaz de promover um selamento hermético do forame apical, além de não terem apresentado diferenças estatísticas significantes quanto a essa propriedade. Apesar disso, o cimento *Sealer 26* foi o material que apresentou a menor média de infiltração entre os cimentos testados.

Após a secção das coroas, quarenta e cinco dentes humanos com um único canal foram utilizados por Brown; Jackson; Skidmore (1994) com o propósito de comparar a capacidade seladora de um cimento de ionômero de vidro com um cimento

de óxido de zinco e eugenol. Os canais foram instrumentados até que uma lima Hedstrom # 55 atingisse o comprimento de trabalho, localizado a 1 mm do forame apical. Em seguida, a amostra foi dividida em três grupos de 15 raízes cada, sendo que no grupo A e B, os espécimes foram obturados pela técnica da condensação lateral, utilizando-se respectivamente, o cimento *Ketac-Endo* e *Roth 801*. No grupo C, nenhum cimento foi empregado. Após o tempo de presa dos cimentos, as raízes foram recobertas com duas camadas de esmalte para unhas, exceto nos 2 a 3 mm apicais. Posteriormente, os grupos foram imersos em tinta nankim sob condições de vácuo por 24 horas, e sob condições normais de pressão por mais quatro dias. Depois de lavados, os espécimes foram diafanizados e as infiltrações de corante foram medidas por dois examinadores através de microscópio com 15X de aumento e paquímetro digital. Os valores apurados foram estudados estatisticamente revelando que o cimento melhorou significativamente o selamento apical da condensação lateral da guta-percha, não havendo, entretanto diferença significativa entre os cimentos pesquisados.

Holland; Murata; Saliba (1995) realizaram uma investigação a respeito do selamento apical após obturação de canais em que se utilizou os cimentos *Fill Canal*, *AH 26* e *Apexit*, com ou sem o emprego prévio de curativo de demora. Inicialmente, as coroas de 140 dentes humanos foram seccionadas e as raízes foram submetidas a instrumentação até que uma lima K # 35 atingisse a medida de 1 mm aquém do forame apical, seguindo-se um preparo escalonado. Todos os espécimes foram então envolvidos externamente com *Araldite* exceto em seus forames apicais. A amostra foi dividida em dois grupos que receberam ou não curativos com hidróxido de cálcio, sendo os mesmos removidos após sete dias. Decorrido este período, 20 dentes foram

separados para servirem como controle e os elementos restantes foram obturados pela técnica da condensação lateral e os seguintes cimentos: *Fill Canal*, *AH 26* e *Apexit*. Concluída a obturação, todos os dentes foram mantidos em água por 24 horas e em seguida a amostra foi dividida em dois grupos sendo um deles imerso em corante azul de metileno a 2% juntamente com os grupos controle. O outro grupo ainda permaneceu na água durante 30 dias, após o que também foi colocado em contato com a solução traçadora. Todos os elementos foram mantidos no corante por 12 horas, sob condição de vácuo. Posteriormente, as raízes foram lavadas, secas e partidas ao meio no sentido longitudinal e a profundidade das áreas de infiltração marginal foram dimensionadas com uma lupa estereoscópica e ocular milimetrada. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e os resultados encontrados permitiram que os autores concluíssem que as infiltrações observadas nos cimentos obturadores foram diferentes entre si, sendo as maiores relacionadas ao cimento *Fill Canal* e as menores com o *Apexit*.

Bonetti Filho et al. (1995) pesquisaram o grau de selamento apical observado após obturações com os cimentos endodônticos *Sealer 26* e *Ketac-Endo*, comparando-os a um cimento tradicional à base de óxido de zinco eugenol (*Fill Canal*). Para isso, instrumentaram 39 incisivos centrais superiores com limas tipo K, até que a de # 50 ultrapassasse o forame apical em 1 mm, sendo o preparo de cada canal radicular realizado sob irrigação com 10 ml de líquido de Dakin. Cones padronizados n.º 50 foram adaptados nos canais, sendo cortados ao nível dos forames apicais, e em seguida os dentes foram divididos em três grupos e obturados pela técnica da condensação lateral. No grupo 1 utilizou-se o cimento *Fill Canal*; no grupo 2, *Ketac-*

*Endo* e no grupo 3, *Sealer 26*. As aberturas coronárias foram seladas com *Cimpat* e os espécimes foram radiografados para a análise da qualidade da obturação. Em seguida, os dentes foram impermeabilizados com duas camadas de esmalte para unhas além de imersão em cera derretida e depois de 5 horas foram colocados em recipientes com corante azul de metileno a 2%, sendo mantidos em estufa a 37° C por 24 horas. Decorrido esse período, a amostra foi lavada, as camadas de impermeabilizantes foram removidas e os espécimes foram cortados longitudinalmente no sentido vestibular e lingual. As manchas deixadas pela infiltração do corante foram medidas e a média das mesmas, para cada dente, foram tabuladas. Os resultados da avaliação estatística permitiram concluir que o cimento *Sealer 26* apresentou a melhor capacidade seladora, com infiltração média de 0,51 mm, seguido do cimento *Fill Canal*, com 1,45 mm, e do cimento *Ketac-Endo*, com 3,55 mm de infiltração.

Fachin; Sperb; Kohler (1995) submeteram 40 incisivos inferiores com canais únicos a processos de desmineralização e diafanização, com o objetivo de investigar a capacidade seladora de três diferentes cimentos obturadores. Os espécimes foram seccionados na junção cimento-esmalte e neles procedeu-se à instrumentação escalonada, a partir de 1mm aquém do forame, mantendo a lima # 30 como instrumento apical, e utilizando as Gates-Glidden # 1, 2 e 3, para complementar o preparo dos terços médio e cervical dos canais radiculares. Simultaneamente, foram realizadas irrigações com NaOCl a 1%. Posteriormente, os dentes foram divididos em quatro grupos sendo obturados pela técnica da condensação lateral, com cones de guta-percha associados aos seguintes cimentos: *Fill Canal* (grupo 1), *Sealer 26* (grupo 2) e *N-Rickert* (grupo 3). No último grupo, a guta-percha foi empregada sem cimento e

serviu como controle. Terminada a obturação, a porção cervical de cada raiz foi selada com *Cavit* e os espécimes foram mantidos em 100% de umidade por 3 semanas. As raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas, exceto nos 2 mm apicais, sendo então imersas em corante nankin por 72 horas. Decorrido este período, as raízes foram lavadas e submetidas a processos de desmineralização com ácido nítrico e de diafanização com salicilato de metila. A penetração linear do corante no interior de cada canal foi medida com régua milimetrada, a partir do vértice do forame, e os dados amostrais foram anotados e submetidos à análise estatística. Os autores concluíram que o cimento obturador é fundamental para o selamento apical e que a infiltração apical é mais freqüente na interface material obturador/parede do canal. Observaram ainda, diferenças estatisticamente significativas na infiltração apical dos materiais estudados, sendo que o cimento *Sealer 26* apresentou a melhor capacidade seladora, seguido pelo cimento *N-Rickert* e pelo cimento *Fill Canal*.

Com o objetivo de analisar o selamento marginal obtido após a obturação de canais radiculares com quatro diferentes cimentos obturadores à base de hidróxido de cálcio, Holland et al. (1996) empregaram 50 dentes humanos unirradiculares. Todos os elementos da amostra tiveram suas coroas eliminadas e neles foram realizados os preparos biomecânicos sendo que o limite de manipulação localizou-se a 1 mm aquém do forame apical, com dimensão correspondente a uma lima tipo k # 40. Em seguida, procederam-se a preparos escalonados até uma lima # 80, associando-se irrigações freqüentes com solução de Milton durante todos esses procedimentos. Posteriormente, os dentes foram impermeabilizados externamente com duas camadas de *Araldite*, com

exceção do forame apical. A amostra foi dividida em grupos e os espécimes foram obturados pela técnica da condensação lateral, empregando-se cones de guta-percha e os seguintes cimentos obturadores experimentais: a- *Sealapex*; b- *CRCS*; c- *Sealer 26*; d- *Apexit*. Como grupo controle foi usado o cimento de óxido de zinco e eugenol. Após a obturação, as porções coronárias das raízes foram seladas com *Araldite* e os espécimes foram radiografados para avaliação da obturação. Os dentes permaneceram com os ápices mergulhados em água por 24 horas e foram imersos em solução de azul de metileno a 2%, em ambiente de vácuo. Decorridas 12 horas, os espécimes foram lavados, secos e cortados ao meio, no sentido longitudinal, e, com o auxílio de uma lupa estereoscópica e ocular milimetrada, mediram-se as infiltrações marginais ocorridas. Após a análise estatística dos resultados, os pesquisadores concluíram que os cimentos à base de hidróxido de cálcio exibiram melhor vedamento dos canais radiculares do que o cimento de óxido de zinco e eugenol; e dentre eles, o *Sealapex*, *Apexit* e o *Sealer 26* mostraram resultados semelhantes entre si e menor percolação do que o *CRCS*.

Tanomaru Filho et al. (1996) conduziram um experimento para avaliar o selamento marginal proporcionado pelo cimento *Sealer 26* comparativamente aos cimentos *Sealapex* e de óxido de zinco e eugenol (OZE). Após a abertura coronária e odontometria, 30 caninos superiores humanos tiveram suas aberturas foraminais padronizadas pela instrumentação a 1 mm além dos ápices, com uma lima # 30. O preparo biomecânico foi realizado sob irrigação com soro fisiológico, instrumentando-se os canais até a lima # 50, com a qual foi confeccionado o degrau apical. A partir daí, complementou-se a formatação através da técnica telescópica. As superfícies dentárias

externas foram impermeabilizadas com uma camada de *Araldite* e uma de esmalte para unhas, respeitando-se a distância de 1 mm do forame apical e da abertura coronária. Depois de preparados, os espécimes foram divididos aleatoriamente em três grupos e os canais foram obturados pela técnica clássica com cone único de guta-percha e cada um dos cimentos pesquisados (grupo I- *Sealer 26*, grupo II- *Sealapex*, grupo III- OZE). Posteriormente, a impermeabilização foi complementada na porção coronária e a amostra foi imersa em solução de azul de metileno a 2%, onde permaneceram por sete dias, a 37°C. Após esse período, os dentes foram lavados, as impermeabilizações foram retiradas e os elementos foram seccionados longitudinalmente, sendo as hemiseções examinadas através de microscópio com ocular milimetrada. A análise estatística dos valores obtidos revelou que o cimento *Sealer 26* mostrou-se estatisticamente superior quanto ao selamento apical, quando comparado ao *Sealapex* e OZE.

Soares & Bristot (1996) pesquisaram a capacidade seladora dos cimentos *Apexit*, *Sealer 26* e de óxido de zinco e eugenol (OZE) quando empregados em obturações de canais radiculares. Para o experimento, foram selecionados 30 dentes incisivos centrais superiores humanos e neles, após a abertura coronária e odontometria, foi realizada uma sobreinstrumentação, a 1 mm além do forame apical, utilizando-se uma lima # 25. Para a confecção do “stop” apical, localizado 2 mm aquém do comprimento real de cada dente, foram empregados três instrumentos, a partir do primeiro que se ajustou no canal (na maioria dos casos, os de # 35, 40 e 45). Os terços médio e cervical foram modelados com brocas Gates-Glidden # 1 e 2. Durante o preparo biomecânico, os espécimes foram irrigados com água destilada e na última

irrigação foi utilizada solução de EDTA. Em seguida, os canais foram secos e divididos em três grupos, sendo obturados pela técnica da condensação lateral, variando-se o cimento como se segue: grupo I- *Apexit*, grupo II- *Sealer 26* e grupo III- OZE. Após as obturações, as cavidades de acesso foram seladas com IRM e as superfícies externas das raízes foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, deixando livre os forames apicais. Os ápices dos dentes permaneceram imersos em corante azul de metileno a 2%, por sete dias, a 37°C e com 100% de umidade. Posteriormente, as raízes foram lavadas, a impermeabilização foi removida e os espécimes foram seccionados e examinados com uma lupa estereoscópica e grade milimetrada. Com base nos resultados encontrados, os pesquisadores constataram que todos os cimentos avaliados permitiram infiltração do corante e que embora houvesse equivalência estatística entre eles, o cimento *Apexit* foi o que apresentou o menor grau de infiltração, seguido do cimento *Sealer 26* e do cimento de OZE .

Sessenta e quatro dentes anteriores unirradiculares humanos foram usados em uma pesquisa por Rohde et al. (1996), para um estudo comparativo sobre a microinfiltração apical associada a diferentes cimentos endodônticos. Inicialmente, as coroas dos dentes foram seccionadas na junção cimento-esmalte e cada canal foi instrumentado pela técnica escalonada, utilizando três limas maiores do que a primeira que atingisse o comprimento de trabalho, localizado a 1 mm do forame apical. A instrumentação foi considerada completa quando um espaçador digital "B" pudesse ser colocado a 1 mm do comprimento de trabalho, sendo todos esses procedimentos realizados sob irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25%. Posteriormente, quatro raízes foram obturadas por condensação lateral de guta-percha sem cimento. Duas

delas serviram como controle negativo, sendo totalmente recobertas com duas camadas de esmalte para unhas. As outras duas raízes receberam a cobertura de esmalte, exceto em seus 2 mm apicais e foram tomadas como o grupo controle positivo. Os 60 espécimes restantes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos e obturados como se segue: grupo 1- condensação lateral de gutapercha e cimento *Roth 801*; grupo 2- condensação lateral de gutapercha e cimento *AH 26*; grupo 3- condensação lateral de gutapercha e cimento *Ketac-Endo*; grupo 4- cone único de gutapercha e cimento *Ketac-Endo*. Depois das obturações, as raízes foram seladas na região coronária com *Cavit* e mantidas em tubos a 37°C, em 100% de umidade. Depois de oito dias, todas elas foram secas e recobertas com duas camadas de esmalte para unhas, exceto nos seus 2 mm apicais, e juntamente com os grupos controle, foram colocadas em solução de azul de metileno a 1%, por 6 dias. Decorrido esse tempo, os espécimes foram lavados e seccionados longitudinalmente e cada secção foi examinada sob microscópio estereoscópico, com 6X de aumento. A infiltração linear foi medida do ápice até a maior extensão coronária de penetração do corante. Como conclusão dos resultados obtidos e analisados estatisticamente, os autores afirmaram que o cimento *Roth 801* e o *AH 26* apresentaram menor penetração apical de corante que o cimento *Ketac-Endo*, sendo que os dois métodos de condensação empregados com o cimento ionômero de vidro não tiveram nenhuma influência sobre esses achados.

Antônio & Moura (1997) compararam o grau de infiltração marginal apical do corante azul de metileno em 95 dentes incisivos centrais superiores humanos extraídos, obturados com cones de gutapercha e quatro diferentes cimentos endodônticos. Após

a abertura coronária e odontometria dos espécimes, padronizou-se a abertura foraminal através de sucessivos alargamentos da região apical, até que uma lima tipo K # 30 ultrapassasse em 2 mm o forame de cada um dos dentes. Em seguida, o preparo apical foi realizado com limas # 35 a # 50, 1mm aquém do vértice apical, na presença de creme *Endo-PTC* e solução de hipoclorito de sódio a 1%. Posteriormente, procedeu-se à impermeabilização externa do terço apical com *Super Bonder*, exceto na abertura do forame. A amostra foi então distribuída em quatro grupos experimentais (20 elementos cada) e três grupos controle (5 espécimes cada). Nos primeiros, os dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral, com cones de guta-percha e cada um dos cimentos obturadores selecionados (*N-Rickert*, *AH-26*, *Sealapex* e *Ketac-Endo*). Finalizadas as obturações, a impermeabilização externa da região coronária das raízes foi concluída com *Super Bonder*. No grupo controle negativo, os dentes não foram obturados e foram totalmente impermeabilizados externamente. No grupo controle positivo, os dentes não foram obturados e no grupo controle sem cimento, os canais foram obturados apenas com cones de guta-percha principal e secundários sendo que em ambos a impermeabilização externa das raízes foi igual a dos grupos experimentais. A seguir, os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5% (pH 7,2) onde foram mantidos por 72 horas a 37°C. Decorrido esse prazo, os dentes foram incluídos em gesso-pedra e os blocos obtidos sofreram desgastes até que toda a obturação fosse visualizada. Para o estudo da infiltração do corante no terço apical, foi empregado um sistema computadorizado de imagens, avaliando-se a relação percentual entre a área corada da raiz e o restante da estrutura dental. Após análise estatística, os resultados mostraram que o cimento *N-Rickert* apresentou as menores

médias de infiltração apical de corante seguido pelos cimentos *AH26*, *Sealapex* e *Ketac-Endo*.

Uma avaliação do selamento apical proporcionado por três cimentos obturadores foi conduzida por De Almeida et al. (2000) em 99 incisivos centrais superiores extraídos. Após o acesso coronário, os dentes foram preparados com limas Nitiflex até que a lima # 55 alcançasse 2 mm além do forame apical. Todo o preparo biomecânico foi feito sob irrigação com hipoclorito de sódio a 0,5% e ao final os canais foram lavados com solução de EDTA a 14,3%. Cones de guta-percha padronizados n.º 55 foram introduzidos nos canais e as porções excedentes além da região apical foram removidas com lâmina de bisturi. Os espécimes foram divididos em três grupos e foram obturados pela técnica da condensação lateral empregando-se no grupo 1, um cimento à base de óxido de zinco e eugenol (*Fill Canal*); no grupo 2, um cimento à base de ionômero de vidro (*Ketac- Endo*) e no grupo 3, um cimento à base de resina epoxi (*AH Plus*). Depois da obturação, as cavidades de acesso foram seladas com *Cimpat* e os dentes foram cobertos com esmalte de unhas, exceto no milímetro final, circundando a área foraminal. Depois de 24 horas, a amostra foi imersa em solução de azul de metileno a 2% em ambiente a vácuo, por 24 horas. Decorrido esse período, os espécimes foram lavados e seccionados longitudinalmente, sendo estudados por dois examinadores simultaneamente, através de um *Profile Projector* com aumento de 20X, avaliando-se os dentes quanto à máxima penetração do corante e à média entre a máxima e a mínima infiltração. Depois que os resultados foram examinados estatisticamente, os autores concluíram que o cimento *AH Plus* foi o que apresentou a melhor qualidade seladora entre os produtos testados e que os cimentos *Fill Canal* e

*Ketac-Endo* foram menos eficientes, embora não tenha sido verificada diferença estatística entre os dois últimos cimentos.

A proposta da pesquisa realizada por Tanomaru Filho et al. (2001) foi analisar a capacidade seladora do cimento *Sealer 26*, quando manipulado em diferentes proporções pó/resina. Neste estudo, 40 incisivos centrais superiores foram instrumentados com limas tipo K, até o diâmetro # 25, 1 mm além do comprimento obtido na odontometria. A seguir, recuou-se 1 mm do comprimento total do dente, sendo o preparo realizado até uma lima # 50, seguido pelo escalonamento com recuo progressivo até uma lima K # 80, sob irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Após o preparo biomecânico, as raízes foram impermeabilizadas externamente com uma camada de *Araldite* e uma outra de esmalte para unhas, exceto no 1 mm ao redor do forame apical. Depois de completada essa fase, os canais foram preenchidos com solução de EDTA, que foi mantida sob agitação por 3 minutos. Posteriormente à secagem dos condutos, cones de guta-percha foram selecionados, sendo os dentes divididos em quatro grupos e obturados pela técnica da condensação lateral. Nos três primeiros grupos, utilizou-se o cimento *Sealer 26* nas obturações, variando-se a proporção pó/ resina, da seguinte forma: grupo I – 2 : 0,7 (peso), grupo II – 2 : 1,1 (peso), grupo III – 2 : 1,5 (peso). No quarto grupo, considerado como controle, foi empregado o cimento endodôntico *Fill Canal*. Após o término das obturações, os dentes foram radiografados e imersos em solução de azul de metileno a 2%, por 48 horas, em ambiente a vácuo. Decorrido esse período, a camada impermeabilizante foi removida, os dentes foram seccionados longitudinalmente e examinados quanto à infiltração

marginal ao longo da obturação. Os pesquisadores constataram que as diferentes consistências do cimento *Sealer 26* levaram a alterações da capacidade seladora desse material sendo que as proporções normal e mais fluida apresentaram melhor selamento apical quando comparadas ao *Fill Canal*.

O propósito do experimento de Siqueira Júnior; Rôças; Valois (2001) foi o de comparar a capacidade de selamento apical apresentada por cinco diferentes cimentos endodônticos. Inicialmente, os autores selecionaram 75 dentes pré-molares humanos extraídos e, após estabelecer o comprimento dos mesmos, padronizaram o diâmetro do forame apical alargando-os até uma lima # 25. A instrumentação dos canais foi realizada estendendo a preparação apical até uma lima # 50 e associando-se um escalonamento com brocas Gates-Glidden # 2 e 3. Durante estes procedimentos, os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2% e ao final a “smear-layer” foi removida pela irrigação com solução de EDTA seguida de hipoclorito de sódio. Posteriormente, os dentes foram divididos em cinco grupos experimentais e a obturação dos espécimes foi realizada pela técnica da condensação lateral utilizando os seguintes cimentos: *Kerr Pulp Canal Sealer EWT*, *Endofill*, *Thermaseal*, *Sealer 26* e *AH Plus*. Em seguida, os elementos da amostra foram impermeabilizados com duas camadas de esmalte para unhas, deixando os 2 a 3 mm apicais descobertos e foram mantidos por 2 dias, a 37°C em 100% de umidade. Posteriormente, os dentes foram imersos em solução contendo tinta nankin e soro fetal bovino, a 37°C, sendo deixados nestas condições por 5 dias. Decorrido este período, os espécimes foram lavados, as impermeabilizações foram removidas e procedeu-se aos processos de

desmineralização (com ácido nítrico a 10%) e desidratação (com banhos de álcool em concentrações crescentes) dos elementos. Finalmente, os dentes foram transferidos para resina, para clareamento e armazenamento. A extensão da penetração de corante foi examinada sob estereomicroscópio e os dados obtidos foram analisados através de testes estatísticos. Os resultados mostraram que as médias de infiltração dos cimentos foram (da menor para a maior): *Sealer 26*, *AH Plus*, *Kerr Pulp Canal Sealer EWT*, *Thermaseal* e *Endofill*. Os pesquisadores concluíram que nenhum cimento estudado mostrou selamento absoluto, mas o cimento *Sealer 26* apresentou infiltração significativamente menor que os outros produtos estudados.

O selamento apical promovido pelos cimentos endodônticos *Kerr Pulp Canal Sealer EWT*, *Endofill*, *Sealer 26* e *AH Plus*, foi avaliado por Valois & Castro (2002) em 40 pré-molares inferiores humanos. Inicialmente, cada um dos dentes teve seu forame apical padronizado, através da inserção de uma lima K # 25, 1 mm além do referido ponto anatômico sendo o comprimento de trabalho calculado a 2 mm aquém dessa medida. Os espécimes foram preparados de acordo com a técnica dos Movimentos de Rotação Alternada sendo instrumentados em sua porção apical até uma lima K # 40. Todo o preparo biomecânico foi acompanhado de irrigação com hipoclorito de sódio a 2% e ao final realizou-se uma irrigação com EDTA por 3 minutos, seguido de 10 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. Após a instrumentação, as superfícies externas dos dentes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas e a amostra foi aleatoriamente dividida em quatro grupos de 10 raízes cada. No grupo I, os canais foram obturados com o cimento *Kerr Pulp Canal Sealer EWT*; no grupo II com o cimento

*Endofill*; no grupo III com o cimento *Sealer 26* e no grupo IV com o cimento *AH Plus*. Em todos os grupos foi utilizada a técnica da condensação lateral. Posteriormente, os dentes foram armazenados por 2 dias em 100% de umidade e a 37°C e, após esse período, uma camada de esmalte para unhas foi aplicada na superfície coronária dos espécimes. A amostra foi mantida em recipiente contendo tinta nankin a 37°C por mais 5 dias. Decorrido esse tempo, os dentes foram lavados e após a remoção da camada impermeabilizante, os elementos foram submetidos ao processo de diafanização. Para medir a infiltração marginal da tinta nankin, os espécimes foram observados em estereomicroscópio com tela milimetrada, medindo-se a infiltração marginal do corante desde o batente apical até a maior extensão de penetração linear do mesmo. Os resultados foram avaliados e permitiram concluir que não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos estudados.

Silveira et al. (2003) empregaram 120 dentes incisivos centrais superiores em uma pesquisa com o objetivo de avaliar o selamento apical do cimento *Sealer Plus*, assim como também verificar o efeito do curativo de demora na infiltração apical, após obturação de canais radiculares. Os dentes foram padronizados quanto ao comprimento e abertura foraminal e o preparo biomecânico foi realizado de acordo com a técnica escalonada com recuo progressivo programado sob irrigação com hipoclorito de sódio a 0,5%, até que uma lima # 50 atingisse o batente apical, determinado a 1 mm do comprimento do dente. Após uma irrigação final com solução de EDTA seguida de solução de hipoclorito de sódio, os elementos foram distribuídos em sete grupos. Nos grupos I e III, os dentes foram submetidos somente ao preparo biomecânico e nos grupos II e IV, após a instrumentação, os elementos receberam um curativo com

hidróxido de cálcio, que permaneceu por sete dias. Depois disto, todos os espécimes foram impermeabilizados com três camadas de esmalte para unhas, sendo que nos elementos dos grupos I, II, III, IV e V, deixou-se descoberta a área de 1 mm ao redor do forame apical e nos espécimes do grupo VI e VII, a região apical foi inteiramente recoberta. Decorrido o período de 48 horas, os dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral ativa utilizando cones de guta-percha e o cimento *Sealer Plus* (nos grupos I, II e VI), cones de guta-percha e cimento *Fill Canal* (nos grupos III, IV e VII), e cones de guta-percha sem cimento endodôntico (no grupo V). Em seguida, a amostra foi mergulhada em solução de azul de metileno a 2%, em ambiente de vácuo, aí permanecendo por 24 horas. Posteriormente, os espécimes foram lavados, secos e após a remoção das impermeabilizações, foram realizados desgastes longitudinais na faces vestibular e palatina, sendo as raízes fraturadas em seu longo eixo. As secções obtidas foram examinadas com perfilômetro e os resultados foram estudados estatisticamente, permitindo aos autores concluir que a infiltração apical não foi dependente do emprego do curativo de demora e que os cimentos endodônticos utilizados apresentaram resultados similares quanto à infiltração apical.

### 3 PROPOSIÇÃO

Diante dos questionamentos expostos e dos dados disponíveis na revisão de literatura, neste trabalho nos propusemos a:

- avaliar a capacidade seladora de dois novos cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol (*Intrafill* e *Target*), quando utilizados na obturação de canais radiculares, através da análise da infiltração apical de corante azul de metileno;
- comparar a capacidade seladora desses materiais com um outro representante da mesma categoria de cimentos (*Endofill*) e com um cimento resinoso (*Sealer 26*), quando empregados no mesmo tipo de experimento.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Cem incisivos centrais superiores recém-extraídos de humanos devido à perda avançada de seus periodontos de inserção e sustentação foram empregados nessa pesquisa, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas. Os elementos foram lavados e colocados em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 24 horas, para a remoção de debris orgânicos, sendo depois conservados em solução de hipoclorito de sódio a 1,0% e glicerina (proporção 1:9).

Os espécimes foram radiografados no sentido orto-radial e através da análise das imagens obtidas descartaram-se aqueles que apresentassem calcificações intensas, ramificações volumosas, fraturas radiculares ou canais obturados.

Uma morsa foi utilizada para fixação dos dentes, desde os procedimentos de preparo intracoronário até a fase final de selamento dos espécimes.

As aberturas das câmaras pulpares foram executadas nas faces palatinas com brocas de alta-rotação nº. 1557 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda. - Barueri - SP) sob refrigeração, sendo empregadas também brocas esféricas de baixa-rotação nº. 4 e 6 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda. - Barueri - SP), para a remoção de retenções intracoronárias.

A patência dos canais foi verificada com a introdução de uma lima tipo K # 10 (CC - Cord – United Dental Manufacturers -Tulsa - USA), com um cursor de borracha como limitador de penetração, até que a ponta do instrumento fosse visualizada no forame apical. O limitador de penetração era então posicionado tocando a borda incisal da coroa dentária e a distância entre a ponta da lima e o cursor de borracha, era

anotada. Visando a padronização da amostra, foram selecionados os elementos que apresentassem um comprimento de 21 mm, sendo essa medida considerada como o comprimento de patência do canal - CPC (DE DEUS, 1992). Os dentes que excederam essa medida tiveram suas coroas desgastadas com brocas de alta-rotação nº. 1557, até obter-se o comprimento padrão, e os que se apresentaram mais curtos, foram substituídos por outros espécimes.

Para que as dimensões dos forames apicais também fossem padronizadas, todos os dentes foram sobreinstrumentados em 1mm com uma lima tipo K # 30 e aqueles que possuíam forames apicais de diâmetros maiores foram excluídos da amostra, sendo substituídos por outros elementos.

Subtraindo-se um milímetro do valor padronizado como CPC, definiu-se então o Comprimento de Trabalho Real (CTR) em 20 mm e essa medida foi usada durante os procedimentos seguintes.

A instrumentação dos canais radiculares foi realizada de acordo com a Técnica de Oregon Adaptada (DE DEUS, 1992) a qual utiliza o princípio de instrumentação no sentido coroa-ápice, sem pressão. Durante todo esse processo e especialmente a cada troca de instrumentos e brocas, associou-se uma irrigação com 1 ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Lenzafarm - Lenza Farmacêutica Ltda. - Belo Horizonte - MG), utilizando-se para isso uma seringa descartável de 5 ml e agulha gauge 23.

O preparo mecânico dos condutos foi realizado com limas tipo K (CC - Cord - United Dental Manufacturers - Tulsa - USA) sendo que cada série de instrumentos foi empregada na preparação de dez canais, sendo substituída em seguida.

A técnica de instrumentação utilizada foi composta das seguintes fases:

a- Obtenção do Comprimento de Trabalho Provisório (CTP):

Na referida técnica, essa fase constitui-se de um cálculo, baseado na medida do comprimento do dente na radiografia (CDR), desde um ponto de referência externo na coroa até o ápice radiográfico. Do valor apurado subtrai-se 1 mm, obtendo-se então o comprimento de trabalho provisório (CTP).

Nesse experimento, o referido cálculo foi desnecessário visto que o comprimento de patência do canal (CPC) já havia sido definido quando da verificação da patência do forame apical.

b- Acesso Radicular:

Inicialmente, uma lima tipo K # 35, com um cursor de borracha marcando a medida de 2/3 do CTR, foi trabalhada no canal radicular, executando-se movimentos oscilatórios, sem “stroke” (deslocamentos longitudinais verticais do instrumento). Em seguida, utilizamos a broca Gates-Glidden (GG) # 2 (Maillefer Instruments- Ballaigues-Swiss), com a mesma medida empregada anteriormente, e seqüencialmente, as brocas GG # 3 e # 4 foram acionadas recuando-se 2 mm em cada uma delas, em relação à medida utilizada na broca antecessora.

c- Obtenção do Comprimento de Trabalho Real (CTR):

Nesta etapa, em condições clínicas, determina-se seguramente o comprimento real do dente após a introdução, em ordem decrescente, das limas tipo K # 35 / 40 a # 15, com a medida do CTP, trabalhando-as com movimentos oscilatórios, sem “stroke” e sem forçar. Assim que o primeiro instrumento atingir o CTP, faz-se uma tomada radiográfica e, após a análise da imagem obtida, o CTR é estabelecido.

Conforme mencionado anteriormente neste trabalho, essa medida já havia sido definida em 20 mm, não sendo prevista a execução dessa fase.

d- Preparo Radicular:

Todas as limas, de # 80 a # 15, tiveram seus cursores posicionados com a medida do CTR, e nessa etapa cada canal radicular foi dilatado no sentido coroa-ápice com ordem decrescente de instrumentos. Iniciamos a instrumentação com a lima # 40, realizando movimentos oscilatórios, sem “stroke” e sem forçar, sendo os próximos instrumentos de menor diâmetro empregados da mesma forma, até a primeira lima alcançasse o CTR. Tomou-se então uma nova seqüência decrescente de limas, iniciando-se pela # 45, até que um novo instrumento alcance o CTR. Este procedimento de uso seqüencial decrescente de limas, realizando os movimentos descritos, foi continuado até que a lima # 50 atingisse o CTR. Qualquer dente, cujo diâmetro da porção apical do canal permitisse o emprego de um instrumento maior do que o de uma lima # 50 foi descartado e substituído por outro espécime.

e- Limpeza do forame apical:

Para se certificar da limpeza do milímetro final do canal, que não foi incluído na instrumentação, procedeu-se à passagem de uma lima # 30 através do forame apical, utilizando-se para isso, a medida do CPC, sob irrigação abundante com hipoclorito de sódio a 2,5%.

Posteriormente, realizou-se uma divisão aleatória da amostra distribuindo-a em cinco grupos (quatro grupos experimentais e um grupo controle), com 20 elementos cada. O grupo controle foi sub-dividido em dois grupos de 10 elementos, que constituíram os grupos controle positivo e controle negativo.

Procedeu-se então à impermeabilização das superfícies externas dos espécimes que iriam compor os quatro grupos experimentais e o grupo controle positivo, recobrando-se todas as superfícies dentárias, excetuando-se a área dos 2 mm apicais.

No grupo controle negativo, os dentes foram totalmente impermeabilizados, inclusive na região do forame apical.

A metodologia utilizada para o procedimento de impermeabilização seguiu as orientações de Vaz et al. (1992), sendo empregada na seguinte seqüência:

- inicialmente , um palito de madeira (palito para dentes) foi introduzido no interior de cada canal com o objetivo de facilitar o manuseio e a aplicação longitudinal dos materiais impermeabilizantes,
- com o auxílio de um outro palito de madeira, aplicou-se uma camada de *Araldite Hobby* (Brascola Ltda. - São Bernardo do Campo - SP) aguardando-se o tempo de secagem de 10 minutos, de acordo com as especificações do fabricante,
- após esse tempo, uma segunda camada impermeabilizadora foi aplicada, agora empregando-se esmalte para unhas Risqué (Niasi S/A - Taboão da Serra - SP), de cor vermelha, obedecendo-se o tempo de secagem de 40 minutos.

Durante cada período de secagem, os palitos usados para manuseio foram fixados numa placa de cera utilidade.

Ao final desse processo, a patência de todos os forames apicais foi novamente verificada introduzindo-se uma lima # 30 através dos mesmos.

Antes que os procedimentos de obturação endodôntica fossem iniciados, cada canal radicular foi preenchido com solução aquosa de EDTA a 17% (Lenzafarm – Lenza Farmacêutica Ltda. - Belo Horizonte - MG), a qual foi mantida sob agitação com uma lima # 45 por 3 minutos. Seguiu-se uma nova irrigação com 10 ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, objetivando a remoção da “smear layer”.

Cones de guta-percha padronizados nº. 50 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda. - Petrópolis - RJ) foram selecionados como cones principais para uso na obturação endodôntica dos dentes. Qualquer espécime que necessitasse de um cone nº. 55 para seu correto vedamento apical, foi excluído da amostra, sendo substituído por outro dente. Cada cone foi levado ao canal radicular devendo alcançar o limite apical de obturação (CTR), mostrar-se firme, com travamento e sem distorções. Para que se obtivesse o travamento desejado, em alguns casos foram necessários acertos com cortes das pontas dos cones, realizados com lâmina de barbear. Uma radiografia de cada espécime foi tirada, com o cone escolhido posicionado, para assegurar o seu correto posicionamento.

Todos os canais radiculares, excetuando-se os espécimes do grupo controle, foram obturados com cones de guta-percha e cimentos obturadores, utilizando-se a técnica da Condensação Lateral como descrita por De Deus (1992).

Para a obturação dos canais radiculares dos grupos experimentais foram empregados os seguintes cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol: grupo I - *Intrafill* (S.S. White Artigos Dentários Ltda - Rio de Janeiro - RJ), grupo II - *Endofill* (Dentsply Indústria e Comércio Ltda - Petrópolis - RJ) e grupo III - *Target* (Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos - Belo Horizonte - MG). No grupo IV, os espécimes foram obturados com um cimento resinoso - *Sealer 26* - (Dentsply Indústria e Comércio Ltda. - Petrópolis - RJ). A composição química dos cimentos conforme informações de seus respectivos fabricantes é apresentada no ANEXO.

Os cimentos obturadores foram manipulados em placa de vidro de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes, cuidando para que cada mistura fosse homogênea.

Uma vez escolhidos os cones principais de guta-percha, os canais radiculares de cada grupo experimental foram secos com pontas de papel absorvente nº. 50 (Tanari - Tanariman Industrial Ltda. - Manacapuru - AM). Em suas paredes foram pinceladas pequenas porções do cimento obturador designado para aquele grupo, com o auxílio de uma lima tipo K # 45. Logo em seguida, o cone principal de guta-percha foi lubrificado com cimento e introduzido com movimentos firmes e curtos de vai e vem e de penetração, até que atingisse o limite apical desejado (CT). Realizou-se então a condensação lateral com o auxílio de espaçadores digitais A e B (Dentsply / Maillefer Instruments - Ballaigues - Swiss), introduzidos entre o cone principal e as paredes do canal com movimentos de penetração no sentido apical, seguindo-se o preenchimento do espaço obtido com cones de guta-percha secundários "Fine" (Tanari - Tanariman Industrial Ltda. - Manacapuru - AM). Essa manobra foi repetida colocando-se mais cones secundários, até que a extensão lateral do canal estivesse totalmente preenchida.

Em seguida, procedeu-se ao corte do excedente de cones do interior da câmara pulpar com o instrumento de Lucas (Odous Instrumentos Ltda. - Belo Horizonte - MG), previamente aquecido ao rubro. Ainda com este instrumento, foi feita uma compressão vertical com o lado correspondente ao condensador.

Finalizada a obturação dos canais radiculares, todos os dentes foram radiografados na posição ortorradial e angulada (mesio-distal), com os mesmos tempos

de exposição e métodos de processamento utilizados para a tomada radiográfica inicial, para que uma avaliação da qualidade da obturação executada fosse realizada.

Os espécimes do grupo controle positivo foram obturados com os cones principais e secundários, de forma semelhante àquela utilizada para os grupos experimentais, porém sem o uso associado de qualquer cimento endodôntico. Este grupo foi utilizado com o objetivo de se verificar a capacidade de penetração do corante. No grupo controle negativo, os dentes não foram obturados e foram empregados para se testar se os materiais impermeabilizadores eram capazes de impedir a penetração do corante.

Após a colocação de uma bolinha de algodão na entrada dos canais radiculares, todos os espécimes da amostra tiveram suas aberturas coronárias seladas com cimento à base de óxido de zinco e eugenol de presa rápida (*Pulposan* – S.S.White Artigos Dentários Ltda. - Rio de Janeiro - RJ) e ainda foram recobertas com uma camada de *Araldite Hobby* (Brascola Ltda. - São Bernardo do Campo - SP) e uma de esmalte para unhas, conforme metodologia já descrita.

Logo a seguir, os dentes foram imersos em recipientes contendo solução de azul de metileno a 2% - tamponado pH 7,2 (Lenzafarm – Lenza Farmacêutica Ltda. - Belo Horizonte - MG) e foram mantidos em estufa de cultura bacteriológica (Fanen - São Paulo - SP) a 37°C, por 72 horas.

Decorrido o prazo determinado para exposição ao agente traçador, os espécimes foram lavados em água corrente por 24 horas, secos à temperatura ambiente por outras 24 horas e tiveram as camadas impermeabilizantes removidas com lâmina de bisturi nº 15 (Huaiyin Medical Instruments Factory - Huaiyin - Jiangsu - China).

Posteriormente, foram realizados cortes longitudinais nas faces vestibular e palatina dos dentes, utilizando-se um disco flexível diamantado dupla face (ref. 7010 - KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda. - Barueri - SP), até aproximar-se da obturação. Com o auxílio de um alicate de corte, as raízes foram fraturadas em seu longo eixo, sendo divididas em duas hemi-partes.

As secções obtidas foram fixadas em um suporte de madeira com cera utilidade, de forma que as superfícies a serem analisadas ficassem voltadas para o examinador. Os corpos de prova foram examinados no CETEC - Fundação Tecnológica de Minas Gerais através de uma lupa estereomicroscópica Wild M-8 (Wild - Heerbrugg - Switzerland), com câmara digital com aumento de 6 X, acoplada a um sistema computadorizado de análise quantitativa.

A partir das imagens computadorizadas obtidas, selecionou-se para cada espécime, a hemi-parte que continha a obturação e a marca de infiltração marginal do corante de forma mais completa, nas regiões correspondentes aos terços apical e médio. Nestas secções, a distância entre o vértice do forame apical e o ponto de máxima penetração do corante no material obturador ou em sua interface com as paredes do canal radicular foi medida pelo pesquisador, através do “software” Image Pro Plus (Media Cybernetics - USA), sendo anotada em milímetros.

Os dados apurados foram dispostos em tabelas e submetidos às análises estatísticas visando verificar a existência de diferenças significativas entre os grupos estudados. Com esse objetivo, utilizou-se uma Análise de Variância e o teste de comparações múltiplas de médias de Duncan, considerando-se o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS

As infiltrações apicais em milímetros, ocorridas nos diferentes espécimes de todos os grupos experimentais encontram-se expressas na TABELA 1 .

**TABELA 1**

**Medidas de máxima penetração de corante nos cimentos endodônticos**

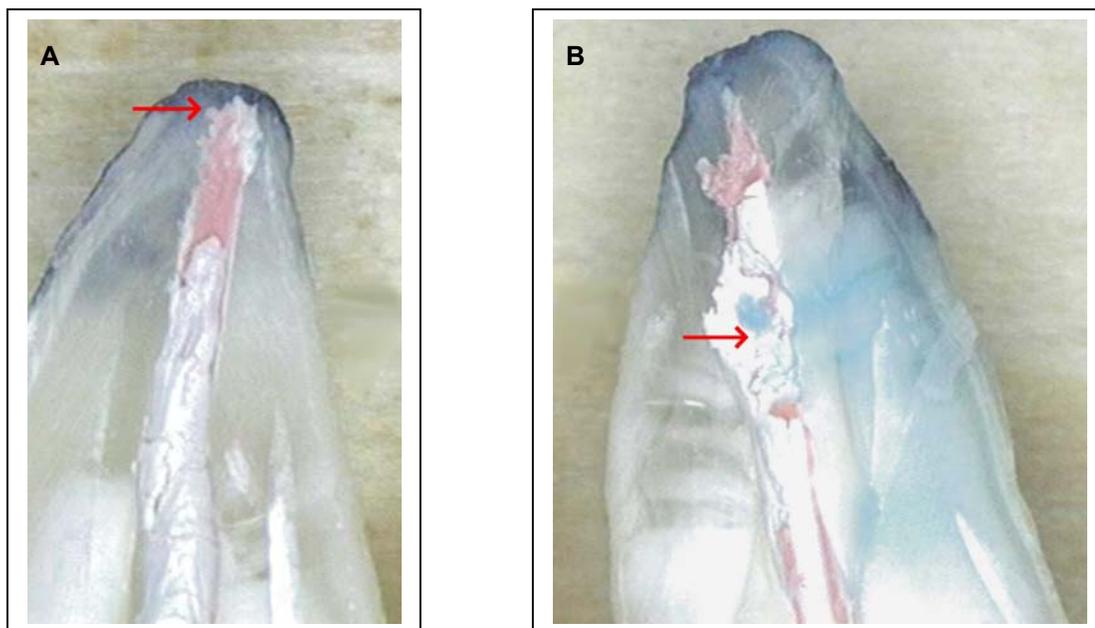
Dente Nº.	Grupo I <i>Intrafill</i>	Dente Nº.	Grupo II <i>Endofill</i>	Dente Nº.	Grupo III <i>Target</i>	Dente Nº.	Grupo IV <i>Sealer 26</i>
01	1,00	21	0,98	41	1,31	61	0,78
02	2,82	22	1,17	42	0,75	62	1,32
03	0,75	23	1,25	43	0,84	63	0,76
04	1,75	24	1,17	44	1,10	64	0,59
05	0,67	25	1,21	45	0,87	65	0,25
06	1,14	26	0,84	46	3,43	66	0,51
07	2,45	27	0,70	47	*	67	0,25
08	1,51	28	0,65	48	0,62	68	0,14
09	0,67	29	0,78	49	1,78	69	0,12
10	1,14	30	0,95	50	2,32	70	0,00
11	1,23	31	0,90	51	1,23	71	0,34
12	0,85	32	0,96	52	0,82	72	0,34
13	2,37	33	0,59	53	0,60	73	0,00
14	0,29	34	0,29	54	0,64	74	0,26
15	1,01	35	0,67	55	0,46	75	0,00
16	0,89	36	1,00	56	2,09	76	0,17
17	2,18	37	1,12	57	0,21	77	0,28
18	1,75	38	0,87	58	0,70	78	0,09
19	0,90	39	0,57	59	0,74	79	0,12
20	0,51	40	0,57	60	1,42	80	0,00
<i>TOTAL</i>	<i>25,88</i>	<i>TOTAL</i>	<i>17,24</i>	<i>TOTAL</i>	<i>21,93</i>	<i>TOTAL</i>	<i>6,32</i>
<i>MÉDIA</i>	<i>1,29</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>0,86</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>1,15</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>0,32</i>

\*elemento excluído da amostra

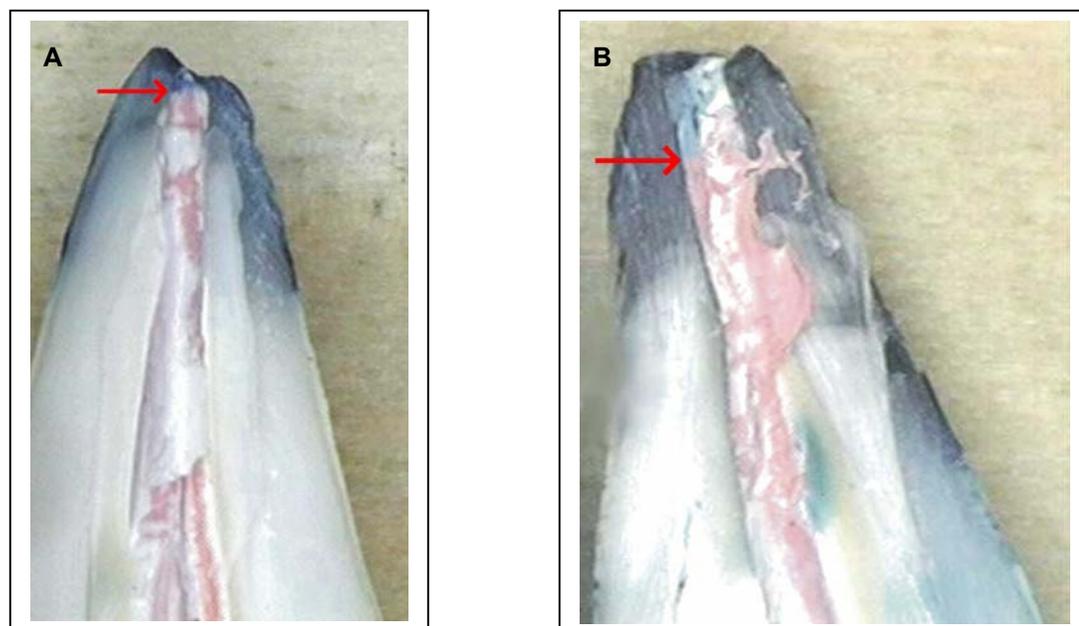
No grupo I, observamos que o cimento *Intrafill* obteve a média de 1,29 mm sendo 0,29 a menor distância alcançada pelo corante azul de metileno e 2,82 mm a maior. O cimento *Endofill* (grupo II) apresentou média de 0,86 mm, sendo 0,29 mm e 1,25 mm, respectivamente, a menor e a maior distância de penetração da solução marcadora. Para o cimento *Target* (grupo III), a média apurada foi de 1,15 mm, com o menor valor de infiltração de 0,21 mm e o maior de 3,43 mm. O cimento *Sealer 26* (grupo IV) obteve a média de 0,32 mm, sendo de 0,00 mm e 1,32 mm, as medidas de menor e maior penetração do corante nesse material. As figuras 1 a 4 ilustram a menor e maior distância alcançada pelo corante nos diversos grupos.

Um espécime do grupo III (cimento *Target*) foi excluído da amostra por aconselhamento estatístico, por apresentar uma medida de infiltração muito discrepante quando comparada aos demais valores obtidos. Tal fato, possivelmente, foi provocado pela presença de microtrincas, cimento danificado ou ramificações não detectáveis a olho nu e que se estenderam até os 2 mm apicais das raízes. Ressalta-se entretanto que essa exclusão não interfere com os resultados apresentados pela análise estatística e é um procedimento adotado por outros pesquisadores em situações semelhantes (SKINNER & HIMEL, 1987; LIMKANGWALMONGKOL et al., 1991).

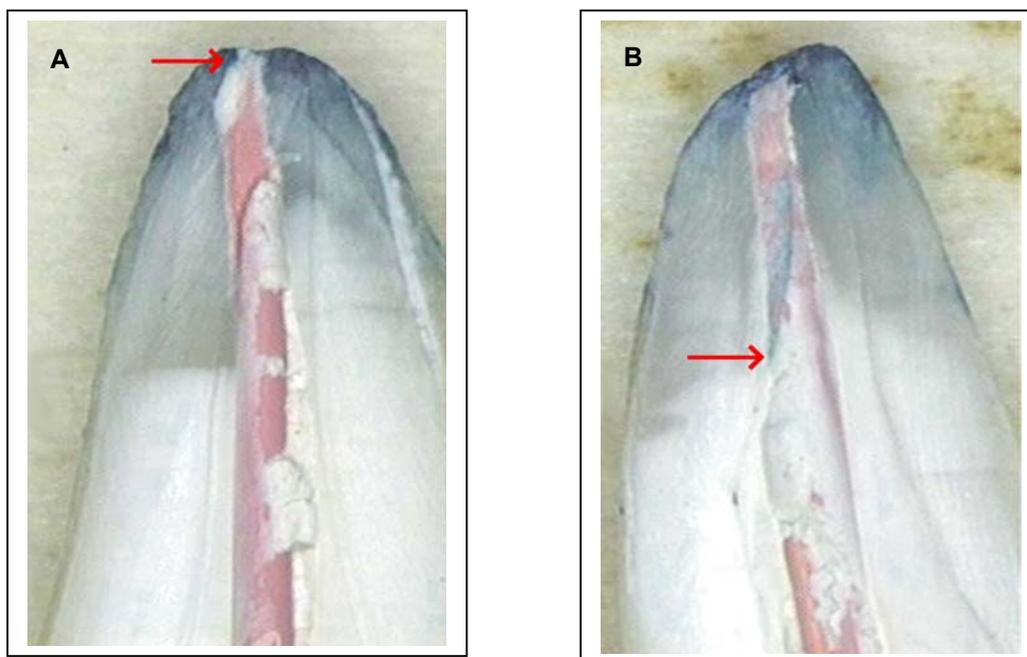
No grupo controle positivo, onde os dentes foram obturados com cones de gutapercha sem uso associado de cimento endodôntico, todos os elementos apresentaram infiltração intensa da solução marcadora (FIG.5). Já no grupo controle negativo, onde os ápices foram totalmente impermeabilizados, nenhum espécime demonstrou penetração pelo corante empregado (FIG.6).



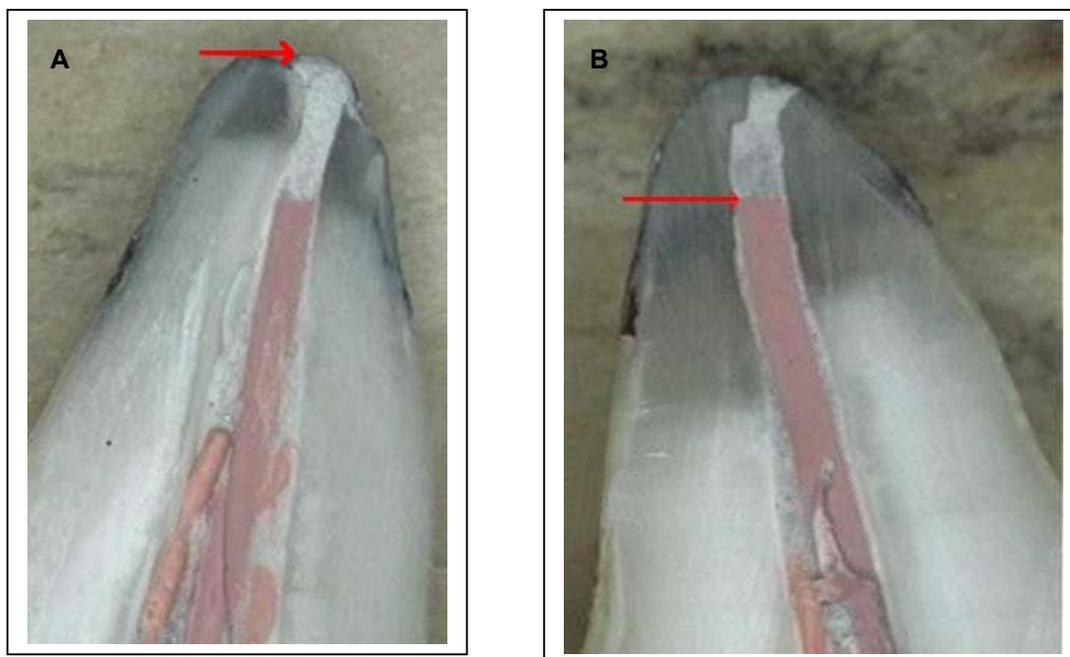
**FIGURA 1:** Menor (A) e maior (B) distância de penetração do corante observada nos canais obturados com cimento *Intrafill*.



**FIGURA 2:** Menor (A) e maior (B) distância de penetração do corante observada nos canais obturados com cimento *Endofill*.



**FIGURA 3: Menor (A) e maior (B) distância de penetração do corante observada nos canais obturados com cimento *Target*.**



**FIGURA 4: Menor (A) e maior (B) distância de penetração do corante observada nos canais obturados com cimento *Sealer 26*.**



**FIGURA 5:** Dente controle positivo - extensa penetração do corante.



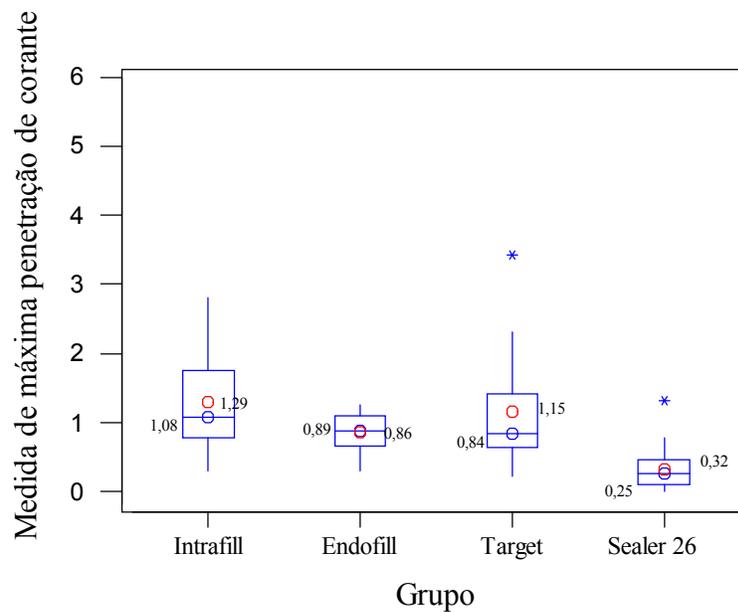
**FIGURA 6:** Dente controle negativo - ausência de penetração do corante.

Com o objetivo de comparar os quatro grupos tratados com os cimentos endodônticos *Intrafill*, *Endofill*, *Target* e *Sealer 26* em relação à máxima penetração de corante foi utilizado uma Análise de Variância baseado num modelo de 1 fator (grupo). Esta análise tem como objetivo comparar dois ou mais grupos independentes em relação à média de uma variável de interesse. E, quando a análise indicou uma influência significativa do fator, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de médias de Duncan para avaliar tal efeito. Assim, quando a diferença observada entre os grupos avaliados 2 a 2, no que se refere às médias da máxima penetração de corante for superior ao valor calculado por Duncan, conclui-se que tal diferença é significativa. No caso deste estudo, foi necessária uma transformação por raiz quadrada, que é recomendada quando o modelo com os dados originais não são adequados, isto é, os pressupostos do modelo de análise de variância não são aceitos (normalidade dos resíduos e a ocorrência de variâncias constantes). Assim, como a transformação foi suficiente (atendeu os pressupostos), uma nova Análise de Variância foi executada e os resultados são apresentados.

Todos os resultados foram considerados significativos ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) tendo, portanto, 95% de confiança de que os resultados estejam corretos.

O GRÁFICO 1 mostra que os grupos tratados com *Intrafill* e *Target* apresentaram as maiores distâncias entre a média da máxima penetração de corante em relação ao ponto central (mediana) da 'caixa' indicando, com isso, uma maior variabilidade interna dos dados. Já, os grupos tratados com *Endofill* e *Sealer 26* apresentaram as menores variações, isto é, uma distribuição mais simétrica.

Ressalta-se que uma medida do grupo tratado com *Target* foi retirada (espécime 47 - valor 5,57) devido ao valor muito discrepante quando comparado com os demais valores obtidos.

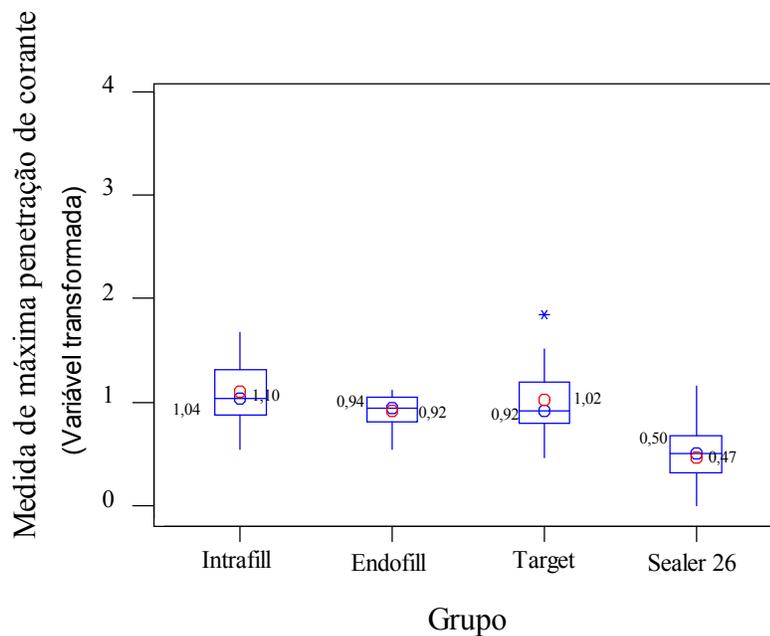


**GRÁFICO 1: Representação dos dados referentes às medidas de penetração de corante nos cimentos endodônticos**

**Nota:** O gráfico foi gerado com base nos dados originais considerando-se 79 casos

Os círculos vermelho e azul correspondem respectivamente à média e mediana dos grupos

O GRÁFICO 2 refere-se aos mesmos dados, porém, com o cálculo da raiz quadrada dos dados originais. Essa transformação foi necessária para que fosse possível efetuar a Análise de Variância. Ressalta-se, entretanto, que este procedimento não interfere nas conclusões apresentadas; apenas reduz a variação dos dados originais.



**GRÁFICO 2: Representação dos dados referente às medidas de penetração de corante nos cimentos endodônticos (Variável com transformação)**

**Nota:** O gráfico foi gerado com base na raiz quadrada dos dados originais num total de 79 dentes avaliados

Os círculos vermelho e azul correspondem respectivamente à média e mediana dos grupos

A TABELA 2 mostra que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos estudados quanto à máxima penetração de corante, onde, os grupos tratados com os cimentos *Intrafill*, *Endofill* e *Target* não diferem significativamente entre si, porém, esses três grupos apresentaram medidas de máxima penetração de corante significativamente superiores ao grupo tratado com *Sealer 26* (TABELA 3).

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas entre os grupos *Intrafill*, *Endofill* e *Target*, as medidas de máxima penetração de corante tratadas com *Endofill* apresentaram a menor média de penetração além de apresentar a menor variabilidade dos dados

**TABELA 2**

**Resultado da Análise de Variância com um fator para os dados referentes à medida de máxima penetração de corante nos cimentos endodônticos**

Fonte de variação	Parâmetros da análise				p
	SQ	g.l.	QM	F	
<i>Grupo</i>	4,77	3	1,59	19,54	<b>0,0001</b>
<i>Erro</i>	6,10	75	0,08		
<i>Total</i>	10,87	78			

**Legenda:**

SQ → Soma de quadrados

g.l. → Graus de liberdade

QM → Quadrado Médio

F → Estatística do teste da Análise da Variância

p → Probabilidade de significância do teste

**TABELA 3**

**Medidas descritivas e comparativas entre os quatro grupos segundo a medida máxima de penetração de corante**

Grupo	n	Medidas descritivas					p
		Mínimo	Máximo	Mediana	Média	d.p.	
<i>Intrafill</i>	20	0,29	2,82	1,08	1,29	0,71	<b>0,0001</b>  (1 = 3 = 2) > 4
<i>Endofill</i>	20	0,29	1,25	0,89	0,86	0,26	
<i>Target</i>	19	0,21	3,43	0,84	1,15	0,78	
<i>Sealer 26</i>	20	0,00	1,32	0,25	0,32	0,33	

**Nota:** O valor de p refere-se ao teste da Análise de Variância com 1 fator (grupo)

**Legenda:** 1 → *Intrafill*

2 → *Endofill*

3 → *Target*

4 → *Sealer 26*

## **6 DISCUSSÃO**

O grau de selamento apical obtido após a obturação de canais radiculares tem sido amplamente discutido por diversos autores, visto que representa uma condição fundamental para o sucesso dos tratamentos endodônticos.

Graças às suas propriedades físico-químicas, tais como escoamento, boa estabilidade dimensional, impermeabilidade aos fluidos orgânicos e adesividade à dentina e à guta-percha, os cimentos obturadores melhoram a possibilidade de obtenção de um selamento impermeável (GUTMANN & WITHERSPOON, 1998). Promovem também o preenchimento de irregularidades anatômicas do ambiente endodôntico, de ramificações do SCR além de discrepâncias entre os cones de guta-percha e as paredes dos canais radiculares (LINKANGWALMONGKOL et al., 1991).

Associada a um preparo químico-mecânico (irrigação-instrumentação) de boa qualidade, a obturação restitui aos tecidos periapicais, condições propícias de reparação além de favorecer a manutenção do dente em suas funções normais (ANTÔNIO & MOURA, 1997).

### **6.1 Dos métodos**

Dentes humanos extraídos têm sido empregados como corpos-de-prova pela maioria das pesquisas odontológicas. Nos trabalhos por nós revisados, esta foi uma norma constante apesar de Grossman (1976) ter realizado seu experimento em tubos

de vidro e Kersten & Moorer (1989) além de Wu; Fan; Wesselink (2000) terem trabalhado com raízes seccionadas cervical e apicalmente.

Em nossa pesquisa, selecionamos apenas incisivos centrais superiores, por serem estes um dos elementos dentais que menos apresentam variações anatômicas. Tal procedimento também foi adotado por Bonetti Filho et al. (1995), Antônio & Moura (1997), além de Tanomaru Filho et al. (2001) e Silveira et al. (2003).

Em um trabalho de ponderação a respeito dos estudos sobre infiltração endodôntica, Wu & Wesselink (1993) recomendam que, com o objetivo de reduzir variações, a anatomia e o comprimento de todos os dentes empregados em uma investigação devem ser similares, e a patência e o diâmetro da abertura foraminal devem ser controlados.

A visualização da ponta de uma lima tipo K #10 no forame apical, inserida em um cursor de borracha como limitador de penetração, para a determinação do comprimento dos espécimes é um recurso largamente utilizado em trabalhos de pesquisa envolvendo dentes humanos como aqueles realizados por Fachin; Sperb; Kohler (1995); Holland et al. (1996) e Pommel et al. (2003).

Neste experimento, também lançamos mão de tal técnica além de limitar o comprimento dos corpos de prova em 21 mm, para que fossem evitadas distâncias diferenciadas a serem percorridas pelo corante, o que poderia ter influência nos resultados. Esta norma também foi praticada por Kersten & Moorer (1985), Soares & Bristot (1996) e Nunes (1999).

A standardização da abertura foraminal da amostra foi um método empregado por autores como Holland et al. (1991), Tanomaru Filho et al. (2001), Siqueira Júnior; Rôças; Valois (2001) e Valois & Castro (2002), com variações quanto aos diâmetros

escolhidos. Nossa opção, assim como a de Siqueira Júnior & Garcia Filho (1994) e Tanomaru Filho et al. (1996) foi pela instrumentação com uma lima tipo K # 30, a 1 mm além do forame apical.

Entre as técnicas de instrumentação mais utilizadas nos experimentos em Endodontia, destaca-se a preparação dos canais radiculares pelo uso seriado de limas, acompanhado de um escalonamento progressivo, método que foi seguido nas pesquisas de Kuga et al. (1990), Linkangwalmongkol; Abbott; Sandler (1992), Fachin; Sperb; Kohler (1995), Rohde et al. (1996) e Tanomaru Filho et al. (2001), entre outros. Técnicas baseadas no princípio de instrumentação coroa-ápice empregando instrumentos rotatórios também podem ser observadas (YARED & DAGHER, 1996; POMMEL & CAMPS, 2001; POMMEL et al., 2003).

Assim como Fróes; Horta; Silveira (2000), em nosso trabalho realizamos a formatação dos condutos radiculares de acordo com a técnica de Oregon adaptada por De Deus (1992), visto ser ela baseada no princípio de instrumentação coroa-ápice sem pressão além de ser de indicação precisa para o tipo de corpos-de-prova escolhidos: dentes com canais classe I (canal de calibre amplo, reto, acessível à região apical com uma lima tipo K # 15 – de acordo com De Deus, 1992).

Quanto à irrigação associada ao preparo mecânico dos canais radiculares, encontramos uma preferência entre os pesquisadores pelo uso da solução de hipoclorito de sódio como irrigante, já que esta é uma substância de reconhecida atividade antimicrobiana, solvente de matéria orgânica além de atuar como lubrificante, auxiliando a ação das limas durante a instrumentação. No entanto, a concentração da solução utilizada ainda apresenta-se com grande diversidade entre os experimentos, variando entre 0,5% (HOLLAND et al., 1991; BONETTI FILHO et al., 1995; DE ALMEIDA

et al.,2000), 1,0% (SIQUEIRA JÚNIOR & GARCIA FILHO, 1994; FACHIN; SPERB; KOHLER ,1995; TANOMARU FILHO et al., 2001), 2,5% (YARED & DAGHER, 1996; POMMEL et al., 2003) e 5,25% (PETERS & HARRISON , 1992; ROHDE et al., 1996; FRÓES; HORTA; SILVEIRA, 2000). Outros produtos também empregados como soluções irrigadoras foram: água destilada (SOARES & BRISTOT, 1996) e soro fisiológico (TANOMARU FILHO et al., 1996; NUNES, 1999).

Nossa opção foi pela solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por ser esta a concentração mais comumente empregada em nosso meio e que atende aos requisitos necessários para um bom irrigante.

Durante o preparo biomecânico, o comprimento de trabalho de 1 mm aquém do forame apical pôde ser observado nos trabalhos de Siqueira Júnior & Garcia Filho (1994), Holland et al. (1996) e Tanomaru Filho et al. (2001) tendo a instrumentação se estendido até que uma lima tipo K # 50 atingisse aquele limite. No entanto, Holland et al. (1991a) sobre-instrumentaram os canais em 1 mm até uma lima tipo K # 40 e Antônio & Moura (1997) estabeleceram em 2 mm além do forame o limite para que uma lima # 30 fosse instrumentada.

Como limite apical de instrumentação (CTR) adotamos nesta pesquisa a medida de 1 mm aquém do comprimento total do dente (CPC) sendo a lima tipo K # 50, o último instrumento a ser trabalhado naquele ponto.

O processo de impermeabilização das superfícies externas dos dentes é uma etapa de extrema importância nos trabalhos envolvendo infiltração de corante, pois limita a penetração deste material exclusivamente às áreas de interesse da pesquisa. Embora Moura; Dabdab; Meirelles (1995) afirmem que a distância da

impermeabilização com relação ao forame apical não se mostre estatisticamente significativa nos níveis de 0,0 mm, 1,0 mm e 2,0 mm, pode-se observar uma grande variação nas pesquisas que se utilizam de tal método. Holland et al. (1996) impermeabilizaram seus espécimes exceto em seus forames apicais, Tanomaru Filho et al. (2001) optaram pelo limite de 1 mm aquém do ápice radicular e Fachin; Sperb; Kolher (1995) procederam a impermeabilização externa dos elementos de sua amostra, exceto ao redor dos 2 mm apicais. Nossa escolha quanto a este procedimento foi de recobrirmos todas as superfícies dentárias externas, excluindo-se a área correspondente a 2 mm aquém do forame apical.

Vários produtos tem sido empregados como materiais impermeabilizantes. Dentre os mais utilizados citam-se: esmalte para unhas (LINKANGWALMONGKOL et al., 1991; BROWN; JACKSON; SKIDMORE, 1994; SOARES & BRISTOT, 1996; DE ALMEIDA et al., 2000), resina epóxica de rápida polimerização – *Araldite* (HOLLAND et al., 1991b; HOLLAND et al., 1995; HOLLAND et al., 1996; NUNES, 1999), associação dos dois produtos anteriores (SIQUEIRA JÚNIOR & GARCIA FILHO, 1994; TANOMARU FILHO et al., 2001), cianoacrilato – *Superbond* (ANTÔNIO & MOURA, 1997), cera derretida (BONETTI FILHO et al., 1995), observando-se também certa diversificação quanto ao número de camadas aplicadas.

Para a impermeabilização das superfícies externas de nossos espécimes, optamos pela metodologia proposta por Vaz et al. (1992). De acordo com esses autores, o único método que apresenta eficácia total quanto à impermeabilização externa dos elementos dentais diante da solução corante de azul de metileno é a

associação de uma camada de resina epóxica de rápida polimerização (*Araldite*) seguida pela aplicação de uma camada de esmalte para unhas.

Torabinejad et al. (2000), em revisão sobre as implicações clínicas da “smear-layer” em endodontia, relaciona vários estudos que mostram que os métodos de instrumentação de canais radiculares em uso produzem uma camada de material amorfo que se deposita sobre as paredes instrumentadas. Esta camada também conhecida como lama semi-aderida ou magma dentinário, contém substâncias orgânicas e inorgânicas tais como restos pulpares, microrganismos e raspas de dentina, e precisa ser removida antes da obturação dos canais já que a sua presença obstrui os túbulos dentinários e impede a penetração dos cimentos endodônticos nos mesmos, comprometendo assim o vedamento do sistema de canais radiculares (FRÓES; HORTA; SILVEIRA, 2000). Dentre os trabalhos experimentais, observa-se uma diversidade de condutas quanto à remoção da “smear-layer”. Kuga et al. (1990), Holland et al. (1991b), Rohde et al. (1996) e Tanomaru Filho et al. (1996) não realizaram este procedimento em suas pesquisas enquanto Linkangwalmongkol et al. (1991), Soares & Bristot (1996), Antônio & Moura (1997), De Almeida et al. (2000), Nunes (1999) e Silveira et al. (2003) removeram a camada de lama semi-aderida através de irrigação com solução de EDTA e hipoclorito de sódio, ao término da instrumentação.

Em nosso experimento, antes que iniciássemos os procedimentos de obturação dos canais radiculares, realizamos o preenchimento de cada um deles com solução aquosa de EDTA a 17%, mantendo-a sob agitação com uma lima # 45 por 3 minutos e em seguida utilizamos uma irrigação final com 10 ml de solução de hipoclorito de sódio

a 2,5%, objetivando a remoção da “smear layer”, conforme metodologia também adotada por Valois & Castro (2002).

Dentre as inúmeras técnicas disponíveis para a obturação de canais radiculares podemos citar a técnica da condensação lateral; a técnica da condensação vertical, proposta por Schilder (1967); a técnica da injeção de guta-percha termoplastificada, que utiliza aparelhos para o aquecimento do material obturador, e a técnica híbrida de Tagger (LOPES & SIQUEIRA JÚNIOR, 1999). Com relação ao selamento apical, nenhuma delas apresenta vantagens definitivas sobre as outras além de mostrarem resultados conflitantes em vários experimentos (HATA et al., 1992; GUTMANN et al., 1993; GOLDBERG; MASSONE; ARTAZA, 1995; GULABIVALA; HOLT; LONG, 1998; POMMEL & CAMPS, 2001). Entretanto, a técnica da condensação lateral continua sendo a mais difundida mundialmente por ser de fácil execução, não requerendo equipamentos especiais, além de ser rápida e de apresentar resultados satisfatórios. Tal fato pode ser comprovado ao constatarmos que a maioria dos trabalhos publicados a respeito da infiltração apical, empregando diferentes cimentos e substâncias corantes, adotam esta metodologia (SIQUEIRA JÚNIOR & GARCIA FILHO, 1994; FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995; HOLLAND et al., 1996; ANTÔNIO & MOURA, 1997; DE ALMEIDA et al., 2000; TANOMARU FILHO et al., 2001; VALOIS & CASTRO, 2002; POMMEL et al., 2003). Sendo assim, selecionamos a técnica da condensação lateral descrita por De Deus (1992), para a obturação dos canais radiculares de nosso experimento.

Uma das técnicas mais utilizadas para a verificação “in vitro” da capacidade seladora dos cimentos endodônticos é a que avalia a penetração apical de corantes

(WU & WESSELINK, 1993; CAMPS & PASHLEY, 2003) sendo que as substâncias marcadoras utilizadas devem apresentar tamanhos similares a produtos metabólicos bacterianos de reconhecida patogenicidade (KERSTEN & MOORER, 1989).

Variações técnicas podem afetar a penetração das soluções corantes nos dentes tais como: período de tempo decorrido entre o término da obturação e a imersão, tempo de permanência dos espécimes no corante, tipos de corantes (com diferentes tamanhos de moléculas, pH e reatividade química) além de ciclagem térmica e emprego de condições de vácuo (WU & WESSELINK, 1993).

Observa-se que não existe padronização entre os autores quanto ao tempo decorrido entre o término da obturação e o momento de imersão da amostra no corante. Alguns optam por fazê-lo logo após a realização das obturações, para tentar reproduzir as condições clínicas e possibilitar a análise das propriedades seladoras dos cimentos a partir de sua colocação no canal radicular (NUNES, 1999; TANOMARU FILHO et al., 2001; SILVEIRA et al., 2003). Por outro lado, dentro da literatura pesquisada, outros períodos de tempo também foram fixados, tais como: 5 horas (BONETTI FILHO et al., 1995), 24 horas (HOLLAND et al., 1996; POMMEL et al., 2003), 48 horas (VALOIS & CASTRO, 2002), 7 a 8 dias (BROWN; JACKSON; SKIDMORE, 1994; ROHDE et al., 1996), e 1 a 3 semanas (LINKANGWALMONGKOL et al., 1991; LINKANGWALMONGKOL; ABBOTT; SANDLER, 1992; FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995).

Em nosso trabalho, a amostra foi imersa na solução marcadora de infiltração tão logo se concluíram as obturações dos canais radiculares, com o objetivo de simular as condições clínicas.

De acordo com Jacobsen; Beny; Begole (1985) assim como posteriormente comprovado por Moura; Dabdab; Meirelles (1995), o tempo de 72 horas para a permanência dos dentes no corante é suficiente para uma adequada informação, mas podem-se encontrar pesquisas em que este procedimento teve outras durações. Linkangwalmongkol et al. (1991) e Linkangwalmongkol; Abbott; Sandler (1992) submeteram seus espécimes a imersão em solução marcadora por 3 minutos (com o uso associado de centrifugação) enquanto Holland et al. (1991b) e Holland et al. (1996) padronizaram o tempo de exposição ao corante em 12 horas. Outros tempos estipulados foram: 24 horas (HOLLAND et al., 1991a; BONETTI FILHO et al., 1995; DE ALMEIDA et al., 2000; SILVEIRA et al., 2003), 48 horas (SKINNER & HIMEL, 1987; TANOMARU FILHO et al., 2001), 72 horas (FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995; MOURA; DABDAB; MEIRELLES, 1995; ANTÔNIO & MOURA, 1997; NUNES, 1999), 5 dias (BROWN; JACKSON; SKIDMORE, 1994; VALOIS & CASTRO, 2002), 7 dias (KUGA et al., 1990; SIQUEIRA JÚNIOR & GARCIA FILHO, 1994; TANOMARU FILHO et al., 1996) além de períodos que se estenderam por até 2 semanas (PORKAEW et al., 1990).

Em nossa pesquisa, o tempo de permanência dos dentes em contato com o corante foi de 72 horas.

Dentre os agentes indicadores de infiltração disponíveis, observa-se uma predominância pelo emprego do corante azul de metileno a 2% nos experimentos que avaliam a infiltração apical dos cimentos endodônticos (KUGA et al., 1990; LINKANGWALMONGKOL et al., 1991; LINKANGWALMONGKOL; ABBOTT; SANDLER, 1992; SIQUEIRA JÚNIOR & GARCIA FILHO, 1994; HOLLAND et al., 1996; DE ALMEIDA et al., 2000; TANOMARU FILHO et al., 2001). Entretanto, outras

concentrações deste mesmo corante também podem ser encontradas como a de 0,5%, utilizada por Antônio & Moura (1997) e a de 1,0% , empregada por Rohde et al. (1996).

Um aspecto de fundamental importância relacionado ao corante azul de metileno refere-se ao pH da solução empregada. Zakariasen et al. (1985) demonstraram que este produto em solução aquosa a 2%, a mais comumente utilizada, é uma solução ácida (pH = 3,2) e pode desmineralizar a dentina levando a um aumento da infiltração. Assim, é importante que a solução marcadora seja tamponada e tenha seu pH ajustado ao neutro ou próximo a ele para que os resultados dos estudos de infiltração tenham maior confiabilidade. De acordo com Wu & Wesselink (1993) é surpreendente que a maioria dos experimentos não especifiquem o valor do pH da solução e dentre os trabalhos revisados nesta pesquisa apenas encontramos esta informação nos relatos de Zmener, 1987 (pH 6,0); Kersten & Moorer, 1989 (pH 7,0); Vaz et al., 1992; Moura; Dabdab; Meirelles, 1995; Antônio & Moura, 1997 e Fróes; Horta; Silveira, 2000 (pH 7,2).

Outros corantes também citados na literatura odontológica são safranina (GROSSMAN, 1976), cristal violeta (GOLDMAN; SIMMONDS; RUSH, 1989) e fluoresceína (SKINNER & HIMMEL, 1987). Autores como Hata et al. (1992); Brown; Jackson; Skidmore (1994); Fachin, Sperb & Kohler (1995); Roda & Gutmann (1995); Siqueira Júnior; Rôças; Valois (2001) e Valois & Castro (2002) empregaram tinta nankin como solução marcadora em virtude da técnica escolhida para a avaliação da infiltração apical ter sido a diafanização. Neste caso, o corante azul de metileno não é indicado por dissolver-se após reagir com o ácido nítrico utilizado no processo de desmineralização (RAVANSHAD & TORABINEJAD, 1992).

Nossa opção de agente marcador de infiltração foi a solução aquosa de azul de metileno a 2% tamponada (pH 7,2).

Goldman; Simmonds; Rush (1989) assim como Spångberg; Acierno; Cha (1989) além de Holland et al. (1990) e Holland et al. (1996) questionam a condução de estudos de infiltração através da penetração passiva de corantes já que podem incorrer em resultados não confiáveis. Segundo estes autores, a presença de bolhas de ar aprisionadas em pequenos espaços das obturações endodônticas podem atuar como elementos de resistência à penetração progressiva do elemento traçador empregado e preconizam a associação de condições de vácuo quando da imersão dos dentes na substância marcadora. Por outro lado, Peters & Harrison (1992) alertam que o uso deste recurso pode gerar um aumento da infiltração devido à interferência com o selamento dos materiais estudados. Roda & Gutmann (1995), em pesquisa conduzida sobre a fidedignidade dos métodos de pressão reduzida de ar, usados para avaliar o selamento apical, não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais submetidos a condições de vácuo ou não. Ressaltam ainda que a relevância clínica deste procedimento deve ser questionada, já que não existe vácuo no corpo humano além de terem sido encontrados artefatos de penetração ativa de corante nos espécimes submetidos à pressão reduzida de ar.

Em vista disto, e por procurarmos manter este experimento o mais próximo possível da situação clínica, optamos por deixar os dentes imersos em corante sob condições normais de pressão atmosférica.

A manutenção da temperatura em nível semelhante ao da cavidade oral (37°C), durante a permanência dos espécimes em contato com a solução marcadora, foi um método por nós adotado e que também está presente nos estudos de Kuga et al. (1990), Siqueira Júnior & Garcia Filho (1994), Soares & Bristot (1996), Tanomaru Filho et al. (1996), Antônio & Moura (1997) e Valois & Castro (2002). Por outro lado, Fachin;

Sperb; Kohler (1995) e Tanomaru Filho et al. (2001) realizaram esta etapa da pesquisa, à temperatura ambiente.

A maioria dos estudos de penetração de corante são medidos linearmente à partir de hemi-seções longitudinais de raízes conforme realizado por Siqueira Júnior & Garcia Filho (1994); Bonetti Filho et al. (1995), Tanomaru Filho et al. (2001) e Silveira et al. (2003). Entretanto, outros processos também são descritos tais como: cortes transversais perpendiculares ao longo eixo das raízes (SKINNER & HIMMEL, 1987; SPÅNGBERG; ACIERNO; CHA, 1989; LINKANGWALMONGKOL et al., 1991; WU, ÖZOK, WESSELINK, 2000), diafanização (BROWN; JACKSON; SKIDMORE, 1994; FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995 e VALOIS & CASTRO, 2002) e desgastes de raízes incluídas em blocos de gesso (MOURA; DABDAB; MEIRELLES, 1995; ANTÔNIO & MOURA, 1997).

Para as seções das raízes dentárias, confeccionam-se sulcos longitudinais nas superfícies vestibular e lingual, com o auxílio de brocas (HOLLAND et al., 1991a; HOLLAND et al., 1991b; HOLLAND et al., 1996) ou discos diamantados com subsequente divisão das hemi-partes através de cinzel (ROHDE et al., 1996; TANOMARU FILHO et al., 1996; SILVEIRA et al., 2003) ou alicate de corte (FRÓES; HORTA; SILVEIRA, 2000).

Os espécimes empregados na presente pesquisa foram seccionados através de sulcos longitudinais realizados nas superfícies radiculares com o auxílio de um disco diamantado fino dupla face, até as proximidades das obturações endodônticas. Em seguida, uma força foi aplicada através dos sulcos, utilizando um alicate de corte, e os dentes foram fraturados no sentido de seu longo eixo obtendo-se assim duas hemi-partes, as quais foram fixadas em suportes de madeira para facilitar o seu manuseio e

posterior avaliação, de acordo com método utilizado por Bonetti Filho et al. (1995) e Silveira et al. (2003).

As análises das infiltrações de corantes ao longo das raízes obturadas podem ser realizadas empregando-se métodos diversificados. Dentre os autores, Kuga et al. (1990), Siqueira Júnior & Garcia Filho (1994) e Nunes (1999) utilizaram microscópio óptico com ocular milimetrada enquanto Brown; Jackson; Skidmore (1994) empregaram o mesmo aparelho, mas procedeu às medições com paquímetro digital. Outros métodos escolhidos foram: lupa estereoscópica com ocular milimetrada (HOLLAND et al., 1991a, HOLLAND et al., 1991b e HOLLAND et al., 1996); régua milimetrada (FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995); lupa estereoscópica com grade milimetrada (SOARES & BRISTOT, 1996; ROHDE et al., 1996); microscópio estereoscópico (LINKANGWALMONGKOL et al., 1991; LINKANGWALMONGKOL; ABBOTT; SANDLER, 1992; TANOMARU FILHO et al., 1996; FRÓES; HORTA; SILVEIRA, 2000 e VALOIS & CASTRO, 2002); imagens computadorizadas (ANTÔNIO & MOURA, 1997; WU, ÖZOK, WESSELINK, 2000) e aparelho perfilômetro (BONETTI FILHO et al., 1995; DE ALMEIDA et al., 2000; TANOMARU FILHO et al., 2001; SILVEIRA et al., 2003).

As avaliações dos corpos de prova deste estudo foram executadas através de uma lupa estereomicroscópica Wild M-8, com câmara digital com aumento de 6X, acoplada a um sistema computadorizado de análise quantitativa.

Nas imagens computadorizadas obtidas de cada espécime, selecionou-se a hemi-parte que apresentava a obturação e a marcação da penetração da solução marcadora de forma mais completa, conforme método também empregado por

Tanomaru Filho et al. (1996). Em cada hemi-parte, as infiltrações apicais do corante foram medidas através do “software” *Image Pro Plus*.

Ao exame das imagens capturadas pode-se observar que a penetração do agente traçador ocorreu a partir do forame apical seguindo duas rotas: entre o material obturador e as paredes dentinárias e através do material obturador, entremeando-se aos cones de guta-percha e os cimento testados. A penetração do corante nos 2 mm apicais da superfície radicular externa, correspondente a área de cimento exposto, canais secundários e acessórios (quando presentes), não foi considerada para efeito de apuração de dados.

O ponto de referência inicial adotado nesta pesquisa, para a mensuração da penetração do corante nos cimentos testados, foi o vértice do forame apical de cada espécime, de acordo com metodologia também utilizada por Holland et al. (1991a); Fachin; Sperb; Kohler (1995); Rohde et al. (1996) e Silveira et al. (2003). Por outro lado, Bonetti Filho et al. (1995), Tanomaru Filho et al. (2001) e Valois & Castro (2002) iniciaram suas medições a partir da porção apical da obturação. Em todos estes experimentos, a distância do ponto inicial de penetração do corante até sua máxima extensão, para cada um dos corpos de prova, foi medida e anotada em milímetros.

## **6.2 DOS RESULTADOS:**

Vários são os trabalhos que avaliam o selamento apical proporcionado por diferentes cimentos endodônticos, a partir da análise da infiltração linear de corantes, com o objetivo de buscar um produto que ofereça um vedamento hermético e tridimensional do sistema de canais radiculares, favorecendo o êxito dos tratamentos endodônticos e permitindo o desenvolvimento do processo de reparo periapical.

Embora estes estudos “in vitro” não reproduzam as reais condições clínicas, oferecem uma maneira de se comparar os diversos materiais disponíveis no comércio, inclusive permitindo contrastar os novos produtos lançados com os já conhecidos (DE ALMEIDA et al., 2000; VALOIS & CASTRO, 2002).

A partir destas premissas, selecionamos dois cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol recentemente oferecidos ao mercado odontológico (*Intrafill* - S.S. White Artigos Dentários Ltda. e *Target* - Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos), com o objetivo de avaliar o grau de selamento apical proporcionado por eles. Incluímos ainda entre os grupos experimentais, o cimento *Endofill* (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.), que apresenta a mesma composição química dos anteriores sendo também um produto tradicional e já bastante utilizado, além do cimento *Sealer 26* (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.), material obturador resinoso contendo hidróxido de cálcio e apontado como possuidor de ótimas propriedades seladoras.

O resultado da média de infiltração apurado nesta pesquisa para o cimento *Endofill* foi de 0,86mm enquanto que em outros estudos onde este produto foi testado observaram-se valores diferenciados e em sua maioria superiores ao que encontramos (BONETTI FILHO et al., 1995 - 1,45 mm; FACHIN; SPERB; KOHLER, 1995 - 1,0 mm;

DE ALMEIDA et al., 2000 - 1,45 mm; TANOMARU FILHO et al., 2001 - 1,19 mm; SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS; VALOIS, 2001 - 2,6 mm). Por outro lado, Valois & Castro (2002) encontraram média de 0,45 mm de infiltração para este mesmo cimento, porém empregando o método de avaliação por diafanização.

Os grupos experimentais correspondentes aos cimentos recém introduzidos no comércio especializado, *Intrafill* e *Target*, apresentaram médias de infiltração apical de corante de 1,29 mm e 1,15 mm respectivamente, mostrando que estes produtos apresentam certa similaridade de comportamento “in vitro” quanto ao vedamento de canais radiculares obturados. No entanto, até o momento, não encontramos na literatura à nossa disposição, outros trabalhos a respeito destes novos materiais para que pudéssemos contrastar nossas informações. Porém, podemos afirmar que comparativamente ao grupo experimental do cimento *Endofill* eles exibiram maiores níveis de infiltração apical embora esta diferença não tenha sido considerada estatisticamente significativa.

Quanto ao cimento resinoso *Sealer 26*, escolhido para servir como um padrão por apresentar um dos menores níveis de infiltração entre os cimentos endodônticos, detectamos a média de penetração de corante de 0,32 mm, sendo este nível ligeiramente superior aos valores obtidos por Tanomaru Filho et al., 2001 (0,29 mm); Siqueira Júnior; Rôças; Valois, 2001 (0,30 mm) e Valois & Castro, 2002 (0,25 mm). Por outro lado, maiores valores de infiltração apical de corante foram encontrados por outros autores: Siqueira Júnior & Garcia Filho, 1994 (1,52 mm); Bonetti Filho et al., 1995 (0,51 mm); Fachin; Sperb; Kohler, 1995 (2,5 mm); Tanomaru Filho et al., 1996 (0,67 mm); Holland et al., 1996 (1,27 mm); Soares & Bristot, 1996 (4,45 mm).

Cabe ressaltar que esta grande diversidade de resultados presentes na literatura odontológica é fruto de uma série de variáveis: tamanho da amostra, tipo de dente utilizado como corpo de prova, técnica de preparo dos canais radiculares, técnica de obturação, método de imersão dos espécimes na solução traçadora, método e critério de avaliação de resultados e operador (RODA & GUTMANN, 1995; HOLLAND et al., 1996).

Todos os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, confrontados nesta pesquisa com o produto *Sealer 26*, evidenciaram resultados de média de infiltração apical bem mais elevados, tendo o cimento resinoso se destacado estatisticamente dos demais quanto à propriedade estudada, assim como também ressaltado por Tanomaru Filho et al. (1996); De Almeida et al. (2000); Tanomaru Filho et al. (2001) e Siqueira Júnior; Roças; Valois (2001).

Neste experimento, todos os cimentos endodônticos estudados apresentaram algum grau de penetração da solução marcadora demonstrando-se assim que nenhum produto foi capaz de proporcionar um selamento apical totalmente efetivo após a obturação dos canais radiculares. Apesar disto, os níveis de infiltração encontrados para os cimentos experimentais *Endofill* e *Sealer 26* não podem ser considerados tão altos já que mostraram valores de média de infiltração inferiores a 1mm tomando-se como referência o vértice do forame apical, distância normalmente respeitada quando da definição do limite de trabalho e obturação.

Acreditamos que os novos produtos aqui pesquisados apresentam propriedades seladoras apropriadas para uso em obturações endodônticas, podendo ser

considerados estatisticamente semelhantes ao outro cimento tradicional da categoria.

Vale, porém, lembrar o que nos diz Grossman (1976):

- “Não importa apenas que um cimento obturador escoe, endureça ou tenha aderência, mas ele também deve satisfazer a rigorosos testes quando em contato com os tecidos vivos”.

Sendo assim, sugerimos que estudos sobre as propriedades biológicas e antimicrobianas destes novos produtos sejam também conduzidos para que se possa ter maior segurança em preconizar o uso clínico dos mesmos.

## 7 CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais deste trabalho e considerando-se os resultados obtidos, concluímos que:

1. Todos os cimentos endodônticos testados permitiram infiltração apical de corante.
2. Não houve diferença estatisticamente significativa na capacidade seladora apical dos dois novos cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol (*Intrafill*, e *Target*), quando comparados ao cimento *Endofill*.
3. Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol apresentaram medidas de infiltração apical de corante significativamente superiores aquelas encontradas para o cimento resinoso *Sealer 26*.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIO, M P. S., MOURA, A. A. M. Análise *in vitro* do selamento marginal apical de obturações realizadas com cones de gutta-percha associados a quatro tipos de cimentos. **Revista Odontológica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.11, n.1, p.61-66, jan. / mar. 1997

BAUMGARDNER, K.R., KRELL, K.V. Ultrasonic condensation of gutta-percha: an in vitro dye penetration and scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 16, n.6, p.253-259, Jun. 1990.

BONETTI FILHO, I.; LEONARDO, M. R.; GUIDOTTI, P. C.; LOFFREDO, L. C. M. Capacidade seladora de novos cimentos obturadores. **Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v.43, n.4, p.221-224, jul./ ago. 1995.

BROWN, R. C.; JACKSON, R.; SKIDMORE, A. E. An evaluation of apical leakage of a glass ionomer root canal sealer. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.20, n.6, p.288-291, Jun. 1994.

CAMPS, J.; PASHLEY, D. Reliability of the dye penetration studies. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.29, n.9, p.592-594, Sep. 2003.

CHAILERTVANITKUL, P.; SAUNDERS, W. P.; MACKENZIE, D. Coronal leakage of obturated root canals after long-term storage using a polymicrobial marker. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.23, n.10, p.610-613, Oct. 1997.

ÇOBANKARA, F.K.; ADANIR, N.; BELLİ, S.; PASHLEY, D.H. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.35, n. 12, p. 979-984, Dec. 2002.

DE ALMEIDA , W. A.; LEONARDO, M. R.; TANOMARU FILHO, M.; SILVA, L. A. B. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.33, n.1, p.25-27, Jan. 2000.

DE DEUS, Q. D. **Endodontia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992. 695p.

FACHIN, E. V. F.; SPERB, M. N.; KOHLER, T. M. P. A influência de diferentes cimentos de obturação de canal na infiltração apical. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, Porto Alegre, v.36, n.1, p.24-26, ago. 1995.

FRÓES, J. A. V.; HORTA, H. G. P.; SILVEIRA, A. B. Smear layer influence on the apical seal of four different obturation techniques. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.26, n.6, p. 351-354, Jun. 2000.

GOLDBERG, F.; MASSONE, E. J.; ARTAZA, L. P. Comparison of the sealing capacity of three endodontic filling techniques. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.21, n.1, p. 1-3, Jan. 1995.

GOLDMAN, M.; SIMMONDS, S.; RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surgery Oral Medical Oral Pathology**, St. Louis, v.67, n.3, p.327-332, Mar. 1989.

GROSSMAN, L. I. Physical properties of root canal cements. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.2, n.6, p.166-175, Jun. 1976.

GULABIVALA, K.; HOLT, R.; LONG, B. An in vitro comparison of thermoplasticised gutta-percha obturation techniques with cold lateral condensation. **Endodontics & Dental Traumatology**, Copenhagen, v.14, n.6, p.262-269, Dec. 1998.

GUTMANN, J. L.; SAUNDERS, W. P.; SAUNDERS, E. M.; NGUYEN, L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.26, n.3, p.179-183, May. 1993.

GUTMANN, J. L.; WITHERSPOON, D. E. Obturação do sistema de canais radiculares limpo e modelado . In COHEN, S., BURNS, R. C. **Caminhos da Polpa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 838p.

HAIKEL, Y.; WITTENMEYER, W., BATEMAN, G.; BENTALEB, A.; ALLEMANN, A. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 3, p. 172-177, Mar. 1999.

HAIKEL, Y.; FREYMAN, M.; FANTI, V.; CLAISSE, A.; POUMIER, F.; WATSON, M. Apical microleakage of radiolabeled lysozyme over time in three techniques of root canal obturation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 26, n. 3, p. 148-152, Mar. 2000.

HATA, G.; KAWAZOE, S.; TODA, T.; WEINE, F. S. Sealing ability of Thermafil with and without sealer. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 18, n. 7, p. 322-326, Jul. 1992.

HOLLAND, R.; OKABE, J. N.; HOLLAND JÚNIOR, C.; SOUZA, V.; MELLO, W.; SALIBA, O. Influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do azul de metileno em dentes com canais obturados. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v.44, n.4, p.213-216, jul./ago. 1990.

HOLLAND, R.; CRIVELINI, M. M.; SOUZA, V.; SALIBA, O. Qualidade do selamento marginal obtido com diferentes cimentos à base de hidróxido de cálcio. **Revista Paulista de Odontologia**, São Paulo, v.3, n.3, p. 27-35, mai./jun. 1991a.

HOLLAND, R.; PAULA, E. C.; PEREIRA, A. L. S.; SOUZA, V.; SALIBA, O. Infiltração marginal dos cimentos endodônticos. **Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v.39, n.6, p.413- 416, nov./ dez. 1991b.

HOLLAND, R.; MURATA, S.S.; SALIBA, O. Efeito a curto e médio prazos dos resíduos de hidróxido de cálcio na qualidade do selamento marginal após a obturação de canal. **Revista Paulista de Odontologia**, São Paulo, v. 17, n.2, p.12-16, mar./abr. 1995.

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. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v.50, n.1, p.61- 64, jan./fev. 1996.

INGLE, J. I.; BEBERIDGE, E.; GLICK, D.; WEICHMAN, J. The Washington study. In: INGLE, J. I.; BAKLAND, L. K. **Endodontics**. 4<sup>th</sup> edn. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.

JACOBSEN, E. L.; BERY, P. F.; BEGOLE, E. A. The effectiveness of apical dentin plugs in sealing endodontically treated teeth. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 11, n.7, p. 289-293, Jul. 1985.

KERSTEN, H. W.; MOORER, W. R. Particles and molecules in endodontic leakage. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.22, n.3, p.118- 124, May. 1989.

KUGA, M. C.; KAVAHARA, E. M.; HOYO, R. B.; BERBERT, A. Infiltração marginal em obturações de canais radiculares decorrentes de materiais obturadores. **Revista Paulista de Odontologia**, São Paulo, v.12, n.6, p.2-6, nov./dez. 1990.

LIMKANGWALMONGKOL , S.; BURTSCHER, P.; ABBOTT, P. V.; SANDLER, A. B.; BISHOP, B. M. A comparative study of apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.17, n.10, p.495-499, Out. 1991.

LIMKANGWALMONGKOL ,S.; ABBOTT, P. V.; SANDLER, A. B. Apical dye penetration with four root canal sealer and gutta-percha using longitudinal sectioning. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.18, n.11, p.535-539, Nov. 1992.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR., J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. Rio de Janeiro: Medsi, 1999. 650p.

McELROY, D. L. Physical properties of root canal filling materials. J. Amer. Dent. Assoc., v. 50, n. 4, p. 433-40, April, 1955. In: SAVIOLI, R. N. **Avaliação das propriedades físico-químicas de alguns tipos de cimentos endodônticos à base de óxido de zinco – eugenol**. 1998. 62p. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MOURA, A.A.M.; DABDAB, R.; MEIRELLES, S. T. S. Avaliação do nível de impermeabilização radicular externa frente ao estudo da permeabilidade dentinária apical. **Revista da pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.2, n.4, p. 250-258, out./nov./dez. 1995.

NUNES, E. **Influência do hidróxido de cálcio e do EDTA na marcação da infiltração marginal de azul de metileno em obturações de canais radiculares.** 1999. 124p. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru.

PETERS, L. B., HARRISON, J. W. A comparison of leakage of filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.25, p.273-278, Nov. 1992.

POMMEL, L.; CAMPS, J. In vitro apical leakage of System B compared with filling techniques. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.27, n.7, p. 449-451, Jul. 2001.

POMMEL, L.; ABOUT, I.; PASHLEY, D.; CAMPS, J. Apical leakage of four endodontic sealers. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 3, p. 208- 210, Mar. 2003.

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. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.16, n.8, p.369-374, Aug. 1990.

RAVANSHAD, S.; TORABINEJAD, M. Coronal dye penetration of apical filling materials after post space preparation. **Oral Surgery Oral Medical Oral Pathology**, St. Louis, v.74, n.5, p. 644-647, Nov. 1992.

RODA, R. S.; GUTMANN, J. L. Reliability of reduced air pressure methods used to assess the apical seal. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.28, n.3, p.154-162, May. 1995.

ROHDE, T. R.; BRAMWELL, J. D.; HUTTER, J. W.; ROAHEN, J. O. An in vitro evaluation of microleakage of a new root canal sealer. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.22, n.7, p.365-368, Jul. 1996.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; NAT, R.; PHILOS; HAAPASALO, M. P.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.29, n.9, p.595-601, Sep. 2003.

SAVIOLI, R. N. **Avaliação das propriedades físico-químicas de alguns tipos de cimentos endodônticos à base de óxido de zinco – eugenol.** 1998. 62p. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

SCHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. **Dental Clinics of North America**, Philadelphia, n.11, p.723-744, Nov. 1967.

SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; GARCIA FILHO, P. F. Avaliação "in vitro" das propriedades seladoras de três cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v.LI, n.1, p.37-40, jan./fev. 1994.

SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; RÔÇAS, I. N.; VALOIS, C. R. A. Apical sealing ability of five endodontic sealers. **Australian Endodontic Journal**, Melbourne, v.27, n.1, p.33-35, Apr. 2001.

SILVEIRA, F. F.; LEONARDO, M. R.; SILVA, L. A. B.; TANOMARU FILHO, M. Selamento apical de materiais obturadores com e sem emprego de curativo de demora. **Revista Paulista de Odontologia**, São Paulo, v. XXV, n.4, p.34-37, jul./ago. 2003.

SKINNER, R. L.; HIMEL, V. T. The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.13, n.7, p.315-317, Jul. 1987.

SOARES, I. M. L.; BRISTOT, A. Avaliação do selamento apical de obturações de canais radiculares realizadas com cimento hidróxido de cálcio. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n.1, p.34-36, mar./abr. 1996.

SPÅNGBERG, L. S. W.; ACIERNO, T. G., CHA, B. Y. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.15, n.11, p. 548-551, Nov. 1989.

TANOMARU FILHO, M.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. H.; AREKAKI, O. T.; NISHIYAMA, C.K. Avaliação do selamento apical de dois cimentos obturadores à base de hidróxido de cálcio. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n.3, p.2-4, jan./fev. 1996.

TANOMARU FILHO, M.; GRECCA, F. S.; CASTRO, E. T.; BONETTI FILHO, I. Capacidade de selamento apical do cimento Sealer 26 em diferentes consistências. **Revista da Associação Brasileira de Odontologia Nacional**, Rio de Janeiro, v.9, n.1, p.24-27, fev./ mar. 2001.

TIMPAWAT, S.; AMORNCHAT, C.; TRISUWAN, W. R. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.27, n.1, p. 36-39, Jan. 2001.

TORABINEJAD, M.; HANDYSIDES, R.; KHADEMI, A. A.; BAKLAND, L. K. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. **Oral Surgery Oral Medical Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, St. Louis, v.94, n.6, p.658-666, Dec. 2002.

VALOIS, C. R. A.; CASTRO, A. J. R. de. Comparação do selamento apical promovido por quatro cimentos endodônticos. **Jornal Brasileiro de Endodontia**, Curitiba, v.3, n.11, p.317-322, out./dez. 2002.

VAZ, R. R.; VECCHIO, G. M. F.; DUTRA, A. E. A.; CUSTÓDIO, A. L. N.; HORTA, H. G. P. Avaliação de alguns materiais impermeabilizantes utilizados na verificação de infiltração marginal. **Arquivos do Centro de Estudos do Curso de Odontologia de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, v.29, n.1, p.35-40, jan./jun. 1992.

WU, M.-K.; WESSELINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.26, n.1, p.37-43, Jan. 1993.

WU, M.-K.; FAN, B.; WESSELINK, P.R. Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.33, n.2, p.121-125, Mar. 2000.

WU, M.-K.; OZOK, A. R.; WESSELINK, P. R. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.33, n.4, p.340-345, Jul. 2000.

ZAKARIASEN, K. L.; SCOTT, D.; MORELA, D.; LONGMORE, G. Effect of methylene blue dye pH in apical leakage studies. **Journal of Dental Research**, Baltimore, abstract n.73, p.183, 1985.

ZMENER, O. Evaluation of the apical seal obtained with two calcium hydroxide based endodontic sealers. **International Endodontic Journal**, Oxford, v.20, n.2, p.87-90, Mar. 1987.

**ANEXO - Composição Química Dos Cimentos Obturadores Pesquisados**  
**(conforme informações de seus respectivos fabricantes)**

**1. INTRAFILL (S.S. White Artigos Dentários Ltda - Rio de Janeiro - RJ)**

**Pó:**

- Óxido de zinco
- Colofônia hidrogenada
- Carbonato de Bismuto
- Sulfato de Bário
- Borato de Sódio

**Líquido:**

- Eugenol
- Óleo de Amêndoas

**2. ENDOFILL (Dentsply Indústria e Comércio Ltda - Petrópolis - RJ)**

**Pó:**

- Óxido de zinco
- Resina hidrogenada
- Subcarbonato de Bismuto
- Sulfato de Bário
- Borato de Sódio

**Líquido:**

- Eugenol
- Óleo de Amêndoas Doces

**3- TARGET (Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos - Belo****Horizonte - MG)****Pó:**

- Óxido de zinco
- Tetraborato de Sódio
- Subcarbonato de Bismuto
- Sulfato de Bário
- Resina natural

**Líquido:**

- Eugenol

**4- SEALER 26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda - Petrópolis - RJ)****Pó:**

- Trióxido de Bismuto
- Hidróxido de Cálcio
- Hexametileno Tetramina
- Dióxido de Titânio

**Resina:**

- Epóxi Bisfenol