



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



José Flávio Affonso de Almeida

**Avaliação de diferentes cimentos endodônticos
quanto ao escoamento, obturação e selamento
marginal em canais laterais artificialmente
produzidos em dentes humanos.**

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

**Piracicaba
2005**

José Flávio Affonso de Almeida

**Avaliação de diferentes cimentos endodônticos quanto
ao escoamento, obturação e selamento marginal em
canais laterais artificialmente produzidos em dentes
humanos.**

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

Prof Dr. Francisco José de Souza Filho

Prof Dr. José Arlindo Otoboni Filho

Suplente:

Prof Dr. Caio Cezar Randi Ferraz

Piracicaba

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

| | |
|-------|---|
| AL64a | <p>Almeida, José Flávio Affonso de. Avaliação de diferentes cimentos endodônticos quanto ao escoamento, obturação e selamento marginal em canais laterais artificialmente produzidos em dentes humanos. / José Flávio Affonso de Almeida. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: Alexandre Augusto Zaia. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p style="text-align: center;">1. Endodontia. 2. Cimentos dentários. 3. Infiltração dentária. I. Zaia, Alexandre Augusto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. (mg/fop)</p> |
|-------|---|

Título em inglês: Evaluation of different endodontic sealers about flow rate, artificial lateral canal filling and microleakage

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): Endodontics; Dental cements; Dental leakage

Área de concentração: Endodontia

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Alexandre Augusto Zaia; Francisco José de Souza Filho; José Arlindo Otoboni Filho

Data da defesa: 18/02/2005

DEDICATÓRIA

À minha família: meus pais **Honor e Vera**, meus irmãos **Neto, Ana e João** e meu sobrinho **Gustavo**. A cada momento agradeço a oportunidade de estarem presentes em minha vida. Poder amá-los incondicionalmente torna menos penosa a construção de um ideal. É muito gratificante fazer parte dessa família. Amo muito vocês.

À **Melaine**. Poucas pessoas não apenas marcam a vida de outras; são capazes de enobrecer cada momento convívio e fazer surgir sentimentos puros e singelos.

Aos meus amigos **João Paulo, Ricardo, Rafael, Paulo Henrique e Guilherme**. A amizade cultivada nos ajuda a vencer barreiras e nos incentiva a seguir em frente. Nossa convivência me trouxe paz e descontração nesses anos distantes de minha família.

Ao meu orientador, **Prof. Alexandre Augusto Zaia**, pelos ensinamentos transmitidos que foram de extrema importância para meu crescimento pessoal e profissional. Pela paciência, generosidade e amizade.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, que ilumina meus caminhos e me proporciona saúde, esperança e companhia em todos os momentos.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas, na pessoa de seu diretor, **Prof. Dr. Thales de Mattos Rocha Filho**.

Ao **Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen**, coordenador geral do curso de Pós-Graduação da FOP – UNICAMP.

Ao **Prof. Dr. Roger Wiliam Fernandes Moreira**, coordenador do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP – UNICAMP.

Aos docentes da Endodontia, **Prof. Luiz Valdrighi**, **Prof. Francisco José de Souza Filho**, **Profa. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes** e **Prof. Caio Cezar Randi Ferraz** por terem compartilhado sua experiência e amizade.

Aos colegas de mestrado **Juliana**, **Vanessa**, **Neylla**, **Adriana** e **Marcelo** que me acompanharam em todos os momentos durante esses anos de formação. Pela dedicação na busca de uma convivência pacífica e fraternal.

Aos colegas de pós-graduação, **Danna**, **Maraísa**, **Ana Carolina**, **Renata**, **Tetis**, **Daniel**, **Fábio**, **Cícero**, **Morgana**, **Rogério**, **Iadasa**, **Éricka**, **Helena**, **Júlio** e **Ronaldo**, pelos momentos de aprendizado, harmonia e descontração vividos nestes anos.

Ao meu amigo **Douglas**, pelo auxílio na realização dos trabalhos de pesquisa e pelos momentos de orientação e estímulo para o meu crescimento profissional.

Aos funcionários, ***Maria Aparecida D. Buscariol***, ***Denize Lumena de Pinho***, ***Adailton dos Santos Lima*** e especialmente ao ***Rubens Marques Payão***, pelo auxílio e amizade durante esse período de formação.

À ***Heloísa Maria Cecotti***, pela colaboração na busca do embasamento necessário para elaboração deste trabalho, pelo auxílio em sua formatação e pelos momentos de descontração em fases tão desgastantes.

Ao **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)**, pela oportunidade de realização desse trabalho.

Ao **Prof. Marcelo Hirai (SENAI)**, que tanto colaborou para execução dessa pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto**, pelo auxílio na composição do material desse trabalho.

À **CAPES** e à **FAEP** pelo apoio financeiro.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| 1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 1.1 Escoamento dos cimentos endodônticos | 4 |
| 1.2 Canais laterais, acessórios e secundários | 8 |
| 1.3 Obturação de canais laterais, secundários e acessórios | 13 |
| 1.4 Selamento marginal das obturações endodônticas | 17 |
| 2 PROPOSIÇÃO | 22 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 23 |
| 3.1 Cimentos | 23 |
| 3.2 Análise da capacidade de escoamento dos cimentos | 23 |
| 3.2.1 Especificação 57 da American Dental Association | 23 |
| 3.2.2 Especificação ISO 6876 | 25 |
| 3.3 Análise da obturação e selamento marginal em canais laterais produzidos artificialmente em dentes humanos | 25 |
| 3.4 Obturação dos canais laterais artificiais | 31 |
| 3.5 Infiltração de corante | 33 |
| 4 RESULTADOS | 35 |
| 4.1 Escoamento dos cimentos segundo especificação n.º 57 da ADA | 35 |
| 4.2 Escoamento dos cimentos segundo especificação n.º 6876 da ISO | 36 |
| 4.3 Obturação de canais laterais artificiais | 38 |
| 4.4 Infiltração de corante | 48 |
| 5 DISCUSSÃO | 53 |
| 5.1 Análise da capacidade de escoamento dos cimentos | 53 |
| 5.2 Análise da obturação e selamento marginal em canais laterais produzidos artificialmente em dentes humanos | 59 |
| 6 CONCLUSÃO | 72 |
| REFERÊNCIAS | 73 |
| ANEXOS | 87 |

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar capacidade de escoamento, obturação e selamento marginal contra infiltração de corantes em canais laterais artificialmente produzidos em dentes humanos, utilizando seis diferentes cimentos empregados em Endodontia (Pulp Canal Sealer (EWT), Endométhasone, Target H&D, Sealapex, Sealer 26 e AH Plus). O escoamento dos cimentos foi testado seguindo as normas internacionais n.º 57 da American Dental Association (ADA) e 6876 da International Organization for Standardization (ISO). Com auxílio de brocas de 0,1mm de diâmetro, dois canais laterais foram confeccionados em 82 raízes dentais, sendo um no terço médio e outro no terço apical do canal radicular. As raízes foram obturadas com a técnica da condensação lateral e radiografadas digitalmente no sentido vestibulo-lingual. Após 48h, as raízes foram imersas em tinta nanquim por 24h e diafanizadas. Os testes de escoamento dos cimentos demonstraram que os cimentos Pulp Canal Sealer (EWT), AH Plus e Target H&D foram capazes de cumprir com as recomendações 57 da ADA e 6876 da ISO. Os cimentos Sealapex e Sealer 26 cumpriram com a recomendação da ADA mas não cumpriram com a ISO. O Endométhasone não apresentou o escoamento mínimo exigido pelas duas recomendações. Os preenchimentos dos canais laterais analisados através de radiografia digital, diafanização e infiltração de corantes apresentaram índices estatisticamente semelhantes para todos os cimentos testados. A comparação estatística entre os índices de infiltração de corante dos cimentos demonstrou que os cimentos AH Plus e Sealapex permitiram menos infiltração do que o cimento Pulp Canal Sealer (EWT). A análise radiográfica não foi eficiente em demonstrar a obturação dos canais laterais artificiais em aproximadamente 20% dos casos. As taxas de escoamento requeridas pelas normas 57 da ADA e 6876 da ISO não demonstraram relação direta com a capacidade dos cimentos testados em obturar canais laterais artificiais de 0,1mm de diâmetro.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the flow rate, the filling and dye leakage in artificial lateral canals using 6 different sealers (Pulp Canal Sealer (EWT), Endométhasone, Target H&D, Sealapex, Sealer 26 e AH Plus). The flow rate was analyzed through 57 American Dental Association (ADA) and 6876 International Organization for Standardization (ISO) specifications. Two lateral canals were produced in the medium and apical third of 82 dental roots with 0,1mm drills. Lateral condensation and the sealers were used to fill the root canals and buccolingual digital radiographs were performed. After 48h the roots were immersed in Indian ink and cleared in methyl salicylate. Pulp Canal Sealer (EWT), AH Plus and Target H&D were able to accomplish with 57 ADA and 6876 ISO specifications. Sealapex and Sealer 26 accomplished with 57 ADA specification but not with 6876 ISO. Endométhasone were not able to accomplish with any specifications. Lateral canal fillings evaluated by radiograph, clearing technique and dye leakage were statistically similar for the 6 sealers tested. The dye leakage demonstrated that AH Plus and Sealapex permitted less leakage than Pulp Canal Sealer (EWT). This data were statistically significant. The radiograph was not able to demonstrate the filling of lateral canal in approximately 20%. There is no correlation of the flow rate required by the 57 ADA and 6876 ISO specifications and the sealers ability to fill 0.1mm artificial lateral canals.

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento endodôntico constitui uma seqüência de procedimentos clínicos inter-relacionados que tem como objetivo final restabelecer a integridade dos tecidos perirradiculares e a preservação do elemento dental. Após descontaminação e limpeza do sistema de canais radiculares pelo preparo químico-mecânico, é necessário um completo vedamento do espaço para evitar uma recontaminação do canal radicular. A obturação é, portanto, um requisito fundamental para o sucesso da terapia endodôntica e manutenção do dente. Uma adequada obturação previne percolação e microinfiltração de exsudatos perirradiculares para o interior dos canais radiculares, bem como previne re-infecções, favorecendo a reparação biológica da região perirradicular. Um índice de aproximadamente 60% dos fracassos endodônticos foi atribuído a obturações incompletas ou inadequadas (Dow & Ingle, 1955).

A busca de sucesso clínico tem estimulado modificações na fase da obturação como o uso de novos cimentos e de técnicas de obturação diferentes da condensação lateral (Callahan, 1914). Cimentos com diferentes composições como os cimentos contendo hidróxido de cálcio ou os resinosos, conjuntamente com técnicas como a condensação vertical de Schilder (1967), a técnica híbrida de Tagger (1984), a compressão hidráulica vertical de De Deus (1992), a Onda contínua de condensação de Buchanan (1994) e outras, como a técnica do cone único modelado (Cortez, 2002), representam a evolução e as modificações buscadas a fim de cada vez mais aprimorar o preenchimento das irregularidades e ramificações do sistema de canais radiculares e preservar os benefícios alcançados com os procedimentos de limpeza e descontaminação.

Assim, para que se obtenha uma obturação satisfatória e conseqüentemente sucesso na terapia endodôntica, é necessário uma boa técnica de obturação conjuntamente com um cimento obturador que tenha boas propriedades físicas e biológicas.

1.1 Escoamento dos cimentos endodônticos

Um cimento endodôntico ideal deve apresentar, entre outras propriedades, baixa viscosidade e bom escoamento para preencher as irregularidades do canal radicular e os espaços existentes entre os cones de gutapercha e as paredes dentinárias, aumentando a probabilidade de se obter um bom selamento do sistema de canais radiculares (Siqueira Jr *et al.*, 2000). O escoamento de um cimento é definido por Grossman (1976) como a consistência do cimento que confere capacidade de penetração nas estreitas irregularidades da dentina e que constitui um importante fator na obturação de canais laterais ou acessórios.

Um bom escoamento do cimento endodôntico melhora também a capacidade de descontaminação do canal radicular, pois permite ao cimento alcançar áreas no sistema de canais como irregularidades e ramificações. Esse preenchimento das irregularidades associado ao poder antimicrobiano dos cimentos, é teoricamente capaz de eliminar microorganismos presentes nessas regiões (Siqueira Jr *et al.*, 2000), que muitas vezes, são impossíveis de serem atingidas pela instrumentação. Dessa forma, a utilização de cimentos endodônticos que possuem atividade antimicrobiana e um bom escoamento pelas complexidades do canal radicular pode também auxiliar no controle microbiano do sistema de canais radiculares.

Diversas metodologias são utilizadas para testar a capacidade de escoamento dos cimentos endodônticos. Entretanto, a utilização de normas internacionais para verificar a capacidade de escoamento dos cimentos oferece referência concreta para padronizar os testes de avaliação física dos materiais endodônticos (Salazar Silva *et al.*, 1996), possibilitando a reprodução dos testes realizados e a realização de comparações entre os diferentes materiais (Mendonça *et al.*, 2000).

As recomendações da American Dental Association (ADA) talvez sejam as mais utilizadas nos trabalhos que buscam verificar as propriedades físicas dos cimentos endodônticos (Moraes *et al.*, 1989; Motta *et al.*, 1992; Savioli *et al.*, 1994,

2000; Silva *et al.*, 1995; Salazar Silva *et al.*, 1996; Mendonça *et al.*, 2000). Diferentes especificações e adaptações das mesmas também são encontradas na literatura como referências para a execução dos testes de escoamento.

A especificação n.º 57 da ADA (1983) determina, para o teste de escoamento, que um volume de 0,5 ml de cimento seja colocado entre duas placas de vidro e um peso de 100g posicionado sobre a placa. Após 10 minutos do início da espatulação do cimento faz-se a mensuração do diâmetro do disco comprimido. Segundo essa especificação, um cimento endodôntico apresenta bom escoamento quando alcançar taxa maior ou igual a 25mm. A especificação n.º 16 da ADA difere da citada anteriormente na carga utilizada e por ser recomendada para materiais de moldagem à base de óxido de zinco e eugenol.

Diferentemente dos testes recomendados pela ADA, o teste de escoamento vertical consiste na colocação de quantidade determinada de cimento em uma das extremidades de uma placa de vidro, que deve ser posicionada verticalmente. Após vários períodos de tempo faz-se a mensuração do escoamento de cimento.

A avaliação do cimento Sealapex, através de uma adaptação da especificação n.º 16 da ADA, demonstrou que a taxa de escoamento desse cimento foi 33,5mm quando o teste aplicava carga de 120g e de 42,6mm quando uma carga de 520g era aplicada. O escoamento desse cimento foi adequado e uniforme e o peso utilizado influenciou a taxa de escoamento alcançada (Moraes *et al.*, 1989). Esses dados são divergentes dos encontrados pelo teste de escoamento vertical (uma norma não padronizada internacionalmente), onde o cimento Sealapex apresentou escoamento nulo ou discreto (Birman *et al.*, 1990; Guimarães *et al.*, 1999).

Estudo realizado por Motta *et al.* (1992) mostrou através de adaptações das especificações 8 e 16 da ADA que o cimento Endométhasone demonstrou taxa de escoamento de 20mm após 15 minutos de realização do experimento. Quando utilizada a especificação recomendada para materiais obturadores endodônticos (n.º 57 da ADA, 1983), esse cimento apresentou variação quanto ao

escoamento em relação ao lote de fabricação. Um dos lotes não apresentou escoamento (22,54mm) suficiente para satisfazer a recomendação e apesar do outro demonstrar escoamento suficiente, a taxa de escoamento (25,3mm) ficou muito próxima do mínimo exigido (Savioli *et al.*, 2000).

Pela falta de especificações para materiais obturadores de canais radiculares nos anos 70, Benatti *et al.* (1978) utilizaram uma adaptação da especificação n° 8 do Grupo Brasileiro de Materiais Dentários para Materiais de Impressão, para analisar algumas propriedades físicas de cimentos obturadores de canais radiculares. O teste de escoamento consistia na manipulação de 0,5 ml de cimento, colocação entre duas placas de vidro envoltas com papel celofane e um peso de 500g posicionado em cima da placa. Como o peso dessa placa era de aproximadamente 20g, a carga total sobre o cimento era de 520g.

Essa adaptação foi utilizada por alguns autores para verificar a taxa de escoamento de vários cimentos endodônticos. Os cimentos contendo hidróxido de cálcio (Sealapex, Apexit e Sealer 26) foram comparados ao cimento de Grossman segundo essa metodologia. O Sealapex apresentou menor taxa de escoamento (2,71cm) enquanto o Sealer 26 (3,42cm) apresentou escoamento superior aos outros cimentos testados. Apesar do cimento Sealapex apresentar menor taxa de escoamento, os dados indicaram que os cimentos contendo hidróxido de cálcio testados apresentam boas propriedades físico-químicas quando comparados aos cimentos de óxido de zinco e eugenol comumente utilizados em Endodontia (Siqueira *et al.*, 1995).

Novamente há divergências entre esses resultados e os encontrados pelo teste de escoamento vertical que demonstrou diferenças acentuadas de escoamento entre o cimento Sealapex e Sealer 26. Enquanto o Sealapex apresentou escoamento nulo, o Sealer 26 apresentou escoamento de aproximadamente 40mm (Guimarães *et al.*, 1999).

A metodologia proposta por Benatti *et al.* (1978) foi capaz de demonstrar também que os cimentos como AH Plus e Pulp Canal Sealer (EWT) apresentaram melhor taxa de escoamento quando comparados com cimento de

Grossman, ThermaSeal, Sealer 26, e Sealer Plus (Siqueira Jr *et al.*, 2000). Os dados encontrados por essa metodologia para os cimentos Pulp Canal Sealer (EWT) e Sealer 26 foram ratificados em outro estudo que demonstrou que o cimento Pulp Canal Sealer apresentou melhor escoamento que os cimentos Sealer 26 e Sealapex. O teste de escoamento vertical também demonstrou que o cimento Pulp Canal Sealer apresentou escoamento bem superior aos outros cimentos testados (Guimarães *et al.*, 1999).

Outra recomendação para materiais seladores do canal radicular, a ISO 6876 (2001), em seu teste de escoamento difere da especificação n.º 57 da ADA (1983) apenas no volume de cimento utilizado (0,05 ml) e na taxa de escoamento requerida (20mm). Essa especificação foi utilizada para testar a influência do acréscimo do hidróxido de cálcio nas propriedades físicas e seladoras dos cimentos Sealapex, Canals, Canals- N e Ketac Endo. Apesar do acréscimo do hidróxido de cálcio apresentar tendência de diminuir a taxa de escoamento para a maioria das amostras, os cimentos foram capazes de cumprir com as exigências da recomendação utilizada (Hosoya *et al.*, 2004).

Através da observação dos dados obtidos pelos testes de escoamento dos cimentos endodônticos pode-se notar que os cimentos mostram-se divergentes em relação às suas propriedades físicas e que a utilização de normas como a 57 da ADA (1983) e a 6876 da ISO (2001) para a comparação entre os resultados dos testes realizados apresenta parâmetros mais adequados.

Segundo Siqueira Jr *et al.* (2000), não há dúvidas que cimentos com maior escoamento seriam mais recomendados para uso endodôntico. Entretanto, Holland & Murata (1995), analisando cimentos contendo hidróxido de cálcio, observaram que apesar de descrito como tendo baixo escoamento, apresentaram escoamento suficiente para preencher todo sistema de canais radiculares durante a obturação pela técnica da condensação lateral.

Assim, além da utilização de normas para verificar o escoamento desses materiais, é necessário a realização de novos estudos em dentes humanos que comprovem se as taxas de escoamento requeridas por esses testes

são compatíveis com a capacidade dos cimentos em obturar eficientemente todo o sistema de canais radiculares.

1.2 Canais laterais, acessórios e secundários

A necessidade de uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares está relacionada não só com a presença de istmos e irregularidades nas paredes do canal radicular, mas também com ramificações do canal principal.

A comunicação entre a polpa e os tecidos periodontais pode ocorrer no forame apical, assim como na superfície lateral da raiz por meio de canais laterais, secundários ou acessórios (De Deus, 1975). Como o forame apical e os canais laterais são áreas de comunicação da polpa dental com o periodonto, as doenças da polpa dental podem produzir mudanças nos tecidos periodontais; sendo mais raro a ocorrência de alterações pulpares por doenças periodontais (Tornech, 2001).

O tecido pulpar necrótico e contaminado representa um importante papel na instalação de um problema periodontal localizado (Barkhordar & Stewart, 1990). Apesar de Barthel *et al.* (2004) não encontrarem relação, através de análise histológica, entre canais acessórios não preenchidos por material obturador e o estado de inflamação no periápice, a presença de canais laterais contaminados e não preenchidos pela obturação também pode ocasionar e perpetuar uma lesão periodontal. Kirkham (1975) demonstrou que 8,7% dos canais laterais ou acessórios encontrados em seu estudo estavam localizados dentro de bolsas periodontais.

Da mesma forma, outros trabalhos têm demonstrado fracassos do tratamento endodôntico devido a um insucesso na obturação de canais laterais, necessitando, em muitos casos, de uma apicectomia ou mesmo extração do elemento dental (Seltzer *et al.*, 1967; Weine, 1984).

Quando observamos a obturação de canais laterais adjacentes a uma lesão perirradicular localizada lateralmente à raiz dental pode-se verificar sua

regressão (Xu & Zhang, 1984), enfatizando assim a importância do preenchimento dessa ramificação do canal principal.

A formação dos canais laterais, secundários ou acessórios tem sido atribuída a um defeito na bainha epitelial de Hertwig durante o desenvolvimento da raiz no local de um vaso sanguíneo amplo (Sicher, 1962; Seltzer, 1971).

Apesar dos canais laterais, secundários e acessórios possuírem o mesmo destino, se diferenciam principalmente pela região em que ocorrem ou em que iniciam o seu desenvolvimento. O canal lateral se prolonga do canal principal para o ligamento periodontal mais freqüentemente no terço médio do que no terço cervical. Embora usualmente o canal lateral possua uma ligeira inclinação para o ápice, algumas vezes pode apresentar-se completamente perpendicular ao canal principal. O canal secundário se estende do canal principal para o ligamento periodontal na região apical e o acessório é derivado do canal secundário ramificando para o ligamento periodontal obviamente também na região apical (De Deus, 1975; Weine, 1984).

Para avaliar a incidência dessas ramificações, diversos estudos foram realizados em diferentes grupos de dentes, metodologias e populações. A presença dessas ramificações têm sido reportada com incidências de 3,2% (Gulabivala *et al.* 2002), 27,4% (DeDeus, 1975), 45% (Rubach & Mitchell 1965), 59,5% (Vertucci, 1984).

Quando populações diferentes são analisadas, observam-se divergências na incidência dessas ramificações do canal principal no mesmo grupo de dentes. Os primeiros molares inferiores de indígenas birmaneses apresentam taxas de ramificações de 18,4% (Gulabivala *et al.*, 2001) enquanto que nos indígenas tailandeses as taxas são bem inferiores, alcançando índices de apenas 3,2% (Gulabivala *et al.*, 2002).

Índices variados também são encontrados quando grupos de dentes são comparados na mesma população, como na de indígenas birmaneses que apresentam taxas de 18,4% para primeiros molares inferiores (Gulabivala *et al.*, 2001) e de 8.1% para os primeiros molares superiores (Ng *et al.*, 2001).

O estudo de infiltração de corantes e posterior diafanização dos espécimes para evidenciar as irregularidades do sistema de canais radiculares tem um considerável valor no estudo da anatomia dos canais pois fornece uma visão tri-dimensional em relação à superfície externa do dente (Barker *et al.*, 1969).

Como a variação entre as metodologias e as populações em estudo é grande, trabalhos que apresentam metodologias consagradas como a diafanização e número de amostras significativo, oferecem melhores parâmetros para nos referenciar aos índices de ocorrência dessas ramificações. Vertucci em 1984, analisou através de infiltração de corante e diafanização 2400 dentes pertencentes a todos os grupos dentais. Encontrou ramificações do canal principal em todos os tipos de dentes estudados que variavam de 18% no lateral inferior chegando até 59,5% no segundo pré-molar superior.

Como a diferença entre as populações pode acarretar índices variados de ocorrência dessas ramificações, adotar os achados de De Deus (1975) como referência para a população brasileira parece ser o mais indicado. Em seu estudo, a presença de ramificações foi encontrada em 27,4% dos 1140 dentes estudados através de infiltração de corante e diafanização; sendo que 10,4% eram canais laterais, 16,4% canais secundários e 0,6% canais acessórios.

Quando a análise da superfície externa da raiz dental na região apical foi feita através de microscopia eletrônica de varredura em diferentes grupos dentais, apresentou incidências de foraminas acessórias entre 43,47% nas raízes mesiais de molares inferiores até 84,95% em pré-molares inferiores. Esses índices poderiam ser maiores pois os autores consideraram como foramina acessória apenas aquelas com diâmetro menor que 100 micrometros, descrevendo como foramina principal as que apresentavam diâmetros maiores que esses, independentemente se fossem mais do que uma. Todos os grupos dentais apresentaram mais que um forame com exceção das raízes palatinas de molares superiores e raízes distais de molares inferiores (Morfis *et al.*, 1994), o que difere dos achados Gutierrez & Aguayo (1995) que encontraram a presença de mais um

forame apical em todos os grupos dentais. A presença de mais que um forame apical pode demonstrar um número maior de canais na raiz ou a presença de ramificações do canal principal que se comunicam com o ligamento periodontal.

Esses índices de presença de foraminas acessórias na região apical das raízes dentais não puderam ser encontrados por outro método de análise da superfície externa da raiz. Através de estereomicroscópio com aumento de 40 vezes, os maiores índices encontrados de foraminas acessórias foi de 33% nas raízes méso-vestibulares de molares superiores, mesmo que fosse adotado o mesmo critério em relação ao diâmetro para definir foramina acessória (Marroquin *et al.*, 2004).

Diferentemente das metodologias citadas anteriormente, a análise radiográfica apresenta taxas de incidências das ramificações do canal principal bem inferiores às encontradas nos estudos de infiltração de corante e diafanização ou mesmo de microscopia eletrônica de varredura. Zillich & Dowson (1973) após estudar radiograficamente 2331 pré-molares inferiores, demonstraram que apenas 1,5% dos dentes estudados apresentavam canais acessórios nos primeiros pré-molares e 1,8% de dentes apresentavam canais laterais. Já nos segundos pré-molares, demonstraram que 9,7% dos dentes apresentavam canais acessórios e 3,4% canais laterais.

A baixa incidência da presença das ramificações demonstradas pela radiografia pode ser enfatizada com a comparação do exame radiográfico com a análise histológica dos dentes em estudo. Altman *et al.* (1970) demonstraram a presença de canais acessórios em 30% dos incisivos centrais superiores através do exame radiográfico realizado nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal; taxa essa bem superior às encontradas por Zillich & Dowson (1973). Já os achados histológicos demonstraram canais que proporcionavam a continuidade do canal principal com o ligamento periodontal em 75% dos 20 dentes estudados.

Da mesma forma, a comparação entre a técnica radiográfica e a diafanização para estudar anatomia dental apresentou divergência principalmente na identificação de ramificações do canal principal (Omer *et al.*, 2004).

Assim como a imagem radiográfica convencional, a utilização de métodos radiográficos digitais para a identificação da presença de ramificações do canal principal ainda é considerada de baixa eficiência, mesmo com a utilização de contraste no interior do sistema de canais radiculares, com o uso da magnificação e da utilização de inversão de imagens (Scarfe *et al.*, 1995). Da mesma forma que o sistema digital também foi considerado semelhante ao filme convencional para a determinação do comprimento do canal radicular (Shearer *et al.*, 1990). A observação desses dados ratifica a afirmação de Altman *et al.* (1970) que o exame radiográfico não é capaz de diagnosticar a presença de ramificações do canal principal.

Apesar da grande variação encontrada em todos os trabalhos que estudam a anatomia dental, o fato das ramificações do canal principal ocorrerem principalmente no terço apical da raiz tem sido um achado freqüente, independentemente da metodologia, grupo de dente ou população estudada (De Deus, 1975; Vertucci 1978; Vertucci & Gegauff, 1979; Vertucci, 1984; Kartal & Yanikoglu, 1992; Gulabivala *et al.*, 2001; Ng *et al.*, 2001; Gulabivala *et al.*, 2002)

Enquanto os trabalhos de microscopia eletrônica de varredura demonstram que os forames acessórios podem ser encontradas na região de furca de molares com diâmetros que variam de 0,004 mm até 0,720 mm (Perlich *et al.*, 1981; Vertucci & Anthony, 1986; Goldberg *et al.*, 1987), a análise da região apical da raiz dental demonstra forames acessórios com diâmetros de 0,038 mm até 0,053 mm (Morfis *et al.*, 1994). Entretanto, como citado anteriormente, esses autores classificaram como forame acessório apenas aqueles com diâmetro menor que 100 micrometros, descrevendo como forame principal as que apresentavam diâmetros maiores que esses, independentemente se fossem mais do que um. Dessa forma, a variação de diâmetro provavelmente teria seu limite máximo baseado no tamanho descrito para os forames principais, entre 0,210 a 0,392 mm.

O estudo de Kasahara *et al.* (1990) demonstrou através de infiltração de corantes e diafanização de 510 incisivos centrais superiores, que a maioria das

576 ramificações do canal principal encontradas orientavam-se para a face vestibular, mesial e méso-vestibular dos dentes estudados. Das 576 ramificações, 56,4% possuíam diâmetro menor que uma lima de número 10; 24,7% apresentaram diâmetros semelhantes ao tamanho de uma lima 10; 9,7% semelhantes a uma lima 15. Dessa forma, cerca de 90% das ramificações apresentaram espessuras menores ou iguais a 0,15 mm.

Devido à alta incidência e pequeno diâmetro das ramificações, durante a realização da obturação, é evidentemente importante que o cimento empregado apresente um grau de escoamento suficiente para penetrar em toda a extensão do canal lateral e que a técnica de obturação seja eficiente em, conjuntamente com o cimento, selar o sistema de canais radiculares.

1.3 Obturação de canais laterais, secundários e acessórios

Com o objetivo de elucidar qual a melhor técnica e cimento obturador de canais radiculares que podem eficientemente preencher as ramificações do canal principal, diversos estudos têm sido realizados com a utilização de amostras de dentes que possuam comprovadamente canais laterais, secundários ou acessórios ou através da produção artificial dessas ramificações.

A utilização de dentes naturais com presença de ramificações do canal principal permitiu que Goldberg *et al.* (1986) comprovassem que o uso do EDTA como solução irrigadora durante o preparo do canal radicular é mais eficiente em permitir a obturação de canais laterais do que o uso do hipoclorito de sódio 5% e da água.

De maneira semelhante, ao uso de soluções quelantes após a instrumentação dos canais para remoção da camada de “smear layer”, tem sido atribuído uma melhora na penetração de cimento a base de óxido de zinco e eugenol em ramificações naturais do sistema de canais com obturação de 90% delas (Holland *et al.*, 1988).

O estudo de Villegas *et al.* (2002), também realizado em ramificações naturais do canal principal, encontrou que a realização do preparo dos canais

radiculares sem irrigação ou com a irrigação através de água; hipoclorito de sódio 6% e com a mesma concentração de hipoclorito de sódio associado à irrigação final com EDTA, apresentam índices de preenchimento das ramificações do canal principal diferentes. A instrumentação realizada sem irrigação e com irrigação com água demonstrou taxas de preenchimento semelhantes estatisticamente (22,3% e 21,8% respectivamente). Da mesma forma, diferentemente ao relatado no trabalho de Holland *et al.* (1988), a irrigação com hipoclorito de sódio isoladamente e em associação com EDTA, apesar de apresentarem índices diferentes de preenchimento (53,5% e 68,1% respectivamente), não apresentaram diferenças estatísticas entre elas. Esses autores ainda destacam que o único grupo que apresentou preenchimento de todas as ramificações, mesmo que parcialmente, foi a associação do hipoclorito de sódio ao EDTA.

A utilização de guta-percha termoplastificada conjuntamente com cimento obturador foi eficiente na obturação de 61,53% das ramificações naturais do canal principal encontradas em incisivos centrais e laterais inferiores (Karagöz-Küçükay, 1994), enquanto que a técnica termoplastificada Thermafil não apresentou diferença estatística em relação à condensação lateral na obturação dessas ramificações (Clark & ElDeeb, 1993).

Quando a técnica de obturação com guta-percha termoplastificada foi utilizada para comparar a eficácia dos cimentos AH Plus e Pulp Canal Sealer em obturar as ramificações dos canais principais, índices variados de obturação foram encontrados nos três diferentes terços do canal radicular. Taxas maiores de obturações aceitáveis foram alcançadas no nível coronário quando comparadas ao terço apical. Entretanto, em relação aos cimentos obturadores, a análise estatística demonstrou que independente do terço em que ocorria a ramificação do canal principal, o cimento AH Plus alcançou maiores taxas de preenchimento em relação ao Pulp Canal Sealer. A maior diferença entre os cimentos foi encontrada no terço apical em que o AH Plus apresentou 73,2% das ramificações com algum tipo de material obturador em seu interior, mesmo que preenchendo parcialmente.

O cimento Pulp Canal Sealer apresentou apenas 41,9% das ramificações com presença parcial ou completa de material obturador (Venturi *et al.*, 2003).

Devido à dificuldade em se obter dentes com ramificações naturais do canal radicular para estudo, alguns pesquisadores têm produzido esses canais artificialmente, utilizando tanto blocos de resina (Himel & Cain, 1993; Reader *et al.*, 1993; Dulac *et al.*, 1999; Silver *et al.*, 1999) como dentes naturais (Siqueira Jr, 1993; Holland & Murata, 1995; Bramante & Fernandez, 1999; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004).

A utilização de blocos de resina para a confecção de ramificações artificiais do canal principal permite a obtenção de um modelo padronizado de tamanho similar a um canal lateral, secundário ou acessório (Reader *et al.*, 1993). As diferentes angulações em que esses canais podem ser produzidos também são vantagens encontradas para esses modelos que têm sido utilizados principalmente para comparar a eficiência das técnicas de obturação do canal radicular em preencher as ramificações presentes com guta-percha ou cimento.

Os estudos que comparam a condensação lateral convencional (a frio) com as técnicas que produzem termoplastificação do material obturador mostram que a condensação lateral produz preenchimento das ramificações do canal em blocos de resina apenas com cimento obturador (Reader *et al.*, 1993; Dulac *et al.*, 1999).

Reader *et al.* (1993) observaram que em técnicas de obturações termoplastificadas, é encontrado uma quantidade maior de guta-percha no interior de canais laterais em comparação ao cimento empregado. Entretanto, todas as técnicas de obturação se mostraram eficientes em preencher as ramificações com guta-percha ou pelo menos com cimento obturador (Reader *et al.*, 1993; Dulac *et al.*, 1999; Himel & Cain, 1999).

Apesar da facilidade em se obter canais laterais de pequeno diâmetro (0,1mm) em blocos de resina, a textura superficial e a condição da resina podem influenciar positivamente ou negativamente as propriedades de escoamento da guta-percha e do cimento obturador (Dulac *et al.*, 1999). Por isso, deve-se estar

atento às limitações em usar blocos de resina ao invés de dentes naturais (Reader *et al.*, 1993). Devido à dificuldade em comparar a resina com dentina, o uso de dentes naturais seria um modelo mais adequado para o estudo com canais laterais (Goldberg *et al.*, 2001).

Dessa forma, diversos trabalhos produziram canais laterais artificiais em dentes naturais para obter modelos experimentais e estudar melhores maneiras de conseguir a obturação dos mesmos. Devido à dificuldade em se obter perfurações muito diminutas em dentes naturais, elas são realizadas com diâmetro que variam de 0,5mm (Siqueira Jr, 1993) até 0,15mm (Holland & Murata, 1995; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004).

Em 1993, Siqueira Jr confeccionou canais laterais com brocas $\frac{1}{4}$ (0,5mm de diâmetro) para verificar a qualidade das obturações realizadas pelas técnicas de condensação lateral e híbrida de Tagger. Apesar de estatisticamente significativa, os resultados das técnicas alcançaram altos índices de êxito na obturação dos canais com 88,3% de obturação das ramificações para condensação lateral e de 98,4% para a técnica de Tagger. De maneira semelhante aos achados em blocos de resina acrílica, a técnica de obturação termoplastificada obturou 95% dos canais com guta-percha.

A confecção de canais laterais com diâmetro amplos, apesar de deixar evidente algumas vantagens a respeito das propostas dos trabalhos realizados (Siqueira Jr, 1993), está muito distante dos diâmetros das ramificações naturais; pois cerca de 90% dessas possuem diâmetro menor ou igual 0,15mm (Kasahara *et al.*, 1990).

A influência do tamanho das ramificações na capacidade de técnicas e materiais obturadores atingirem seu objetivo de selar eficientemente o sistema de canais radiculares foi observada por Holland & Murata (1995). Os autores utilizaram dentes que tinham ramificações naturais do canal principal no terço apical e ainda confeccionaram canais laterais com diâmetro de 0,15mm, para observar que os canais produzidos foram todos obturados enquanto que as ramificações apicais foram obturadas em 80% com os cimentos N-Rickert e Apexit

e 90% com o Sealapex. Os autores atribuíram as diferenças de resultados ao menor diâmetro das ramificações naturais do canal radicular.

A análise de canais laterais artificialmente produzidos com diâmetro de 0,15mm também foi capaz de constatar que técnicas de termoplastificação da guta-percha foram mais eficientes para o preenchimento de canais laterais em relação à técnica de condensação lateral (Goldberg *et al.*, 2001) e que a utilização de curativo de hidróxido de cálcio pode diminuir a ocorrência de obturação das ramificações do canal radicular (Goldberg *et al.*, 2002).

A influência do uso de uma solução quelante na obturação de ramificações naturais do canal principal constatada por Goldberg *et al.* (1986) e Holland *et al.* (1988), não foi considerada por Goldberg *et al.* (2001, 2002) que realizaram seus trabalhos sem uso dessa solução para remover a camada de “smear layer” e buscar melhores taxas de preenchimento dos canais laterais.

Diferenças estatisticamente significantes não foram encontradas quando o uso da solução quelante foi comparado com a utilização de laser de baixa potência ou mesmo com a associação de ambos para posterior obturação de canais laterais confeccionados com diâmetro 0,15mm. Mesmo que a obliteração causada pelo laser ocorresse pelo menos parcialmente em alguns canais laterais, a técnica híbrida de Tagger e o bom escoamento do cimento AH Plus proporcionaram o preenchimento dos canais laterais. Dessa forma, como diferenças não foram encontradas, há uma relação custo benefício favorável ao EDTA devido ao custo elevado do laser (Moraes *et al.*, 2004).

Embora os testes de preenchimento das ramificações do canal principal ofereçam parâmetros quanto às técnicas e cimentos que podem eficientemente preenchê-las, ainda resta a dúvida quanto ao selamento obtido em suas obturações (Weine, 1984).

1.4 Selamento marginal das obturações endodônticas

Uma das preocupações atuais sobre a obturação dos canais radiculares corresponde ao selamento tanto apical quanto coronário, a fim de evitar

penetração de fluidos orgânicos que facilitariam o crescimento de microorganismos, levando assim a um insucesso do tratamento devido à formação de um processo inflamatório dos tecidos perirradiculares (Ray & Trope, 1995; Pommel & Camps, 2001). Muitos autores consideram atualmente a infiltração coronária como um dos principais fatores para o insucesso do tratamento endodôntico (Madison *et al.*, 1987; Swanson & Madison, 1987; Madison & Wilcox, 1988; Zaia *et al.*, 2002), pois permite a contaminação por fluidos, material orgânico e microorganismos provenientes da cavidade bucal.

A capacidade dos cimentos obturadores em conjunto com as técnicas de obturação em barrar uma possível infecção ou recontaminação do canal radicular tem sido avaliada de várias formas. Alguns autores utilizam a penetração de bactérias como parâmetro de avaliação (Siqueira *et al.*, 2000, 2001a; Gilbert *et al.*, 2001), outros buscam resposta com a filtragem de fluidos (Timpawat *et al.*, 2001; Çobankara *et al.*, 2004), infiltração de saliva humana (Siqueira *et al.*, 1999) e extração de corantes (Camps & Pashley, 2003).

A técnica de penetração de corantes, devido a sua simplicidade, é a técnica mais largamente utilizada para esse fim (Limkangwalmongkol *et al.*, 1991; Wu & Wesselink, 1993; Lucena-Martin *et al.*, 2002). A capacidade seladora apical e coronária de diversos cimentos endodônticos e de variadas técnicas de obturação já foram testadas por esse método de avaliação.

A capacidade seladora apical do cimento AH Plus pode ser comparada através da infiltração de corantes e diafanização com os cimentos RSA Roekoseal e AH26. Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os três cimentos independentemente da utilização da técnica de obturação Thermafil e da condensação lateral. A média das infiltrações ocorridas com o cimento AH Plus foi de 1,71mm com a técnica Thermafil e de 1,03mm com a condensação lateral. Dos 16 dentes analisados para cada técnica, a técnica Thermafil não apresentou infiltração em 6 e a condensação lateral em 10 dentes (Schäfer & Olthoff, 2002).

As médias das infiltrações lineares de corantes ocorridas com o cimento AH Plus foram ainda menores que as citadas anteriormente quando analisadas

através da utilização da infiltração de corante em pressão atmosférica normal e sob pressão negativa. Os valores apresentados por esse cimento foram em média de 0,35mm sem a utilização de vácuo e de 0,86mm com a utilização do mesmo; quando avaliadas em obturações pela técnica da condensação lateral. Esses valores apesar de numericamente diferentes não apresentaram diferenças estatísticas (Antonopoulos *et al.*, 1998).

Esse bom comportamento apresentado pelo cimento AH Plus pode ser confirmado em sua comparação com os cimentos Pulp Canal Sealer, Ketac-Endo e Sealapex. Embora não estatisticamente significativa, esse cimento apresentou taxas de infiltração de corante menores em média (1,8mm) do que o Sealapex (2,1mm), o Pulp Canal Sealer (2,2mm) e o Ketac Endo (3,6mm), quando analisadas através de mensuração linear da infiltração e com secção longitudinal dos espécimes (Camps & Pashley, 2003). Em estudo realizado por Siqueira *et al.* (2001b), a capacidade seladora do cimento Sealer 26 se apresentou semelhante ao cimento AH Plus, porém melhor que os cimentos ThermaSeal, Pulp Canal Sealer (EWT) e cimento de Grossman. Entretanto, não foi encontrada diferença significativa entre os cimentos AH Plus e Pulp Canal Sealer (EWT).

A análise do cimento Pulp Canal Sealer na comparação entre as técnicas de obturação da condensação lateral e Thermafil, não apresentou infiltração de tinta nanquim em nenhum dos 140 dentes em estudo, que foram submetidos ao corante passivamente sem centrifugação ou submissão ao vácuo (Clark & ElDeeb, 1993). Porém, valores diferentes de infiltração foram encontrados quando da utilização desse cimento com quatro variadas técnicas de obturação. A técnica de compactação vertical com “back-filling” apical apresentou menor média de infiltração do corante azul de metileno (Venturi & Breschi, 2004).

O cimento Endométhasone também apresentou diferentes médias de infiltração de corante quando utilizado com diferentes tipos de cones de guta-percha e com ou sem uso anterior de curativo de hidróxido de cálcio. A média de infiltração foi de 1,67mm quando a obturação foi feita sem uso prévio de curativo e com cones de guta-percha convencionais. Com o uso do cone experimental de

hidróxido de cálcio, o cimento apresentou média intermediária de infiltração (0,91mm); enquanto que com o uso do curativo de demora a menor média de infiltração foi encontrada (0,88mm) (Holland *et al.*, 1996).

Quando analisados pela técnica de secção transversal do dente ou pela diafanização, os cimentos Endométhasone, Top Seal e Roeko Seal não apresentaram diferenças estatísticas, demonstrando predominância do número de amostras com índice zero de infiltração. A comparação entre as técnicas de avaliação demonstrou maiores taxas de infiltração quando as amostras foram observadas pela diafanização (Lucena-Martin *et al.*, 2002).

O cimento Target H&D, à base de óxido de zinco e eugenol recentemente lançado no mercado nacional, demonstrou capacidade seladora apical semelhante ao cimento Pulp Canal Sealer. Ambos cimentos mostraram melhor comportamento quando comparados com o Endofill (Nicastro *et al.*, 2004).

Ao analisar o comportamento de três cimentos contendo hidróxido de cálcio (Sealapex, Sealer 26 e Apexit) em comparação com um cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Fill Canal); Siqueira *et al.* (1995) encontraram valores de infiltrações lineares de corante estatisticamente semelhantes entre eles. As infiltrações ocorreram com média de 1,67mm para o Sealapex, 1,52mm para o Sealer 26, 1,68mm para o Apexit e 1,87mm para o Fill Canal. A infiltração permitida pelo cimento Sealapex teve valor próximo ao encontrado por Camps & Pashley (2003) e também não apresentou diferença estatística em relação aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, Pulp Canal Sealer e Fill Canal.

A comparação do cimento Sealapex com outro cimento que contém hidróxido de cálcio, o Sealer 26, não apresentou diferença estatisticamente significativa. A boa capacidade seladora desses materiais obteve melhores índices que o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill), mas também não apresentou diferença estatística com um cimento à base de poldimetilsiloxano, RoekoSeal, recentemente introduzido no mercado (Tanomaru Filho *et al.*, 2004).

Embora alguns estudos mostrem capacidade seladora do Sealapex melhor (Tanomaru Filho *et al.*, 2004) ou semelhante (Hovland & Dumsha, 1985;

Siqueira *et al.*, 1995) a outros cimentos de diferentes composições; a análise da capacidade seladora desse cimento, quando analisada através do método de filtragem de fluidos, demonstrou um comportamento inferior estatisticamente significativo em relação aos cimentos Pulp Canal Sealer, AH 26 e Ketac-Endo (Pommel *et al.*, 2003). Essa diferença estatisticamente inferior do cimento Sealapex em relação ao AH 26 (um precursor do AH Plus) também já foi demonstrada em estudo de infiltração do corante azul de metileno (Limkangwalmongkol *et al.*, 1991).

As variações encontradas para a capacidade seladora do mesmo cimento ratificam que diferentes metodologias podem resultar em dados divergentes (Pommel *et al.*, 2001; Camps & Pashley, 2003) e que a comparação entre vários estudos é apenas parcialmente admissível (Antonopoulos *et al.*, 1998)

Toda obturação endodôntica preconizada atualmente é composta pela associação de um cimento endodôntico e guta-percha, sendo que os trabalhos sobre microinfiltração avaliam a capacidade de selamento apical e coronário desses dois materiais de forma associada. Desconhece-se até o momento, qual a capacidade dos cimentos endodônticos isoladamente, sem presença de guta-percha, em promover o selamento marginal em canais laterais, evitando assim a penetração de fluidos tissulares do ligamento periodontal. Apesar da importância dada atualmente ao selamento coronário e apical, pouco se conhece sobre a capacidade de selamento e infiltração em canais laterais, que são um achado freqüente na anatomia do sistema de canais.

2 PROPOSIÇÃO

A proposta desse trabalho foi avaliar, “in vitro”, seis diferentes cimentos endodônticos: AH-Plus, Endométhasone, Pulp Canal Sealer (EWT), Target H&D, Sealapex e Sealer 26; quanto às suas propriedades de escoamento, capacidade de obturação e selamento marginal contra infiltração de corantes em canais laterais artificialmente produzidos em dentes humanos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Cimentos

Foram analisados 6 cimentos empregados no tratamento endodôntico. Do grupo de óxido de zinco e eugenol foram analisados o Pulp Canal Sealer (EWT)¹, o Endométhasone² e o Target H&D³. Contendo hidróxido de cálcio na composição foram analisados os cimentos Sealapex⁴ e Sealer 26⁵ e do grupo dos cimentos resinosos, o cimento AH Plus⁶ (composição dos cimentos – anexo 1).

Todos os cimentos foram manipulados conforme instruções de uso do fabricante.

3.2 Análise da capacidade de escoamento dos cimentos

Para análise do escoamento dos cimentos foram utilizados testes de escoamento de duas especificações internacionalmente aceitas: a especificação número 57 da American Dental Association (ADA) de 1983 para Materiais Obturadores Endodônticos e a especificação 6876 da International Organization for Standardization (ISO) de 2001 para Materiais seladores do canal radicular dental.

3.2.1 Especificação 57 da American Dental Association (1983)

De acordo com a especificação número 57 da ADA (1983), um volume final de 0,5 ml de cada cimento foi preparado de acordo com as recomendações do fabricante e colocado sobre uma placa de vidro com auxílio de uma seringa de 1 ml⁷. Após 180 (\pm 5) segundos do início da espatulação do cimento, uma nova

¹ Kerr Corporation – Orange, USA.

² Septodont – Sanint-Maur-Dês-Fossés, França.

³ Konne – Belo Horizonte, Brasil.

⁴ Kerr Corporation – Orange, USA.

⁵ Dentsply – Rio de Janeiro, Brasil.

⁶ Dentsply – Konstanz, Alemanha.

⁷ Becton Dickinson (BD) - Curitiba, Brasil.

placa de vidro pesando aproximadamente 20g foi cuidadosamente posicionada sobre o cimento e sobre essa placa um peso de 100g, totalizando assim 120 (± 2) gramas sobre o cimento (Figura 1).

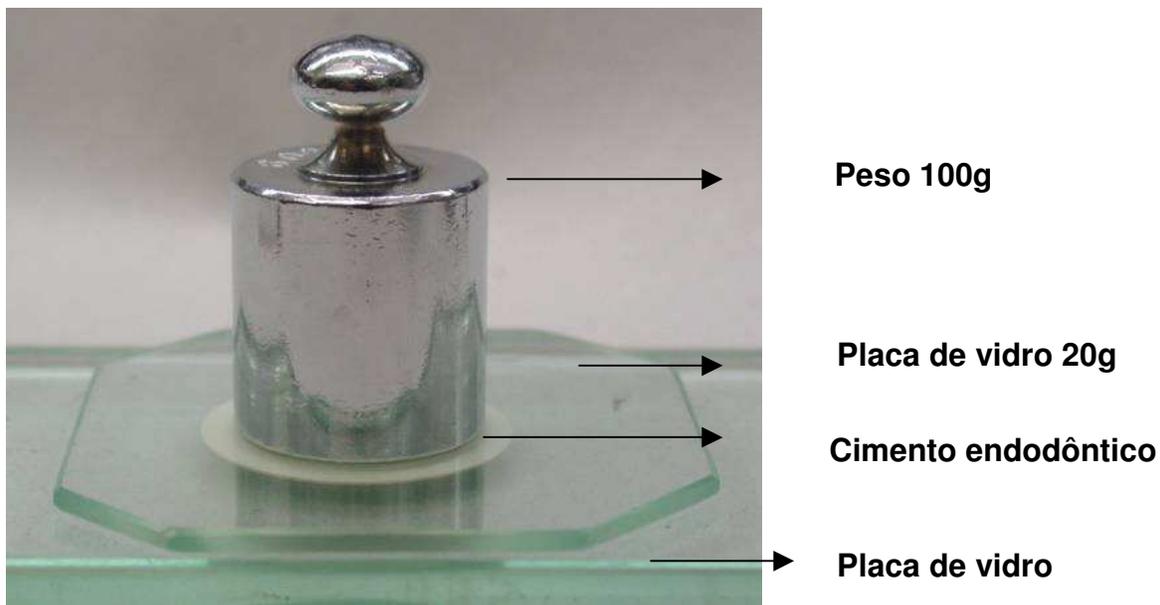


Figura 1 – Aparato empregado para análise do escoamento do cimento através de um peso de 100 g e uma placa de vidro de 20 g posicionados sobre o cimento – carga total de 120g.

Dez minutos após o início da mistura do cimento, o peso foi removido. O disco de cimento comprimido formado foi medido em seu maior e menor diâmetro apresentado. Caso o disco formado pela compressão do cimento não fosse uniforme, apresentando uma diferença maior que 1 mm entre o maior e menor diâmetro, o teste era repetido com uma nova amostra de cimento. Para realizar a mensuração do disco foi utilizado um paquímetro digital⁸. Obteve-se então a média das medidas do maior e menor diâmetro como o resultado do teste realizado.

Cada cimento foi testado três vezes, a média obtida foi aproximada para o milímetro mais próximo, o valor anotado e posteriormente comparado com

⁸ Digimess - São Paulo, Brasil.

as outras amostras. Para que o cimento satisfaça essa especificação o valor da taxa de escoamento deve ser igual ou maior que 25mm.

3.2.2 Especificação ISO 6876 (2001)

Já a especificação ISO 6876 (2001) difere da primeira no volume de cimento utilizado que foi 0,05 ($\pm 0,005$) ml e a taxa de escoamento a ser obtida em cada teste deve ser igual ou maior que 20 mm. Quando da utilização dessa especificação, a seringa usada para quantificar o volume de cimento testado foi seringa de 1ml com marcações a cada 0,01 ml (seringa de Tuberculina)⁹.

Para cumprir com as normas de ambas as especificações, as condições dos testes realizados foram em temperatura de $23(\pm 2)^{\circ}\text{C}$, em umidade relativa de $50(\pm 5)\%$ e os componentes foram mantidos nessas condições pelo menos por 24 horas antes da realização dos testes. O controle da temperatura de uma sala pequena foi feito através de aparelho condicionador de ar; já a umidade foi controlada com higrômetro e quando necessário, a vaporização de água com eletrodoméstico Vaporetto 2000¹⁰ foi feita para aumentar o percentual de umidade relativa.

3.3 Análise da obturação e selamento marginal em canais laterais produzidos artificialmente em dentes humanos

Para facilitar a identificação e descrição, os canais produzidos artificialmente foram todos chamados de canais laterais, mesmo os localizados no terço apical.

Para a análise da obturação e do selamento marginal foram utilizados 82 dentes humanos anteriores superiores recém extraídos, sendo 13 dentes para cada cimento, 2 para a realização do controle positivo e 2 para o controle negativo. O controle positivo foi realizado para verificar a eficácia do corante em

⁹ Becton Dickinson (BD) - Curitiba, Brasil.

¹⁰ Polti – Araras, Brasil.

penetrar nos canais laterais vazios e o controle negativo para verificar a eficácia do impermeabilizador em barrar a infiltração do corante.

Anteriormente à realização desse estudo o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Humanos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP (anexo 2).

Os grupos foram constituídos de acordo com os cimentos obturadores utilizados:

Grupo 1 – AH Plus;

Grupo 2 – Endométhasone;

Grupo 3 – Pulp Canal Sealer (EWT);

Grupo 4 – Target H&D;

Grupo 5 – Sealapex;

Grupo 6 – Sealer 26.

As coroas dentais foram removidas com auxílio de disco diamantado dupla face¹¹, estabelecendo assim um comprimento único para todas as raízes (15mm). Os dentes foram radiografados no sentido vestibulo-lingual através de Radiografia Digital CDR¹², com tempo de exposição de 0,2 segundos e distanciamento do cone do aparelho de Raios-X ao sensor fixado em 12 cm. Posteriormente as imagens foram cuidadosamente examinadas e os dentes em que foi possível a visualização de canais laterais naturais foram descartados.

Os canais laterais foram confeccionados com auxílio de brocas de 0.10mm de diâmetro e de parte ativa de 2 ou 2,5mm: série MD (micro drills)¹³ (Figura 2). Foram confeccionados dois canais laterais por dente, sendo um no terço médio e outro no terço apical conforme demonstrado na Figura 3.

A confecção dos canais laterais foi realizada em uma das faces proximais de forma perpendicular ao longo eixo dental, com auxílio do centro de usinagem Discovery 760¹⁴ (Figura 4) localizado no Serviço Nacional de

¹¹ Microdont - São Paulo, Brasil

¹² Schick Technologies Inc. - Long Island, EUA.

¹³ Union Tool – Europa.

¹⁴ Romi - Santa Bárbara D'oeste, Brasil.

Aprendizagem Industrial (SENAI) da cidade de Piracicaba. O elemento dental era preso na morsa do centro de usinagem (Figura 5 - A), a broca posicionada nos pontos de penetração que foram anteriormente marcados com caneta vermelha (Figura 5 - B). A profundidade de penetração da broca para a confecção de cada canal lateral de cada dente foi estabelecida em 0,1 mm além da metade da medida do diâmetro total da região do dente em que foi realizada a perfuração.

Foi estabelecido um programa para que o centro de usinagem realizasse as perfurações automaticamente após o posicionamento das brocas nas regiões indicadas. As perfurações foram realizadas com 6 mil rotações por minuto (rpm) e velocidade de deslocamento da broca de 2mm por minuto durante a perfuração. A cada 0,2mm de perfuração a broca recuava 2mm e voltava a alcançar a posição em que cessou a perfuração a fim de que houvesse a saída das raspas de dentina produzidas. A velocidade de deslocamento durante esse processo para remoção dos resíduos da perfuração era de 16mm por minuto.

Após a confecção dos canais laterais foi introduzida uma lima tipo Kerr n.º 06¹⁵ no interior de cada canal e feita uma nova tomada radiográfica digital para verificar a penetração da broca no interior do canal principal (Figura 6). Caso não houvesse a continuidade do canal lateral produzido com o canal principal o dente era descartado.

Durante a realização das perfurações nas raízes dentais houve a fratura de 8 brocas. Inicialmente, 5 brocas fraturaram durante a padronização da rotação, da profundidade de penetração e da apreensão das amostras na morsa. Após o estabelecimento do programa para perfuração automática e melhora na apreensão das amostras, a fratura das brocas só ocorreu depois de repetido uso das mesmas.

¹⁵ Maillefer – Balligues, Suíça.

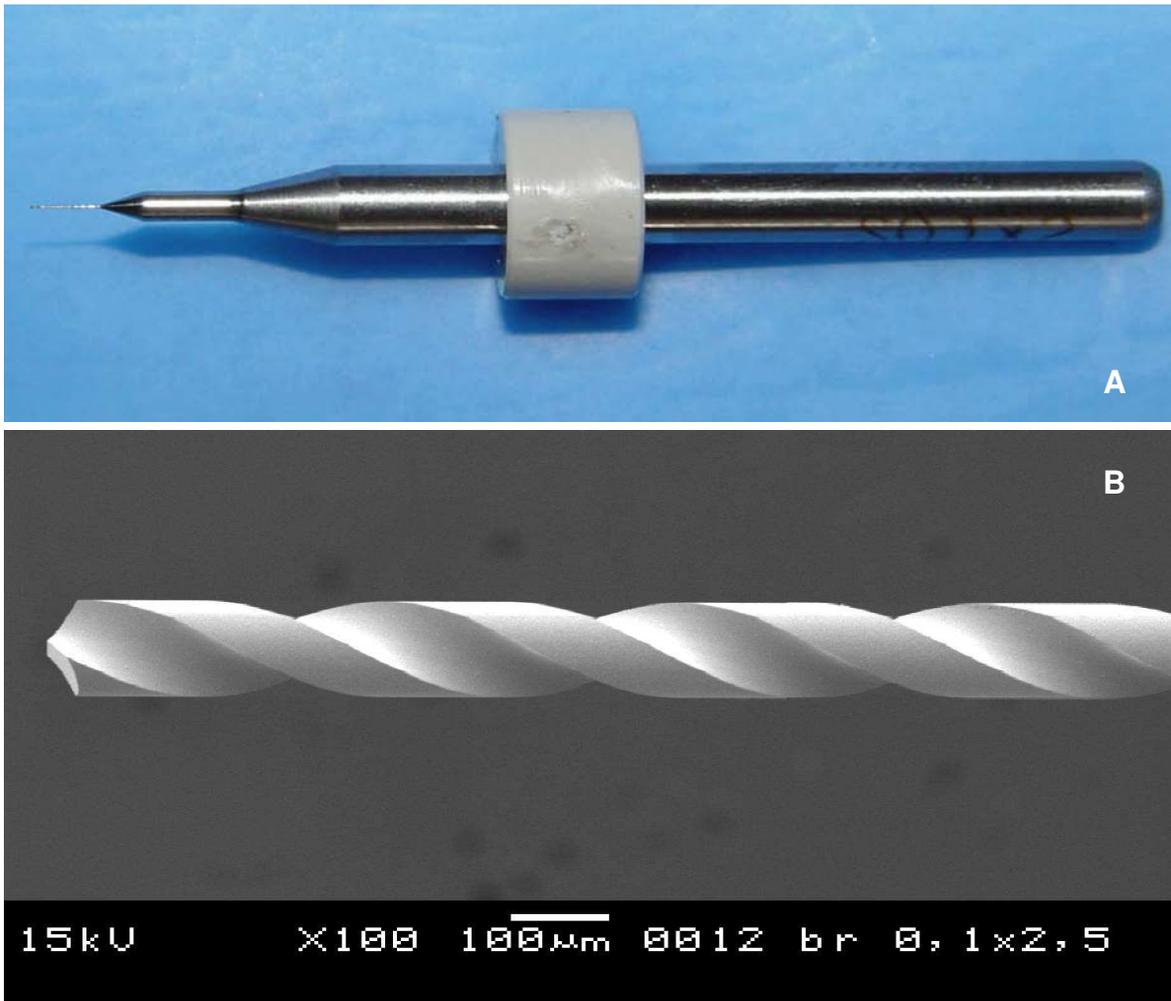


Figura 2 – (A) broca de 0,10 mm de diâmetro usada para confeccionar os canais laterais nos dentes experimentais; (B) fotomicrografia realizada em microscópio eletrônico de varredura da parte ativa da broca utilizada (100 vezes de aumento).

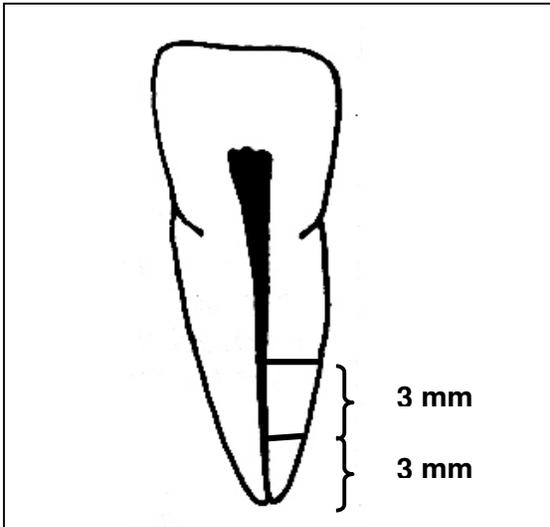


Figura 3 - O desenho demonstra como foram confeccionados os canais laterais – no terço apical a 3 mm do ápice radicular e no terço médio a 6 mm do ápice radicular.



Figura 4 – Centro de usinagem utilizado para a confecção dos canais laterais nos dentes experimentais - localizado no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

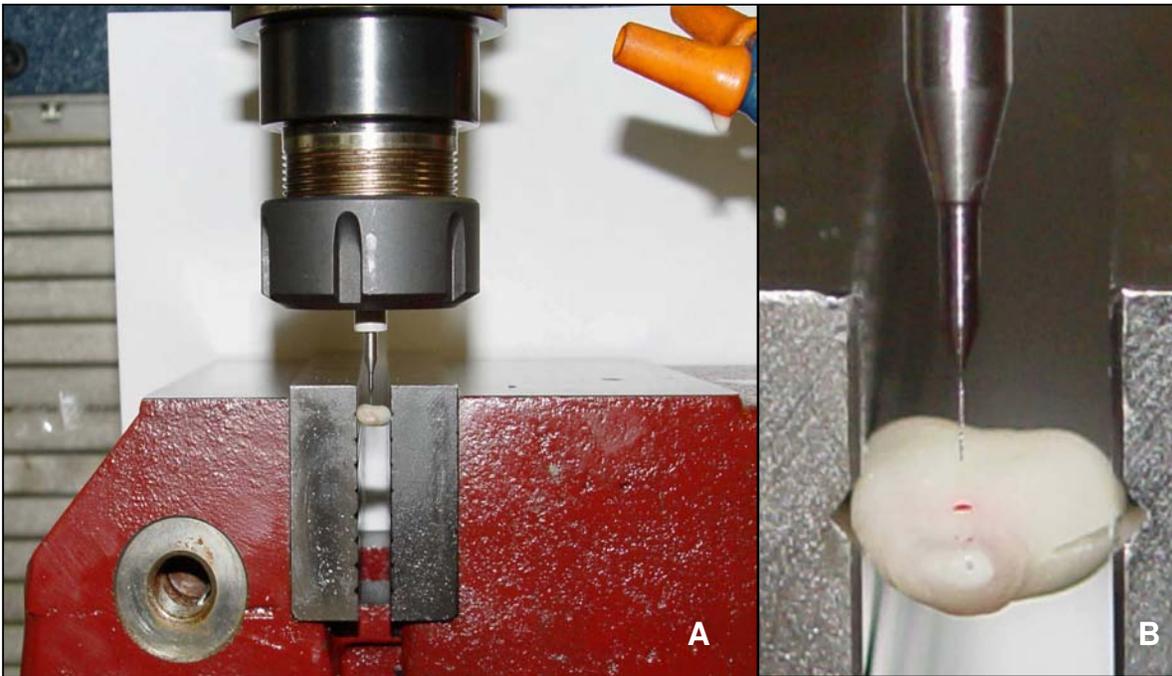


Figura 5 – (A) apreensão do dente na morsa do centro de usinagem para posterior perfuração; (B) posicionamento da broca no ponto de perfuração anteriormente marcado com caneta marcadora permanente vermelha.

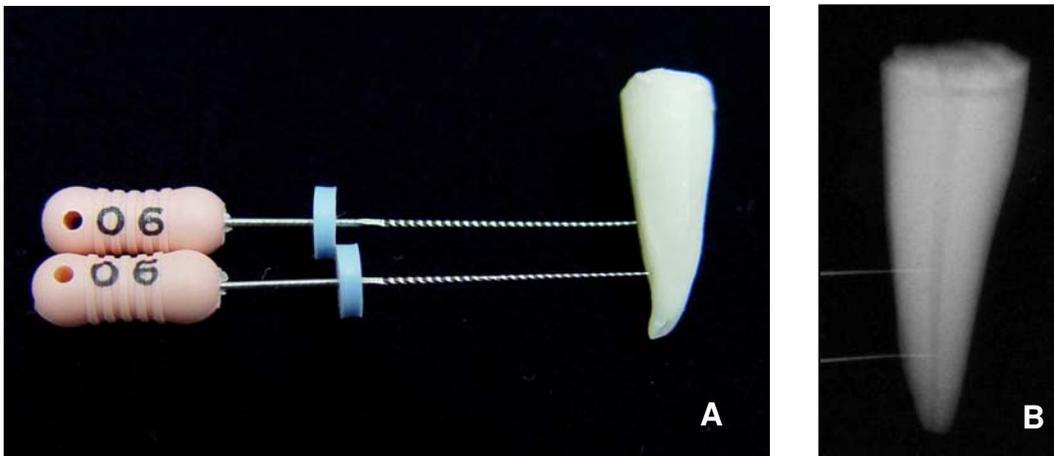


Figura 6 – (A) limas n.º 06 no interior dos canais laterais artificiais para verificação de suas continuidades com o canal principal; (B) radiografia digital das limas em posição nos canais laterais, ilustrando a penetração correta da broca no interior do canal principal.

3.4 Obturação de canais laterais artificiais

Os terços cervicais e médios das raízes foram instrumentados no sentido coroa-ápice com brocas Largo n.º 2 e Gattes-Glidden números 3 e 2¹⁶. A determinação do comprimento de trabalho foi feita pela subtração de 1mm da medida obtida pela visualização da ponta de uma lima tipo Kerr n.º 10¹⁷ posicionada rente ao forame apical. O batente apical foi alargado até lima tipo K n.º 40, seguido de escalonamento regressivo até lima tipo K n.º 55. A cada troca de broca ou lima, o canal foi irrigado com 1 ml de hipoclorito de sódio 2,5% através de seringa descartável de 5 ml¹⁸ e agulha descartável 20x0,55 mm¹⁹. Após o término do preparo, o canal foi irrigado com 3 ml de EDTA 17%, mantendo o canal inundado por 3 minutos para remoção da camada de “smear layer”. Irrigação final com 3 ml de hipoclorito de sódio foi realizada para eliminação dos resíduos de “smear layer”. Os canais foram então irrigados com 3 ml de soro fisiológico para a remoção de resíduos do hipoclorito de sódio, aspirados e secos com cones de papel absorvente²⁰.

Anteriormente à obturação dos condutos, os dentes foram inclusos em blocos de alginato Ava Gel²¹ para servir de anteparo ao cimento obturador após a saída pelo canal lateral. A técnica de obturação utilizada foi a condensação lateral. Após a seleção do cone de guta-percha principal²² e espatulação do cimento obturador de acordo com as recomendações dos fabricantes, o cimento foi levado para o interior do canal radicular através de broca de Lentulo²³. Posteriormente, o cone de guta-percha foi imerso no cimento obturador e fez-se o assentamento do cone no batente apical. A abertura dos espaços durante a condensação lateral foi

¹⁶ Maillefer – Balligues, Suíça.

¹⁷ Maillefer – Balligues, Suíça.

¹⁸ Becton Dickinson (BD) - Curitiba, Brasil.

¹⁹ Becton Dickinson (BD) - Curitiba, Brasil.

²⁰ Tanari - Manacapuru, Brasil.

²¹ Dentsply - Petrópolis, Brasil.

²² Tanari - Manacapuru, Brasil.

²³ Maillefer – Balligues, Suíça.

realizada com espaçadores digitais n.º25 e 30²⁴ para a colocação dos cones acessórios B7 e B8²⁵, respectivamente. A penetração do espaçador foi realizada sempre na face vestibular, iniciando-se a 2 mm aquém do comprimento de trabalho e até que a sua penetração não representasse aprofundamento suficiente para atingir as imediações do canal lateral confeccionado no terço médio do canal radicular. O corte da obturação foi realizado com condensador de Paiva²⁶ aquecido e seguiu-se com condensação vertical vigorosa com condensador frio. Os dentes utilizados como controle não foram obturados, entretanto, receberam selamento coronário.

Após obturação, os dentes dos grupos experimentais foram mantidos por 2 dias em recipiente com algodão umedecido, a 37° C para os cimentos adquirirem presa e então, foram removidos dos blocos de alginato e novamente radiografados pelo método digital.

As imagens foram avaliadas através do programa CDR (Computed Dental Radiography)²⁷ com a utilização de magnificação de 100% e inversão de cores (preto e branco). Esse programa permitiu que fossem obtidos o comprimento total do canal lateral e a medida linear da penetração dos cimentos nos canais laterais. Dessa forma, o preenchimento obtido pelo cimento era dividido pelo comprimento total do canal lateral artificial e o valor multiplicado por 100 para a obtenção da porcentagem de preenchimento proporcionada pelo cimento obturador na análise radiográfica.

A análise de escoamento dos cimentos também foi realizada através da observação dos espécimes diafanizados e pela observação da penetração de corante; etapas essas melhor descritas durante a análise de infiltração de corantes.

Após a obtenção e tabulação, os dados foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal Wallis para comparar os valores obtidos no terço médio do

²⁴ Dyna - Bourges, França.

²⁵ Tanari - Manacapuru, Brasil.

²⁶ Duflex (S.S. White)– Rio de Janeiro, Brasil.

²⁷ Schick Technologies Inc. - Long Island, EUA.

canal radicular com os diferentes cimentos obturadores e também no terço apical. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar os valores obtidos entre os terços do canal radicular em um mesmo cimento obturador. O programa utilizado para execução dos testes estatísticos foi BioEstat 2.0²⁸.

Para observar os diâmetros das perfurações realizadas e o padrão de limpeza das paredes do canal radicular foram feitas imagens em microscópio eletrônico de varredura²⁹ em duas raízes adicionais. As perfurações foram medidas tanto do lado externo como interno das raízes e a limpeza das paredes foi observada nos terços cervical, médio e apical do canal radicular.

3.5 Infiltração de corante

Depois de concluída a obturação e após a presa dos cimentos, a porção coronária e apical, bem como as paredes laterais da superfície externa dos dentes experimentais e do controle positivo, foram seladas com duas camadas de esmalte de unha de cor vermelha³⁰, mantendo apenas os orifícios dos canais laterais expostos. Após a aplicação da primeira camada de esmalte aguardou-se 2 horas para a secagem antes da aplicação da segunda camada. Os dois dentes utilizados como controle negativo, tiveram toda a superfície envolvida pelo esmalte a fim de verificar a capacidade de selamento obtida pelo mesmo.

Vinte e quatro horas após, as raízes foram imersas em tinta nanquim³¹, submetidas ao vácuo por 30 minutos em câmara conectada a uma bomba de vácuo³² sob pressão de 500 milímetros de mercúrio e mantidas no corante por 24 horas em temperatura de 37°C. Após esse período, os dentes foram lavados por 2 horas em água corrente para remoção do excesso de corante e o esmalte que os recobria foi todo removido com o auxílio de uma lâmina de bisturi. As raízes foram

²⁸ Belém, Brasil.

²⁹ JEOL – Modelo JSM 5600 LV – Tóquio, Japão.

³⁰ Colorama, Bozzano Ceil - São Paulo, Brasil.

³¹ Indian Ink - Royal Talens, Apeldoorn, Holanda.

³² Tecnal - Piracicaba, Brasil.

então descalcificadas em ácido Clorídrico 5%³³ e diafanizadas em Salicilato de Metila³⁴ conforme descrito em Zaia *et al.* (2002).

Para a análise da penetração do corante nos canais laterais, as raízes foram fixadas por um alfinete que atravessava um dispositivo de silicone para manutenção das amostras na posição desejada; mantidas na solução de salicilato de metila em placa de petri pequena e examinadas em lupa estereoscópica³⁵ com 30X de aumento. As faces vestibular e lingual dos dentes foram analisadas. As raízes eram mantidas na solução de salicilato de metila para que as imagens fossem obtidas e transferidas para um computador através de uma câmera de vídeo³⁶. As mensurações do tamanho total do canal lateral, da quantidade de preenchimento do mesmo e da infiltração ocorrida entre o cimento e a parede do canal lateral foram feitas com auxílio do “software” Imagelab 2.3³⁷.

A quantidade de infiltração do corante nas interfaces do cimento e da parede do canal radicular foi medida linearmente, utilizando-se de uma escala em milímetros, iniciando a mensuração pela porção mais externa da obturação do canal lateral até a maior extensão de penetração do corante. Os valores obtidos foram divididos pela extensão da obturação do canal lateral e multiplicado por 100 para a obtenção da porcentagem de infiltração de corante para cada cimento obturador.

Os dados também foram tabulados e analisados estatisticamente através do teste de Kruskal Wallis, Dunn, e Qui-Quadrado para comparar a capacidade seladora dos diferentes cimentos obturadores. Para obtenção desse resultado, foram considerados conjuntamente todos os canais laterais independentemente do terço do canal radicular em que se localizavam.

³³ Synth – Diadema, Brasil.

³⁴ Vetec - Rio de Janeiro, Brasil.

³⁵ Lambda Let 2, ATTO Instruments Co, Hong Kong.

³⁶ Câmera Digital CCD, LG - Honeywell, Coréia.

³⁷ Borra & Pizzarro - São Paulo, Brasil.

4 RESULTADOS

4.1 Escoamento dos cimentos segundo especificação n.º 57 da ADA (1983)

A uniformidade dos testes realizados foi constante para todos os cimentos, sendo necessária a repetição de pequena quantidade de testes. A Tabela 1 demonstra os valores dos testes realizados, a média e a aproximação para o milímetro mais próximo de acordo com a especificação em estudo.

Tabela 1 – Taxas de escoamentos (em milímetros) dos cimentos endodônticos segundo especificação n.º 57 da ADA (1983).

| Cimentos | teste 1 | teste 02 | teste 03 | média | aproximação |
|----------------------------|---------|----------|----------|-------|-------------|
| AH Plus | 43,04 | 41,60 | 43,19 | 42,61 | 43 |
| Endométhasone | 20,97 | 20,00 | 20,44 | 20,47 | 20 |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 46,00 | 42,41 | 44,08 | 44,16 | 44 |
| Target H&D | 39,95 | 40,02 | 42,51 | 40,82 | 41 |
| Sealapex | 31,91 | 29,73 | 32,66 | 31,43 | 31 |
| Sealer 26 | 39,98 | 39,89 | 46,05 | 41,97 | 42 |

O cimento Pulp Canal Sealer (EWT) apresentou maior taxa de escoamento seguido pelos cimentos AH Plus, Sealer 26 e Target H&D; sendo que todos demonstraram taxas de escoamento muito superiores ao limite mínimo estabelecido pela ADA. Já o cimento Sealapex, mesmo cumprindo com essa especificação, apresentou valor de escoamento inferior aos quatro cimentos citados anteriormente. O único cimento que não foi capaz de demonstrar taxa de escoamento suficiente foi o Endométhasone, com apenas 20mm de escoamento (Figura 7).

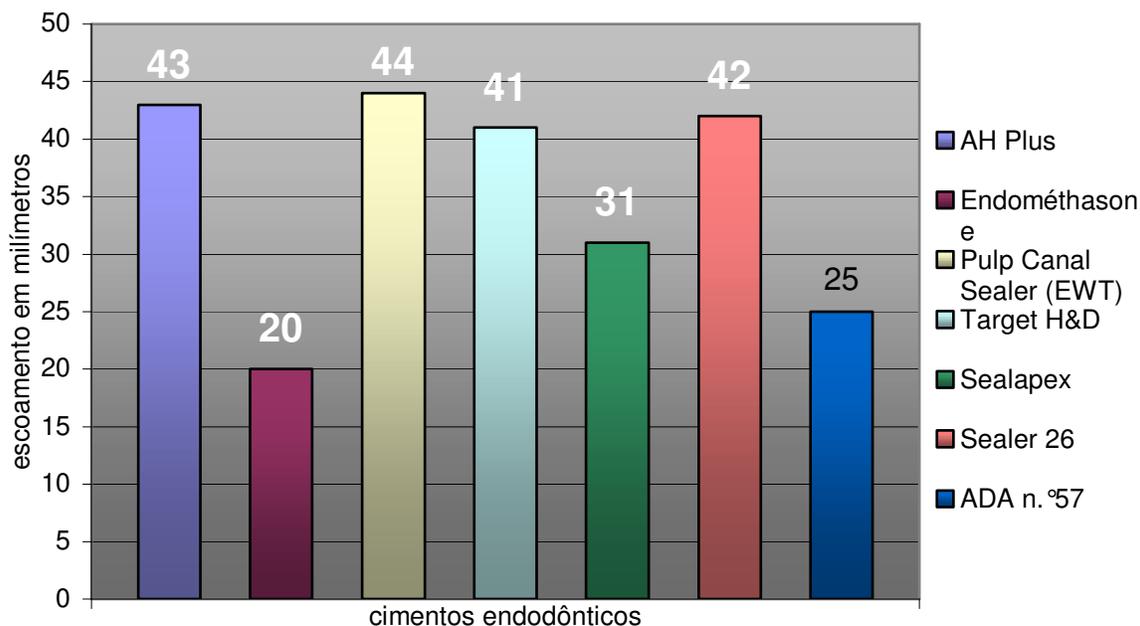


Figura 7 – Média das taxas de escoamento apresentadas pelos cimentos testados segundo especificação n.º 57 da ADA (1983).

4.2 Escoamento dos cimentos segundo especificação n.º 6876 da ISO (2001)

Os discos comprimidos apresentados pelos cimentos também foram uniformes como encontrado para a especificação da ADA, ficando ainda mais restrito o número de repetições necessárias dos testes. A Tabela 2 demonstra os valores dos testes realizados, a média e a aproximação para o milímetro mais próximo de acordo com a especificação em estudo.

O cimento Pulp Canal Sealer (EWT) novamente apresentou a maior taxa de escoamento, seguido pelos cimentos AH Plus e Target H&D; todos esses cimentos apresentaram taxas de escoamento superiores ao limite mínimo estabelecido pela ISO. O cimento Sealapex e o Sealer 26, apesar de não cumprirem com a especificação, obtiveram taxas de escoamento próximas do limite mínimo necessário. O cimento Endométhason e apresentou taxa de escoamento bem inferior aos outros cimentos e ao limite da especificação, como pode ser observado na Figura 8.

Tabela 2 – Taxas de escoamentos (em milímetros) dos cimentos endodônticos segundo especificação ISO 6876 (2001).

| Cimentos | teste 1 | teste 02 | teste 03 | média | aproximação |
|----------------------------|---------|----------|----------|-------|-------------|
| AH Plus | 21,5 | 22,88 | 23,10 | 22,49 | 22 |
| Endométhasone | 10,90 | 10,45 | 12,10 | 11,15 | 11 |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 22,51 | 23,80 | 23,25 | 23,19 | 23 |
| Target H&D | 21,24 | 21,84 | 20,62 | 21,23 | 21 |
| Sealapex | 19,13 | 17,94 | 19,53 | 18,87 | 19 |
| Sealer 26 | 18,2 | 17,61 | 19,41 | 18,41 | 18 |

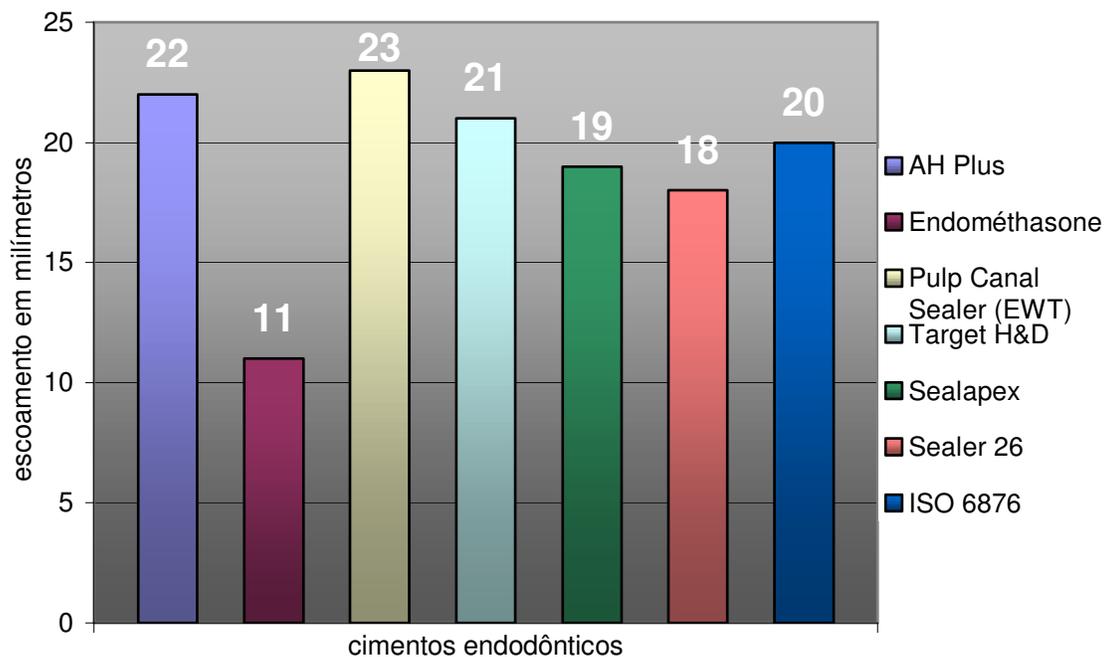


Figura 8 – Média das taxas de escoamento apresentadas pelos cimentos testados segundo especificação ISO 6876 (2001).

4.3 Obturação de canais laterais artificiais

Após a obturação e armazenagem dos dentes em estufa, notou-se que alguns espécimes apresentavam trincas na superfície radicular externa e foram descartados para que não interferissem nos resultados do estudo. Dessa forma, alguns grupos passaram a apresentar números de amostras diferentes.

A análise radiográfica da porcentagem de obturação dos canais laterais artificiais demonstrou valores de preenchimento uniformes para os cimentos AH Plus, Endométhasone, Pulp Canal Sealer (EWT) e Sealapex nos dois terços estudados, mesmo que algumas vezes apresentassem ausência de preenchimento ou preenchimento parcial dos canais laterais. Já os cimentos Target H&D e Sealer 26 apresentaram variabilidade com freqüentes preenchimentos totais e freqüentes ausências de preenchimento, principalmente no terço médio do canal radicular (Tabela 8 – anexo 3). No terço apical, a análise para esses dois cimentos se apresentou mais uniforme (Tabela 9 – anexo 3). A Figura 9 representa as imagens radiográficas dos canais laterais artificiais que apresentaram preenchimento total ou parcial e dos que não apresentaram preenchimento.

A comparação dos dados radiográficos com a análise dos espécimes diafanizados após infiltração de corantes demonstrou que 20,31% do número total de canais analisados não apresentaram imagem radiográfica e apresentaram preenchimento quando observados por diafanização. A tabela 3 revela a quantidade de amostras que não apresentaram imagem radiográfica e que apresentaram preenchimento total ou parcial com cimento endodôntico observado através da diafanização.

Como a análise radiográfica não demonstrou confiabilidade em demonstrar o preenchimento dos canais laterais artificiais, os espécimes foram analisados através de radiografia, diafanização e de infiltração de corante conjuntamente para verificar o preenchimento dos mesmos.

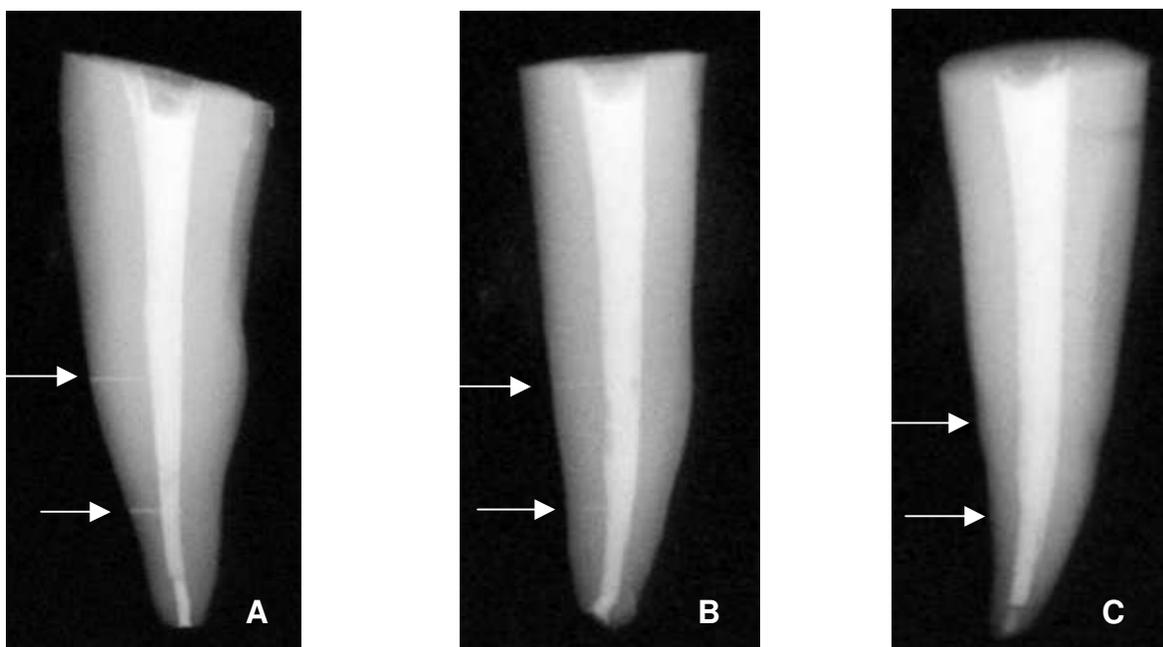


Figura 9 – (A) imagem radiográfica que representa obturação completa dos canais laterais artificiais – AH Plus; (B) imagem radiográfica evidenciando a obturação completa do canal lateral no terço médio e parcial no terço apical do canal radicular – Pulp Canal Sealer (EWT); (C) imagem radiográfica representativa da ausência de obturação dos canais laterais - Sealer 26.

Tabela 3 – Quantidade de amostras que apresentaram ou não correlação entre a imagem radiográfica e a diafanização.

| Cimentos | Não coincidentes* | Coincidentes# | Total de amostras |
|-------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| AH Plus | 2 | 1 | 18 |
| Endométhasone | 4 | 3 | 22 |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 2 | 1 | 24 |
| Target H&D | 3 | 2 | 22 |
| Sealapex | 1 | | 20 |
| Sealer 26 | 14 | | 22 |
| Total | 26 | 7 | 128 |

* amostras que não apresentaram imagem radiográfica e apresentaram preenchimento dos canais laterais observados por diafanização.

amostras que não apresentaram preenchimento dos canais laterais confirmados através da imagem radiográfica e da diafanização.

Dessa forma, quando a imagem radiográfica apresentava ausência de preenchimento ou preenchimento parcial dos canais laterais pelo cimento obturador, os espécimes eram avaliados através da visualização direta do cimento no interior do canal lateral após diafanização. Nos casos em que a radiografia e a diafanização não demonstravam obturação do canal lateral, foi feito ainda a confirmação da presença ou ausência de infiltração de corante no espaço vazio do canal lateral. Quando as avaliações apresentavam-se com ausência de imagem radiográfica, ausência de cimento obturador nos canais laterais analisados pela diafanização e presença de infiltração de corante no espaço vazio do canal lateral, o preenchimento era considerado ausente (Figura 10).

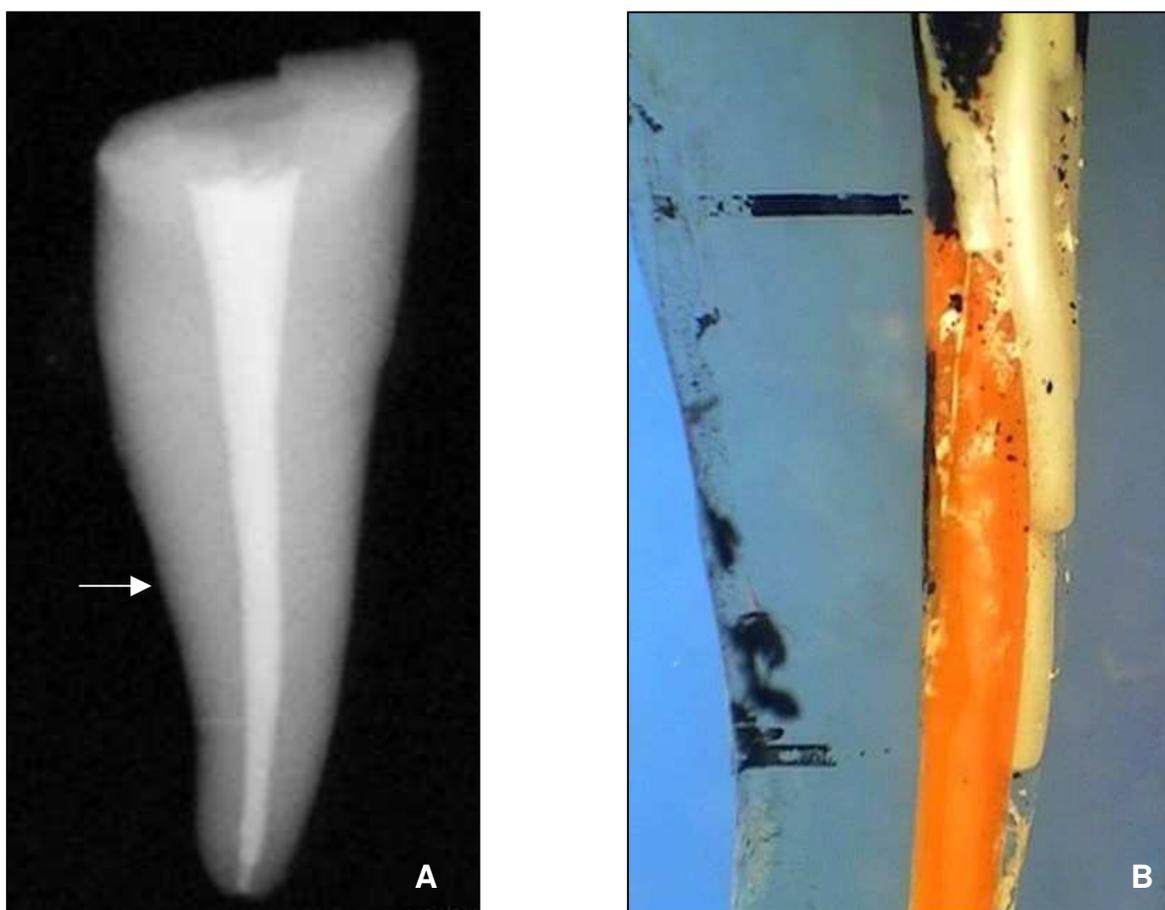


Figura 10 – (A) imagem radiográfica demonstrando ausência de preenchimento do canal lateral do terço médio do canal radicular (seta). (B) diafanização demonstrando ausência de visualização do cimento e infiltração total de corante no espaço do canal lateral do terço médio (aumento 20x) – Target H&D.

De outra forma, quando a imagem radiográfica era negativa e observava-se a presença do cimento obturador no canal lateral por diafanização, o preenchimento foi considerado presente (Figura 11). Em dois casos, em que não foi possível a visualização do preenchimento do canal através da imagem radiográfica e pela observação direta pela diafanização, o preenchimento foi considerado presente por não haver infiltração de corante no canal lateral artificial (Figura 12).

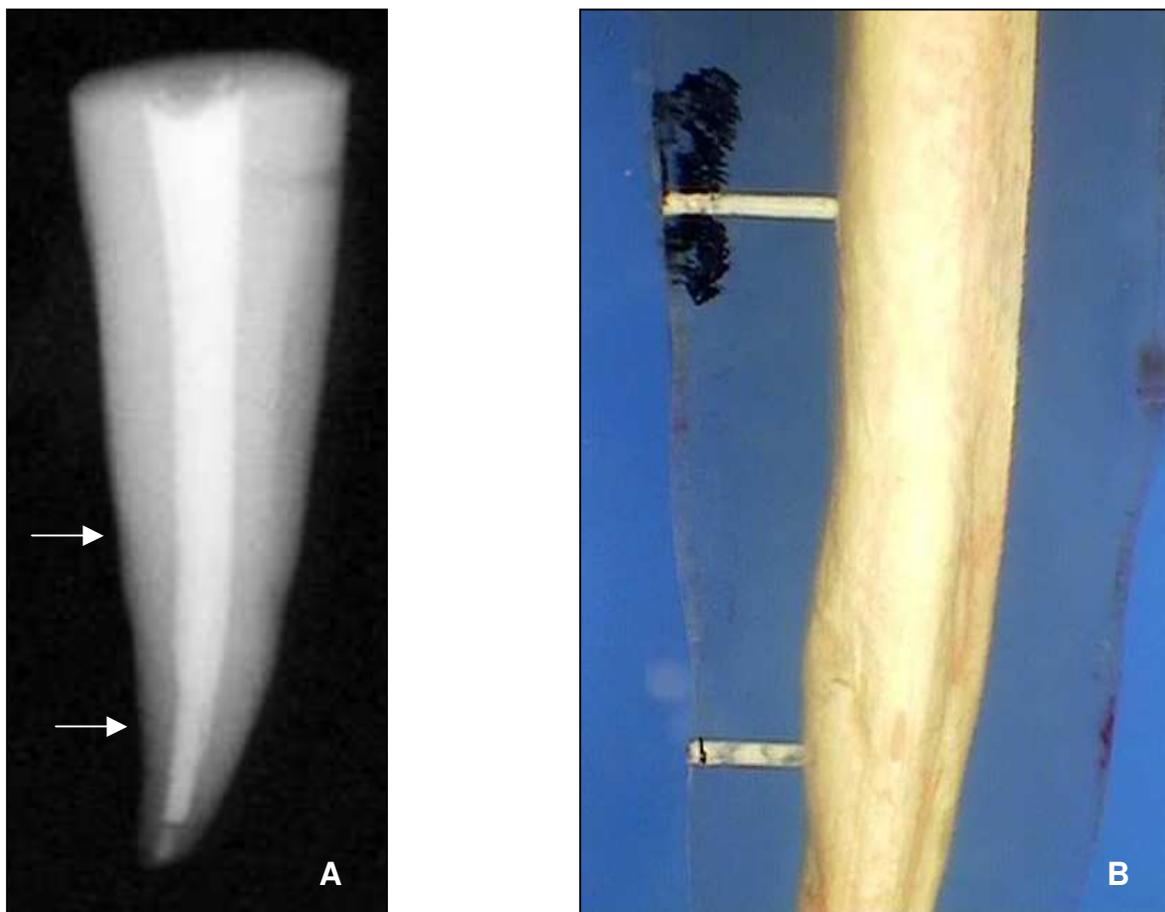


Figura 11 – (A) imagem radiográfica demonstrando ausência de preenchimento dos canais laterais (setas). (B) diafanização demonstrando preenchimento total dos canais laterais (aumento 20x) – Sealer 26

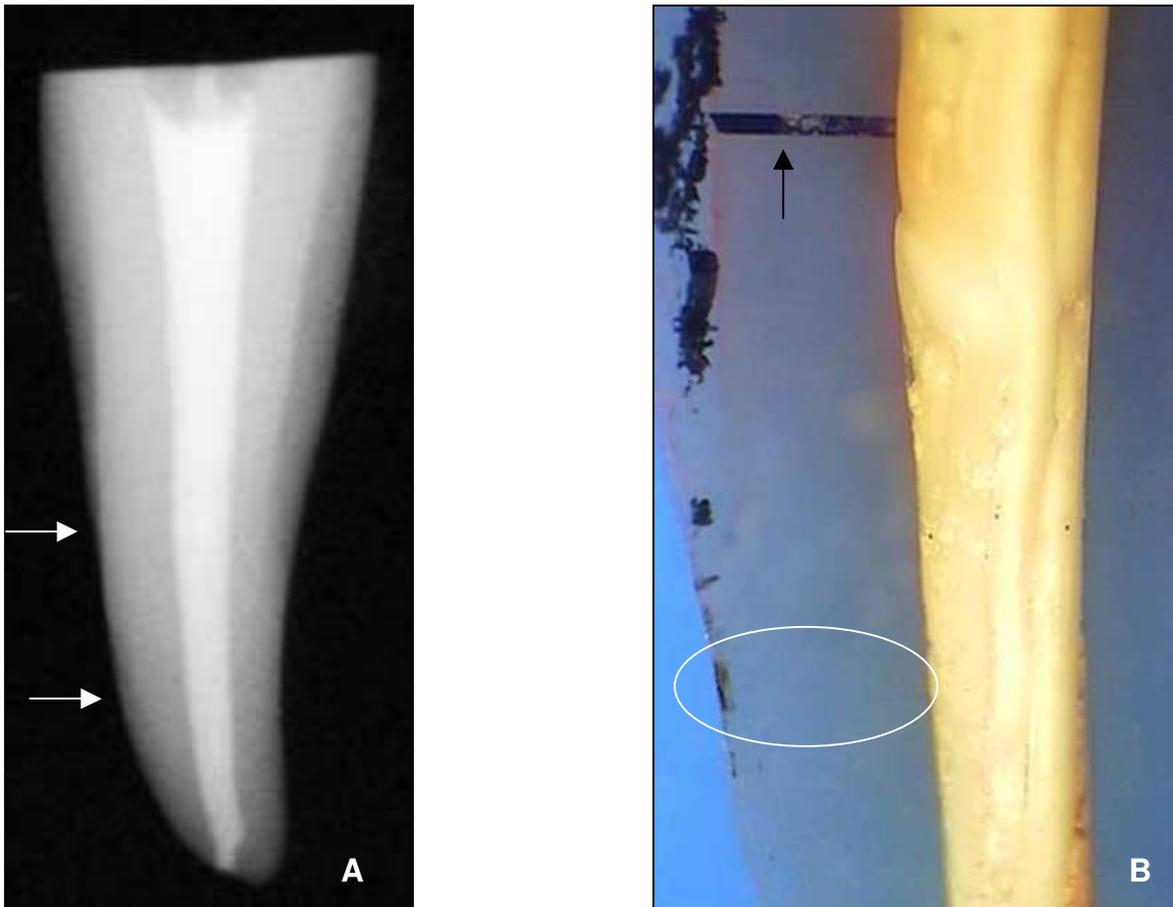


Figura 12 – (A) imagem radiográfica demonstrando ausência de preenchimento dos canais laterais. (B) diafanização demonstrando preenchimento parcial do canal lateral do terço médio (seta) com completa infiltração de corante e ausência de infiltração de corante no terço apical o que foi considerado preenchimento total do canal lateral (círculo) (aumento 20x) –Target H&D.

As porcentagens de preenchimento apresentadas pelos diferentes cimentos endodônticos nos terços médio e apical se apresentaram bastantes semelhantes independentes da localização dos canais laterais (Tabelas 10 e 11 – anexo 3). Poucos casos apresentaram preenchimento parcial ou ausência de preenchimento (tabela 4).

Tabela 4 – Quantidade de amostras que apresentaram preenchimento parcial, total ou ausente.

| Cimentos | Preenchimento | | | Total de amostras |
|-------------------------|---------------|---------|---------|-------------------|
| | Total | Parcial | Ausente | |
| AH Plus | 16 | 1 | 1 | 18 |
| Endométhasone | 15 | 4 | 3 | 22 |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 19 | 4 | 1 | 24 |
| Target H&D | 16 | 4 | 2 | 22 |
| Sealapex | 17 | 3 | 0 | 20 |
| Sealer 26 | 19 | 3 | 0 | 22 |
| Total | 102 | 19 | 7 | 128 |

A análise estatística realizada entre os grupos para a comparação da porcentagem de obturação dos canais laterais artificiais no terço médio e também no apical não apresentou diferenças significantes para os diferentes cimentos endodônticos testados (Tabela 5) ($p=0,2885$ para o terço médio; $p=0,2192$ para o terço apical – teste de Kruskal Wallis).

Quando comparada a capacidade de preenchimento encontrada nos terços do canal radicular em cada cimento, obteve-se diferença estatisticamente significativa apenas para o cimento Target H&D ($p=0,0277$ – teste de Wilcoxon) (Tabela 5). A capacidade de preenchimento desse cimento foi melhor para o terço apical, localização em que apresentou preenchimento total em todos os canais laterais; no terço médio, 2 canais não foram preenchidos e 4 canais preenchidos parcialmente.

Tabela 5 – Medianas das porcentagens apresentadas pelos diferentes cimentos endodônticos nos terços médio e apical do canal radicular e valores de p da comparação entre as porcentagens de preenchimento em cada terço do canal radicular em função de cada cimento estudado.

| Cimento | Terço Apical | | Terço médio | | p* |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|--------|
| | Mediana | Intervalo de variação (%) | Mediana | Intervalo de variação (%) | |
| AH Plus | 100,00 a [#] | 100,00 – 100,00 | 100,00 a | 0,00 – 100,00 | 0.1797 |
| Endométhasone | 100,00 a | 0,00 – 100,00 | 100,00 a | 0,00 – 100,00 | 0.6858 |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 100,00 a | 0,00 – 100,00 | 100,00 a | 16,33 – 100,00 | 0.6858 |
| Target H&D | 100,00 a | 100,00 – 100,00 | 64,42 a | 0,00 – 100,00 | 0.0277 |
| Sealapex | 100,00 a | 70,00 – 100,00 | 100,00 a | 25,00 – 100,00 | 0.2850 |
| Sealer 26 | 100,00 a | 50,00 – 100,00 | 100,00 a | 55,14 – 100,00 | 1.0000 |

Medianas seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis ($p > 0,05$).

* teste Wilcoxon

Durante a análise dos espécimes diafanizados pode-se notar que 9 dentes apresentaram 11 ramificações naturais do canal principal, todas ocorrendo no terço apical. Dessas 11 ramificações, foram encontrados nove canais secundários, um canal acessório e um canal recorrente. Apenas três dessas ramificações demonstraram diâmetros menores ou iguais a 0,10mm, sendo que a maioria apresentou diâmetro entre 0,15 e 0,26mm.

Os preenchimentos encontrados para essas ramificações foram 3 canais secundários totalmente obturados pelo cimento AH Plus (Figura 13 A); um canal totalmente obturado, outro parcialmente (Figura 13 B) e outro não obturado pelo cimento Endométhasone; um canal secundário e o acessório parcialmente obturados pelo Pulp Canal Sealer (EWT) (Figura 13 C); um canal secundário

totalmente obturado pelo Target H&D; um canal secundário totalmente obturado e o canal recorrente parcialmente obturado pelo cimento Sealapex.

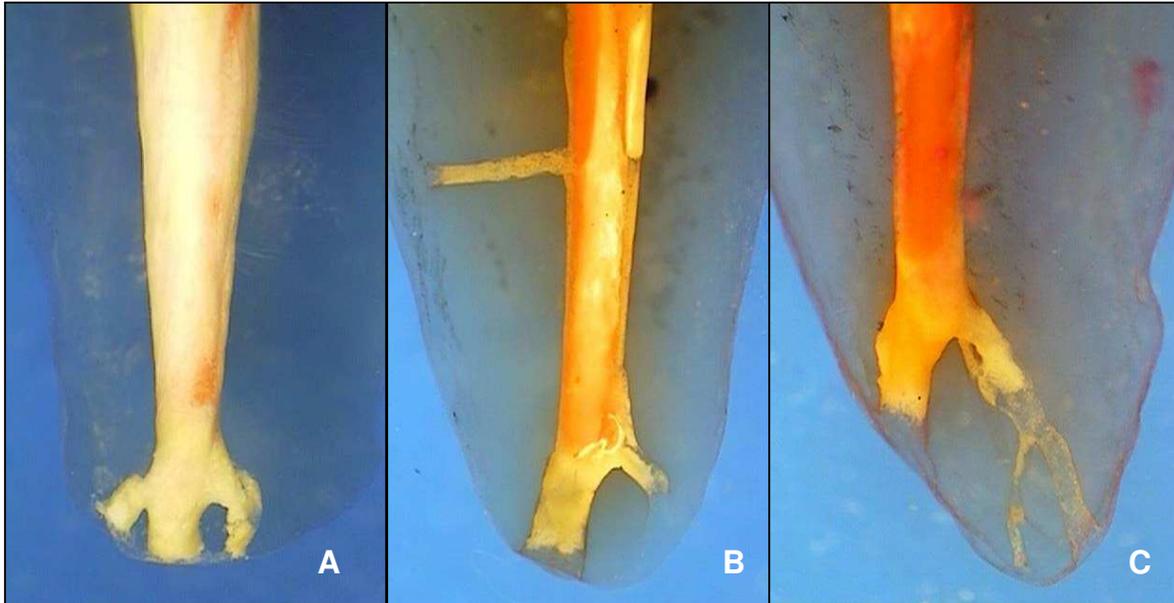


Figura 13 – (A) canais secundários naturais de diâmetros 0,23 e 0,26mm, obturados pelo cimento AH Plus. (B) canal secundário (diâmetro 0,19mm), obturado parcialmente pelo cimento Endométhasone. (C) canal secundário (diâmetro 0,15mm) e acessório (diâmetro 0,07mm) obturados parcialmente pelo cimento Pulp Canal Sealer (EWT). Aumento de 20x.

A análise em microscopia eletrônica de varredura demonstrou que as perfurações apresentaram diâmetros semelhantes nas faces externas e internas das raízes, com variações pequenas de diâmetro em relação ao tamanho da broca (Figura 14). A limpeza das paredes do canal apresentou remoção da “smear layer” e desobliteração dos orifícios dos túbulos dentinários (Figura 15).

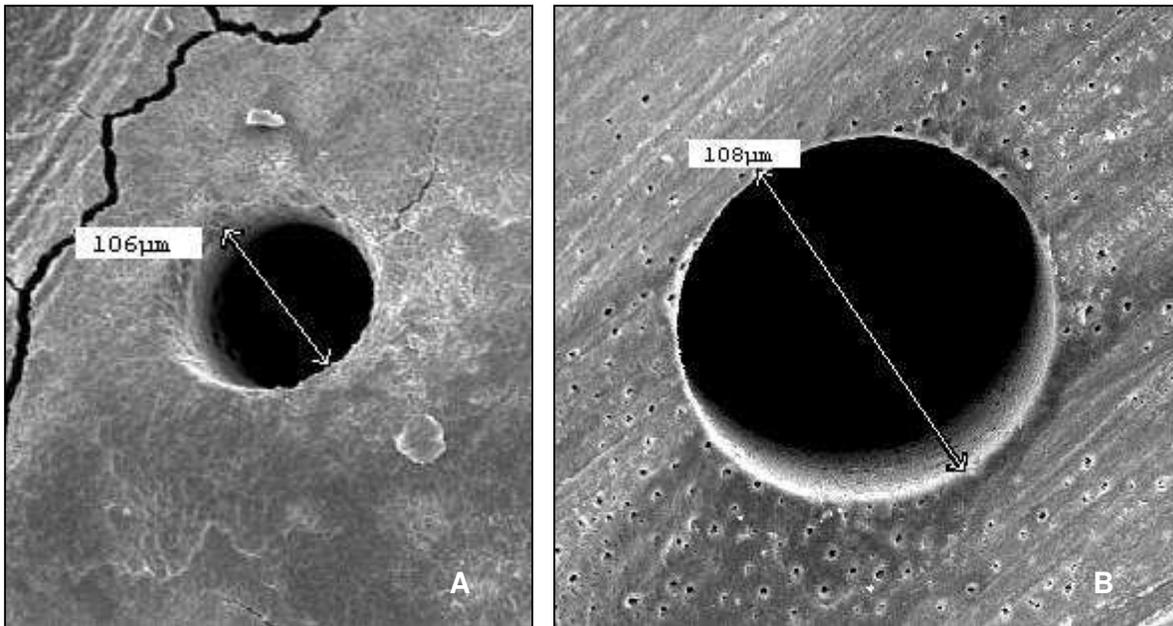


Figura 14 – (A) embocadura de um canal lateral com diâmetro de 106µm confeccionado no terço apical do canal principal; superfície externa da raiz (aumento de 140x); (B) embocadura do canal lateral com 108µm na superfície interna da raiz (aumento de 330x) – notar relação entre o diâmetro do canal lateral e dos orifícios dos túbulos dentinários.

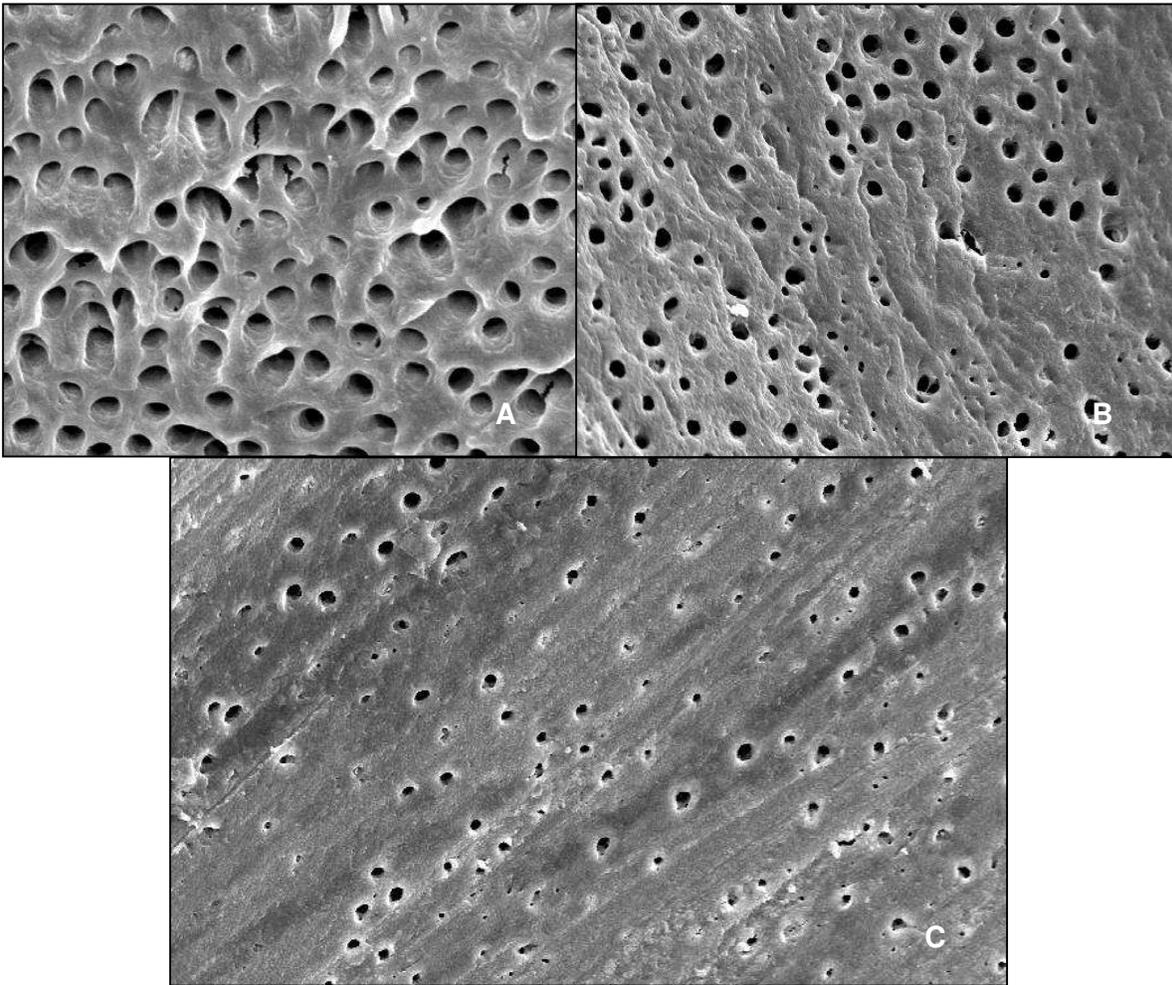


Figura 15 – Fotomicrografias representativas da limpeza da parede dentinária após uso de hipoclorito de sódio 2,5% e EDTA 17%. (A) terço cervical (aumento 1200x); (B) terço médio (aumento 1000x); (C) terço apical do canal radicular (aumento 1000x) – notar remoção completa da “smear layer” e desobstrução dos orifícios dos túbulos dentinários.

4.4 Infiltração de corante

A análise quantitativa dos canais laterais artificiais que apresentaram infiltração de corante entre o material obturador e a parede dentinária foi considerada presente quando o corante foi capaz de infiltrar mais que 25% do preenchimento total do canal lateral pelo cimento obturador. Infiltrações de corante inferiores a esse percentual foram consideradas ausentes.

As infiltrações ocorridas apresentaram quantidades variadas entre os cimentos testados. O cimento AH Plus demonstrou menor quantidade de canais laterais obturados com presença de infiltração de corante. De outra forma, o cimento Pulp Canal Sealer (EWT) apresentou infiltração maiores que 25% em todos os canais laterais obturados. Os cimentos com hidróxido de cálcio, Sealapex e Sealer 26, infiltraram em menos da metade das amostras, enquanto que o Endométhasone infiltrou em pouco mais da metade e o Target H&D em aproximadamente 70% delas (Tabela 6).

A análise estatística demonstrou diferença significativa entre os grupos ($p=0,0000$). Entretanto, por se tratar de uma análise qualitativa dos dados e o número de amostras ser pequeno para tal, o teste do Qui-Quadrado utilizado não permitiu a identificação de quais grupos são diferentes estatisticamente. Dessa forma, só é possível afirmar que o cimento AH Plus demonstrou que possui capacidade seladora melhor que o cimento Pulp Canal Sealer (EWT), em relação ao número de canais que permitiram a ocorrência de infiltração de corantes.

Tabela 6 – Número de amostras com presença ou ausência de infiltração de corante e porcentagem de amostras com infiltração em função do cimento.

| Cimento endodôntico | Infiltração presente | Infiltração ausente | % Infiltração presente |
|-------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| AH Plus | 3 | 15 | 16.67 b |
| Endométhasone | 9 | 8 | 52.94 |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 18 | 0 | 100.00 a |
| Target | 14 | 5 | 73.68 |
| Sealapex | 8 | 12 | 40.00 |
| Sealer 26 | 8 | 11 | 42.11 |

p=0,0000 (teste Qui-Quadrado)

A análise linear da quantidade de infiltração de corante entre o cimento obturador e a parede dentinária demonstrou grande variabilidade de valores obtidos entre os cimentos testados e também nos diferentes canais do mesmo cimento (Tabela 12 – anexo 3). Todos os cimentos, com exceção do Pulp Canal Sealer (EWT), foram capazes de selar sem infiltração alguma alguns canais laterais artificiais. Entretanto, da mesma forma que puderam selar eficientemente, permitiram infiltração total de corante em outros espécimes. Esses dados geraram variabilidade acentuada das medianas obtidas para os diferentes grupos (Figura 16). A Figura 17 ilustra as quantidades de infiltrações ocorridas entre a parede do canal lateral artificial e os cimentos endodônticos testados.

A análise estatística das porcentagens de infiltração de corante para os cimentos em estudo demonstrou que o cimento Pulp Canal Sealer (EWT) permite maior infiltração que os cimentos AH Plus e Sealapex ($p < 0,05$). As outras comparações feitas entre os grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes (Tabela 7).

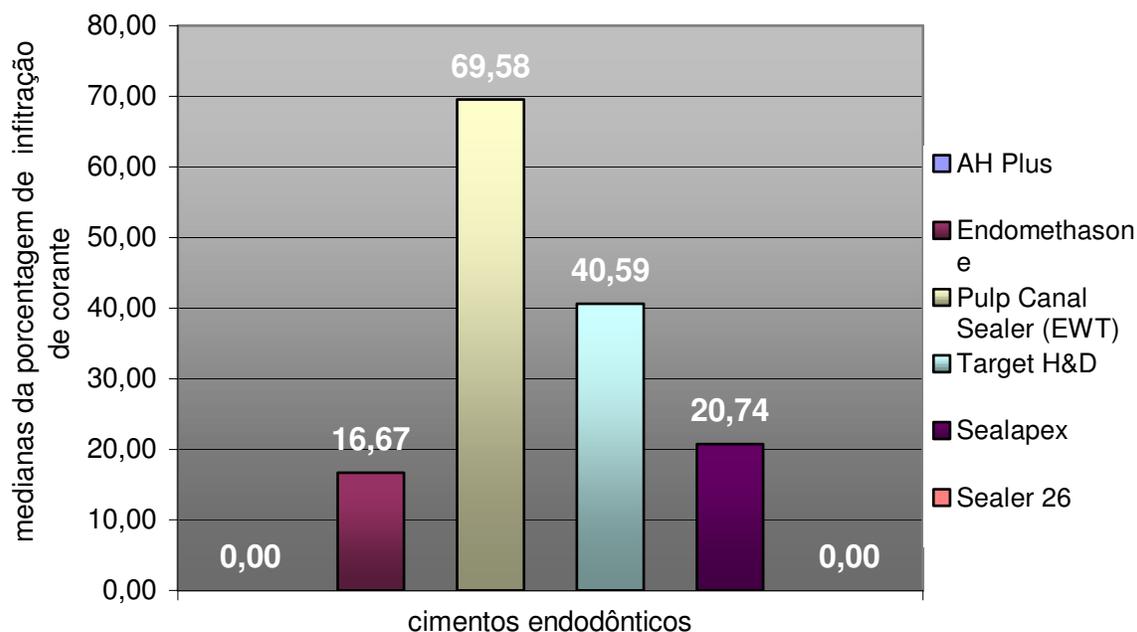


Figura 16 - Medianas das porcentagens de infiltrações de corante ocorridas nos canais laterais artificiais.

Tabela 7 - Medianas das porcentagens de infiltração de corante em função dos diferentes cimentos testados.

| Cimentos | Medianas | Valores Mínimos (%) | Valores Máximos (%) | Postos médios |
|-------------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------|
| AH Plus | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 36.0833 b |
| Endométhasone | 16,67 | 0,00 | 100,00 | 55.3529 ab |
| Pulp Canal Sealer (EWT) | 69,58 | 28,57 | 100,00 | 79.7222 a |
| Target H&D | 40,59 | 0,00 | 100,00 | 63.3158 ab |
| Sealapex | 20,74 | 0,00 | 100,00 | 45.5750 b |
| Sealer 26 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 56.6316 ab |

Postos médios seguidos de letras distintas diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis e Dunn ($p < 0,05$).



Figura 17 – (A) e (B) canais laterais totalmente preenchidos com ausência de infiltração de corante (A aumento 10x – B 20x) – AH Plus – (C) e (D) canais laterais totalmente preenchidos com infiltração total de corante no terço médio do canal radicular e infiltração parcial no terço apical (C aumento 10x – D 20x) – Pulp Canal Sealer (EWT).

Os dois espécimes utilizados como controles positivos apresentaram infiltração de corante pelos canais laterais que atingia todo o canal principal (figura 18 - A). De maneira inversa, os espécimes do controle negativo não apresentaram nenhuma forma de infiltração de corante (figura 18 - B).



Figura 18 – (A) controle positivo evidenciando a completa infiltração de corante pelos canais laterais, com preenchimento de todo canal principal (aumento 25x) – (B) controle negativo com ausência de infiltração de corante pelos canais laterais (aumento 25x).

5 DISCUSSÃO

5.1 Análise da capacidade de escoamento dos cimentos

As metodologias empregadas para a realização dos testes de escoamento dos cimentos são normas internacionais que oferecem padronização para os testes realizados (Salazar Silva *et al.*, 1996) e permitem a obtenção de testes reprodutíveis (Mendonça *et al.*, 2000). Entretanto, apresentam alguns aspectos que devem ser discutidos.

O volume de 0,5ml de cimento utilizado pela especificação n.º 57 da ADA (1983) parece ser muito grande para verificar as propriedades do cimento testado. A dificuldade em manter a proporção pó-líquido ou pasta-pasta dos cimentos e a dificuldade de manipulação e de homogeneização de seus componentes, principalmente quando são compostos por pó e líquido, são os principais fatores que podem interferir no resultado final do teste realizado.

Benatti *et al.* (1978) descrevem que a proporção pó-líquido dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol pode interferir em suas propriedades físicas proporcionando irregularidades no escoamento do material.

Diferentes índices de preenchimento de canais laterais artificiais foram apresentados pelo cimento de Grossman quando manipulado com diferentes proporções pó-líquido. A manipulação da consistência correta desse cimento apresentou 52,78% de preenchimento dos canais laterais enquanto que, quando manipulado com excesso de eugenol apresentou preenchimento de apenas 19,44% (Pécora *et al.*, 2002). Esse comportamento diferente do cimento de Grossman com manipulação incorreta de sua proporção pó-líquido certamente ocorreu devido à alteração em suas propriedades físicas.

Dessa forma, como a dificuldade de manipulação, homogeneização e manutenção da proporção pó-líquido podem interferir nas propriedades físicas dos cimentos e nos resultados dos testes realizados; a utilização de pequenas quantidades de cimento, como recomendado pela especificação n.º 6876 da ISO (2001), parece ser ideal por facilitar a correta manipulação e homogeneização da

proporção pó-líquido ou pasta-pasta recomendada pelos fabricantes dos cimentos endodônticos.

As normas ADA (1983) e ISO (2001) utilizadas nesse estudo determinam que deve haver controle de temperatura e umidade durante a realização dos testes. Essa peculiaridade da metodologia empregada tem seu embasamento fundamentado não só pela padronização das condições ambientais durante a realização de vários testes; mas também, é sabido que alterações nas propriedades físicas podem ocorrer em diferentes tipos de cimentos à base de óxido de zinco e eugenol devido a alterações na temperatura e umidade (Batchelor & Wilson, 1969; Grossman, 1982b). Dessa forma, apesar de nem todos os cimentos testados serem compostos por óxido de zinco e eugenol, a necessidade de padronização dos testes e a possibilidade de ocorrência de alterações nas propriedades físicas dos outros cimentos, culminaram em atenção especial para esse detalhe da metodologia aplicada.

Outro fator importante determinado pelas normas internacionais é que os cimentos a serem testados devem ser manipulados de acordo com as recomendações do fabricante. Obviamente que essa etapa seria facilmente cumprida apenas pela observação dos detalhes explicitados nas bulas dos cimentos. Os cimentos pasta-pasta (AH Plus e Sealapex) não apresentaram dificuldades para que a proporção de seus componentes fosse seguida. Da mesma forma, o cimento Pulp Canal Sealer (EWT) apresentou boas condições para a determinação da proporção pó-líquido recomendada pelo fabricante, que fornece uma espátula de plástico para mensurar a quantidade de pó utilizado e um frasco com um bom conta-gotas para dispensar a quantidade de eugenol necessária. Entretanto, alguns fabricantes dos cimentos testados não oferecem condições para que suas informações sejam cumpridas. Os cimentos Endométhasone, Target H&D e Sealer 26 explicitam bem a proporção desejada dos componentes mas não oferecem condições para que seja executada. O cimento Endométhasone é comercializado sem a presença de um medidor de pó e determina que seja usada qualquer eugenol para sua manipulação, o que dificulta

a padronização da quantidade de líquido utilizada já que cada frasco possui um conta-gotas diferente. Para não interferir nas condições do trabalho, fez-se a utilização de um eugenol que possuía conta-gotas adequado. O cimento Target H&D determina que deve ser usada uma espátula própria para medir o pó, mas não a fornece em conjunto com o cimento. Além disso, o conta-gotas do frasco de eugenol não possui regularidade do tamanho das gotas dispensadas, dificultando a manutenção da proporção de líquido desejada. Quando as gotas dispensadas se apresentavam irregulares, descartou-se o eugenol e fez-se nova determinação da quantidade de líquido. O Sealer 26 também deixa a desejar quanto às condições para que seja mantida a proporção de seus componentes por também não fornecer recursos para a quantificação do volume de pó e de resina que devem ser usados. Para a determinação pó-líquido do cimento Sealer 26, utilizou-se espátula de outro cimento para determinar o volume de pó e resina recomendado pelo fabricante.

Assim, a falta de materiais para que as informações do fabricante sejam cumpridas dificulta a manipulação durante realização de testes e também durante o uso clínico desses cimentos. Benatti *et al.* (1978) e Orstavik (1983), afirmam ser necessário empregar proporções adequadas dos componentes dos cimentos para se obter um escoamento uniforme e, que no momento da obturação, o material seja capaz de preencher os espaços encontrados na cavidade pulpar.

Outro fator a ser discutido é a variabilidade encontrada nos resultados dos testes realizados, principalmente quando a especificação n.º 57 da ADA (1983) é observada (Tabela 01). Alguns cimentos como o Pulp Canal Sealer (EWT) apresentaram taxa de escoamento em um teste de 46mm e em outro de 42,41mm. Da mesma forma, o cimento Sealer 26 apresentou taxa de escoamento de 39,89mm e de 46,05mm em testes diferentes. Valores tão divergentes como os do cimento Sealer 26 foram encontrados para o cimento Sealapex, quando analisado por uma adaptação da especificação n.º 16 da ADA com diferentes cargas, onde a taxa de escoamento desse cimento foi 33,5mm quando utilizada uma carga de 120g e de 42,6 com uma carga de 520g (Moraes *et al.*, 1989). A

atribuição das divergências ocorridas à proporção pó-líquido dos materiais não deve ser considerada pois o cimento Pulp Canal Sealer (EWT), que apresenta boas condições para que sejam seguidas as recomendações do fabricante, também demonstrou variabilidade de resultados.

Tentando minimizar os efeitos da variabilidade dos testes realizados, alguns autores realizam mais testes por cimento para obterem confiabilidade na média obtida (Mendonça *et al.*, 2000; Siqueira Jr *et al.*, 2000; Hosoya *et al.*, 2004). Outros estudos comparam as taxas de escoamentos dos cimentos através de testes estatísticos para verificar possíveis diferenças entre as taxas obtidas pelos cimentos (Silva *et al.*, 1995; Salazar Silva *et al.*, 1996; Guimarães *et al.*, 1999; Mendonça *et al.*, 2000; Siqueira Jr *et al.*, 2000; Hosoya *et al.*, 2004). Como a norma determina que devem ser realizados apenas três testes, obter sua média e considerar como taxa de escoamento do cimento a aproximação para o milímetro mais próximo, a realização de mais do que três testes deixa de estar em acordo com a norma utilizada. Da mesma maneira, a comparação das taxas de escoamento através de testes estatísticos, além de não ser determinado pelas normas, não apresentaria confiabilidade pois a análise estatística para valores com variabilidade alta não é recomendada em um número restrito de amostras estudadas.

Por isso, para minimizar a variabilidade dos resultados obtidos, seria ideal que a metodologia empregada fosse realizada em um número maior de amostras suficiente para a comparação através de teste estatístico adequado.

Durante a realização dos testes de escoamento dos cimentos observou-se constante uniformidade dos discos comprimidos para todos os cimentos em ambas especificações, sendo necessária a repetição de pequena quantidade de testes. Essas repetições estavam freqüentemente associadas à colocação incorreta do peso sobre os cimentos em estudo. Portanto, quando da realização desses testes é necessário que o executor padronize o local de colocação do peso para que não resulte em irregularidades de escoamento e necessidade de repetições de testes.

As duas normas internacionais utilizadas demonstraram que o cimento Pulp Canal Sealer (EWT) obteve maior taxa de escoamento que os outros cimentos testados. Esses dados estão em acordo com os apresentados por Guimarães *et al.* (1999) e não concordam com os de Siqueira Jr *et al.* (2000), que ao compará-lo com o cimento AH Plus encontrou um escoamento menor. Como as taxas de escoamento desses dois cimentos foram próximas para ambas as especificações, é difícil considerar que um ou outro cimento apresenta maior escoamento, sendo que ambos foram capazes de cumprir eficientemente com as duas normas em estudo.

Comportamento semelhante foi encontrado com o cimento Target H&D. Esse cimento apesar de ter apresentado escoamento menor que o AH Plus e o Pulp Canal Sealer (EWT), foi capaz de escoar mais que o valor mínimo exigido pelas normas internacionais. A comparação desses dados com outros estudos não é possível já que não foram encontrados relatos literários sobre a taxa de escoamento apresentada por esse cimento.

Os resultados apresentados pelos cimentos Sealer 26 e Sealapex foram diferentes para as duas normas em estudo. A análise através da especificação n.º 57 da ADA (1983), demonstrou que os dois cimentos foram capazes de escoar mais que o limite mínimo exigido, mesmo que o Sealapex apresentasse menor taxa de escoamento em relação ao Sealer 26. Esse resultado encontrado para o cimento Sealapex concorda com o encontrado por Moraes *et al.* (1989), que também demonstrou escoamento suficiente quando analisado por metodologia semelhante à citada anteriormente. Segundo Siqueira *et al.* (1995; 2000), o cimento Sealer 26 também apresentou boas taxas de escoamentos nos estudos realizados pela metodologia de Benatti *et al.* (1978). A menor taxa de escoamento demonstrada pelo Sealapex quando comparada com o Sealer 26 também foi descrita por Siqueira *et al.* (1995).

Quando esses cimentos foram analisados pela especificação n.º 6876 da ISO (2001), apesar de ficarem próximos, não foram capazes de escoar suficientemente para cumprir com a recomendação estudada. Nesse teste, além

das taxas de escoamento dos cimentos se apresentaram bem semelhantes, diferentemente do que ocorreu na especificação da ADA (1983), o cimento Sealapex demonstrou maior taxa de escoamento. Essa divergência de resultados encontrada para esses dois cimentos nas diferentes especificações pode estar relacionada com o volume de cimento utilizado para cada uma delas. A especificação da ADA (1983), por regulamentar o estudo de um volume bem maior de cimento, pode proporcionar condições mais favoráveis para que o cimento possa escoar já que a carga utilizada é a mesma. De outra forma, a dificuldade de manipulação e homogeneização de grandes quantidades de cimento pode ter interferido nos resultados obtidos. Esse fato poderia explicar a discrepância de resultados que apresentou o cimento Sealer 26 com escoamento bem superior ao exigido pelo ADA (1983), porém não foi capaz de cumprir com a recomendação da ISO (2001).

A taxa de escoamento obtida através da recomendação 6876 da ISO (2001) para o cimento Sealapex foi de 19mm. A análise desse cimento segundo a mesma recomendação proporcionou taxas de escoamento bem superiores ao mínimo exigido, mesmo que fossem acrescentados diferentes tipos de hidróxido de cálcio em sua composição. A taxa de escoamento apresentada pelo grupo controle do Sealapex foi próxima de 40mm (Hosoya *et al.*, 2004). Esses resultados devem ser avaliados com cautela já que nem os cimentos AH Plus e Pulp Canal Sealer (EWT), que apresentaram maior taxa de escoamento no presente trabalho e que são consagrados pela literatura como tendo bom escoamento (Guimarães *et al.*, 1999; Siqueira Jr *et al.*, 2000) não apresentaram índices superiores à 23mm quando analisados por essa norma. Da mesma forma, o cimento Sealapex só apresentou escoamento pouco superior a 40mm quando submetido a uma carga de 520g (Moraes *et al.*, 1989).

O cimento Endométhasone foi o único cimento a não apresentar escoamento suficiente para se enquadrar nas normas estabelecidas pelas duas recomendações estudadas. O baixo escoamento desse cimento obtido pela norma 57 da ADA (1983) também foi encontrado por Savioli *et al.* (2000). Grossman

(1982a) descreveu que a adição de resina ao cimento de óxido de zinco e eugenol dá plasticidade ao material e favorece seu escoamento. Essa melhora no escoamento dos cimentos de óxido de zinco e eugenol com o acréscimo de resina natural também foi constatado por Savioli *et al.* (1994). Embasados nesses trabalhos, Silva *et al.* (1995) e Savioli *et al.* (2000) atribuíram à menor quantidade desse material na composição dos cimentos de Grossman e do Endométhasone, a apresentação de menores taxas de escoamentos.

5.2 Análise da obturação e selamento marginal em canais laterais produzidos artificialmente em dentes humanos

A produção de canais laterais artificiais em dentes naturais tem sido uma ferramenta muito utilizada para estudar a influência da técnica e do cimento obturador de canais radiculares no adequado preenchimento das ramificações do canal principal (Siqueira Jr, 1993; Holland & Murata, 1995; Bramante & Fernandez, 1999; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004). As simulações das ramificações do canal principal devem ser realizadas de maneira mais fiel possível à sua morfologia natural. Como canais laterais de diâmetros muito diminutos são difíceis de serem confeccionados, os estudos mais recentes que se utilizam dessa metodologia têm produzido canais com diâmetro de 0,15mm (Holland & Murata, 1995; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004).

Ao analisarmos o estudo de Kasahara *et al.* (1990), podemos observar que apenas 18,9% das ramificações do canal principal apresentam diâmetro igual ou maior que 0,15mm. Da mesma forma, apesar de ainda não permitir comparação com a maioria das ramificações naturais, a confecção de canais laterais com diâmetro de 0,10mm abrange 43,6% delas.

A utilização de blocos de resina com o objetivo de estudar a capacidade de técnicas e cimentos em obturar essas ramificações (Himel & Cain, 1993; Reader *et al.*, 1993; Dulac *et al.*, 1999; Silver *et al.*, 1999), apesar de apresentar facilidades como a padronização das amostras e a realização de canais laterais de

pequeno diâmetro, deixa a desejar ao substituir a dentina por resina (Reader *et al.* 1993; Dulac *et al.*, 1999; Goldberg *et al.*, 2001). Dessa forma, a confecção de canais laterais artificiais de pequeno diâmetro em dentes naturais traz mais semelhança ao estudo realizado.

Todos os estudos que realizaram as perfurações com alargadores ou limas especialmente preparados com diâmetros compatíveis com 0,15mm não apresentam semelhança do tamanho da perfuração na superfície interna e externa da raiz (Holland & Murata, 1995; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004). Deve-se considerar que esses instrumentos possuem conicidade de 0,02mm a cada milímetro de parte ativa e que sua penetração por um a dois milímetros faz com que a superfície externa da perfuração seja ampliada até diâmetro 0,17 ou 0,19mm. Se ainda considerarmos que as perfurações foram feitas com esses instrumentos em micro motor de baixa rotação e manualmente, a falta de centralização e de estabilidade certamente geraram um aumento no diâmetro das perfurações, o que as distancia ainda mais do tamanho freqüentemente encontrado naturalmente.

Esse trabalho pôde confeccionar as perfurações utilizando brocas paralelas de 0,10mm de diâmetro em um centro de usinagem que foi capaz de dar estabilidade para que as perfurações fossem realizadas de maneira padronizadas, com diâmetros semelhantes nas superfícies externa e interna da raiz (Figura 14).

As perfurações mostraram proximidade de diâmetros das realizadas em blocos de resina e até menores aos apresentados pela maioria das ramificações naturais encontradas casualmente nos dentes em estudo (Figura 13). Dessa forma, pode-se estudar a capacidade dos cimentos em obturar essas ramificações artificiais produzidas em dentes humanos com diâmetros próximos aos de uma boa parte das ramificações naturais, o que traz maior confiabilidade ao estudo.

A tentativa de realizar perfurações com diâmetros inferiores a 0,10mm, além de apresentar extrema dificuldade mecânica para sua confecção, imagens de dentes diafanizados mostram que canais laterais menores que 0,1mm em diâmetro são freqüentemente relacionadas com complexidade anatômicas como

múltiplas ramificações e curvas (Villegas *et al.*, 2002), o que seria impossível de reproduzir.

As perfurações realizadas nesse estudo foram feitas em uma das faces proximais de dentes anteriores superiores. Os estudos que também utilizaram a produção artificial de ramificações em dentes naturais também as fizeram em dentes monorradiculares (Holland & Murata, 1995), assim como em suas faces proximais (Siqueira Jr, 1993; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004). De Deus (1975) descreveu que os canais laterais ocorrem em 10,4% dos dentes estudados e mais freqüentemente no terço médio da raiz. A maioria dos trabalhos também relata que as ramificações ocorrem principalmente no terço apical da raiz (De Deus, 1975; Vertucci 1978; Vertucci & Gegauff, 1979; Vertucci, 1984; Kartal & Yanikoglu, 1992; Gulabivala *et al.*, 2000; Ng *et al.*, 2001; Gulabivala *et al.*, 2002). Dessa forma, a realização das perfurações nos terços médio e apical do canal radicular tende a reproduzir a maioria das ramificações do canal principal.

O preparo químico-mecânico dos canais foi realizado após a confecção dos canais laterais para que as condições experimentais do trabalho fossem mais próximas da rotina de um tratamento clínico. Alguns autores produziram os canais laterais após o preparo químico mecânico (Holland & Murata, 1995; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004) mas anteriormente à aplicação do EDTA; já que se sabe que a limpeza das paredes dentinárias além de aumentar a capacidade de obturação de ramificações do canal principal de cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Holland *et al.*, 1988), proporciona condições para a penetração de cimentos no interior de túbulos dentinários, melhorando assim o selamento contra a infiltração marginal (Sen *et al.*, 1996). Goldberg *et al.* (2001, 2002), de maneira contrária aos trabalhos citados anteriormente, realizaram as perfurações após uma parte do preparo e após o seu término não utilizaram substância irrigadora auxiliar para que a camada de “smear layer” fosse removida. Esses autores discutem que essa conduta foi tomada para que as condições da prática clínica fossem reproduzidas.

Como a remoção da camada de “smear layer” proporciona melhoras na capacidade de obturação de canais laterais (Holland *et al.*, 1988; Goldberg *et al.*, 1986; Villegas *et al.*, 2002) e pode melhorar o selamento marginal (Saundes & Saunders, 1992; Holland *et al.*, 1995; Sen *et al.*, 1996; Vivacqua-Gomes *et al.*, 2002), foi tomada a opção de removê-la durante a realização desse trabalho. O protocolo para sua remoção com irrigação durante o preparo do canal radicular com solução de hipoclorito de sódio 2,5%, manutenção de EDTA 17% por 3 minutos no interior do canal radicular sem qualquer agitação e posterior irrigação com hipoclorito de sódio, mostrou boa capacidade de limpeza das paredes dentinárias (Figura 15), assim como foi encontrado por Otoboni Filho *et al.* (2002).

A técnica obturadora do canal radicular utilizada foi a condensação lateral. Apesar de alguns estudos apresentarem que essa técnica obtém menor quantidade de obturação de canais laterais em relação a técnicas que produzem termoplastificação da guta-percha (Siqueira Jr, 1993; Dulac *et al.*, 1999; Goldberg *et al.*, 2001); outros demonstram que não há diferenças estatísticas entre elas (Clark & ElDeeb, 1993; Reader *et al.*, 1993) ou que a condensação lateral é capaz de obturar eficientemente ramificações do canal principal (Goldberg *et al.*, 1986; Holland & Murata, 1995; Pécora *et al.*, 2002).

Como o objetivo desse trabalho foi de demonstrar a capacidade de cada cimento endodôntico em obturar canais laterais artificiais e verificar o selamento marginal proporcionado por eles sem associação com guta-percha, a técnica de obturação deveria permitir que apenas o cimento pudesse penetrar no canal lateral. Dessa forma, como estudos demonstram que a Condensação lateral produz preenchimento das ramificações do canal principal apenas com cimento obturador (Reader *et al.*, 1993; Siqueira Jr, 1993; Dulac *et al.*, 1999), a técnica escolhida foi adequada para proposta do trabalho.

Durante a realização da técnica de Condensação lateral, a penetração dos espaçadores foi feita com profundidade de 2mm aquém do comprimento de trabalho. Os estudos de Allison *et al.* (1979, 1981) demonstram que melhor selamento na técnica da Condensação lateral ocorre quando o espaçador penetra

até aproximadamente 1 a 2mm da ponta do cone principal e que essa penetração próxima à região apical, é mais importante que a própria adaptação do cone principal. Da mesma forma, sua inserção na face vestibular do canal radicular foi realizada para que não houvesse influência do local de espaçamento na obturação dos canais laterais, já que Bramante & Fernandez (1999) encontraram que a inserção do espaçador no lado oposto da parede em que se localizava o canal lateral proporcionava maior preenchimento do que quando realizada na parede do canal lateral artificial.

Scarfe *et al.* (1995) demonstraram que a identificação de ramificações do canal principal através de radiografias digitais é levemente mais sensível que a radiografia convencional, mesmo com a utilização de contraste no interior dos canais, com o uso da magnificação e da utilização de inversão de cores. Entretanto, a análise das obturações feita pela radiografia digital nesse estudo, com magnificação e inversão de cores, foi muito útil para a detecção das obturações dos canais laterais artificiais realizados.

Para minimizar as variações de uma análise subjetiva com atribuições de escores para a quantidade de preenchimento dos cimentos como observado em alguns estudos (Bramante & Fernandez, 1999; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004) e para que as diferenças de comprimento dos canais laterais não interferissem na análise da capacidade de obturação dos mesmos, fez-se a utilização de um índice determinado pela divisão da quantidade de obturação com cimento endodôntico pelo comprimento do canal lateral, semelhante ao realizado por Villegas *et al.* (2002).

A técnica utilizada para estudar a capacidade de selamento proporcionado pelos cimentos endodônticos em canais laterais foi a penetração de corantes, a técnica mais largamente utilizada nos estudos de selamento marginal apical e coronário de obturações do canal radicular (Limkangwalmongkol *et al.*, 1991; Wu & Wesselink, 1993; Lucena-Martin *et al.*, 2002; Zaia *et al.*, 2002).

A secção longitudinal do dente (Limkangwalmongkol *et al.*, 1992; Siqueira *et al.*, 1995; Holland *et al.* 1996; De Almeida *et al.*, 2000), a secção

transversal (Lucena-Martin *et al.*, 2002; Boussetta *et al.*, 2003) e a diafanização (Tagger *et al.*, 1983) são três formas freqüentemente encontradas na literatura para avaliar a penetração máxima de infiltração de corante.

Dentre essas técnicas, a diafanização foi utilizada por apresentar maior quantidade de informações sobre a morfologia do canal radicular obturado (Lucena-Martin *et al.*, 2002) e permitir a visualização da infiltração de corante tridimensionalmente, facilitando sua observação (Valli *et al.*, 1998). De modo contrário, a secção longitudinal proporciona apenas a visão de uma face do material obturador, o que pode mascarar o resultado de infiltração (Ahlberg *et al.*, 1995). Já a secção transversal tende a ser menos precisa que a diafanização pois produz a perda de parte de tecido dentinário e do corante durante o seccionamento dental (Lucena-Martin *et al.*, 2002).

Estudos que comparam os tipos de corantes que podem ser utilizados por essas técnicas, atribuem ao azul de metileno maior infiltração por apresentar menor peso molecular em relação à tinta nanquim (Ahlberg *et al.*, 1995). Sua infiltração é comparada com a do ácido butírico, um produto metabólico dos microorganismos (Kersten & Moorner, 1989). Entretanto, como as partículas do azul de metileno podem dissolver durante o processo de desmineralização e diafanização (Valli *et al.*, 1998) dificultando sua visualização (Scott *et al.*, 1992; Pathomvanich & Edmunds, 1996), a tinta nanquim é o corante mais indicado para uso conjunto com a diafanização. Mesmo porque, a correlação entre o ingresso de bactérias e a penetração da tinta nanquim fornece uma classificação similar para a capacidade de selamento dos materiais testados (Chong *et al.*, 1995).

Outra freqüente discussão nos trabalhos que estudam a infiltração de corante é a utilização ou não do vácuo durante a pesquisa. A eliminação de eventuais bolhas de ar que podem ficar aprisionadas entre a obturação e as paredes do canal através do vácuo é uma ferramenta importante para que a infiltração do corante possa atingir os espaços deixados por falhas na obturação (Goldman *et al.*, 1989; Spangberg *et al.*, 1989; Holland *et al.*, 1990; Wu & Wesselink, 1993). Entretanto, Antonopoulos *et al.* (1998) não mostram diferenças

significantes entra a infiltração passiva ou sob pressão negativa de corantes e ainda discutem que se realmente existir a presença de ar no interior da obturação do canal, esse fato não exerceria influência sobre o corante. Considerando-se que pode haver influência do ar no interior da obturação e que o corante utilizado apresenta maior dificuldade de penetração, a utilização do vácuo constituiu parte da metodologia desse trabalho.

A quantidade de infiltração do corante nas interfaces do cimento e da parede do canal radicular foi medida linearmente, e da mesma forma ao realizado com preenchimento dos canais laterais, para minimizar as variações de uma análise subjetiva, determinou-se um índice dividindo a medida linear de infiltração de corante pela extensão da obturação do canal lateral. A análise apenas linear dos dados poderia demonstrar taxas de infiltração de, por exemplo, 0,8mm; entretanto, essa medida poderia significar a infiltração de toda a extensão do canal lateral. Enquanto que de outra forma, infiltração de 0,8mm em um canal de 1,6mm significaria apenas 50% de penetração de corante.

As comparações das infiltrações apresentadas pelos diferentes cimentos estudados foram também realizadas através da quantificação das amostras que apresentavam ou não infiltração de corante mais do que 25%. Essa margem de infiltração de corante de 25% foi determinada devido à possibilidade do cimento obturador apresentar escoamento em bisel na extremidade de sua penetração e o corante estar preenchendo apenas um espaço vazio ao lado do cimento; ou mesmo pela possibilidade de algum manchamento da superfície externa do dente mascarar uma infiltração tão pequena. Essa análise foi realizada apenas para ilustrar que alguns cimentos foram mais efetivos que outros, permitindo índices de infiltração pequenos ou mesmo ausentes.

A análise da capacidade de obturação de canais laterais produzidos em dentes humanos tem sido feita através da observação das imagens radiográficas das amostras (Siqueira Jr, 1993; Holland & Murata, 1995; Bramante & Fernandez, 1999; Goldberg *et al.*, 2001, 2002; Pécora *et al.*, 2002; Moraes *et al.*, 2004). Os

resultados obtidos através dessa avaliação permitiram que os autores concluíssem que técnicas diferentes de obturação e diferentes cimentos podem apresentar taxas diversas de obturação de canais laterais artificiais (Siqueira Jr, 1993; Holland & Murata, 1995; Goldberg *et al.*, 2001).

Os resultados de preenchimento de canais laterais obtidos pela radiografia digital nesse trabalho, apesar de apresentarem porcentagens uniformes para alguns cimentos, para outros não mostraram regularidade dos dados. Dessa forma, a comparação dos dados radiográficos com a análise dos espécimes diafanizados após infiltração de corantes proporcionou a reavaliação dos resultados obtidos de preenchimento de canais laterais.

Após essa comparação, pode-se constatar que 20,31% do número total de canais analisados não apresentaram imagem radiográfica e apresentaram preenchimento quando observados por diafanização (Tabela 3).

A deficiência da análise radiográfica em constatar a presença de canais laterais artificiais obturados de 0,1mm de diâmetros, demonstra que além da ineficiência da radiografia em diagnosticar a presença de ramificações do canal principal em imagens pré-operatórias (Altman *et al.*, 1970; Zillich & Dowson, 1973; Scarfe *et al.*, 1995; Omer *et al.*, 2004), também não é eficaz em demonstrá-los após suas obturações, ao contrário do relatado por Goldberg *et al.* (1986). Clark & ElDeeb (1993), também relatam que canais laterais naturais obturados observados pela diafanização, muitas vezes não apresentavam imagens radiográficas.

Os percentuais de obturação do canal lateral seriam menores se as análises não tivessem sido feitas com magnificação de 100% das imagens e com inversão de cores. Essa afirmação fundamenta-se na difícil detecção de alguns canais laterais obturados mesmo após a utilização desses recursos. Deve-se considerar ainda que as análises radiográficas feitas em trabalhos “in vitro” são realizadas em dentes extraídos, portanto, a presença do tecido ósseo e a sobreposição de imagens poderiam ainda mais dificultar a observação dessas ramificações clinicamente.

Outro fator importante a ser observado é que a análise radiográfica clínica nos permite a obtenção de imagens apenas no sentido méso-distal. Portanto, como a maioria das ramificações do canal principal se orienta para as faces vestibular, mesial e méso-vestibular (Kasahara *et al.*, 1990), sua observação radiográfica seria difícil mesmo que as ramificações estivessem obturadas.

A análise dos espécimes através de radiografia, diafanização e de infiltração de corante conjuntamente para verificar o preenchimento dos canais laterais, apresentou porcentagens altas de preenchimento semelhantes estatisticamente pelos diferentes cimentos testados, independentemente da localização dos canais laterais.

Holland & Murata (1995) salientam que, pelo menos do ponto de vista teórico, a propriedade de escoamento de um cimento endodôntico é importante para que ocorra a obturação do sistema de canais. Entretanto, é difícil estabelecer qual o escoamento mínimo para que esse objetivo seja alcançado. Da mesma forma, Venturi *et al.* (2003) relatam que a relação entre o escoamento do cimento e sua capacidade em penetrar em estreitos canais acessórios não tem sido investigada.

Os dados obtidos pelos testes de escoamento de cimentos através das normas internacionais 57 da ADA (1983) e 6876 da ISO (2001) mostraram divergências nas taxas de escoamento apresentadas pelos cimentos estudados. Alguns foram capazes de cumprir ambas recomendações, outros apresentaram taxas de escoamento inferiores ou muito inferiores ao limites mínimos exigidos pelas mesmas. Entretanto, todos os cimentos estudados mostraram altas porcentagens de obturação de canais laterais artificiais de 0,1mm de diâmetro. Dessa forma, como os cimentos apresentaram diferentes índices de escoamento através das normas estudadas e nenhum cimento demonstrou capacidade inferior ao outro em obturar canais laterais produzidos com 0,1mm de diâmetro, é lícito concluir que as taxas de escoamento requeridas por essas normas internacionais

não possuem relação direta com a capacidade dos cimentos testados em obturar as ramificações do canal principal produzidas nesse trabalho.

A porcentagem média de preenchimento dos canais laterais obtidas para todos os cimentos foi de 87,44%. Esse dado mostra que a condensação lateral, conjuntamente com os cimentos testados, é eficaz em obturar as ramificações do canal principal como encontrado por vários estudos (Clark & ElDeeb, 1993; Reader *et al.*, 1993; Goldberg *et al.*, 1986; Holland & Murata, 1995; Pécora *et al.*, 2002).

A taxa de preenchimento obtida nesse estudo pelo cimento Sealapex, independentemente do teço do canal radicular, foi de 92,7%. Essa taxa é bem maior que a obtida por Villegas *et al.*(2002) que encontrou preenchimento de 68,1% das ramificações naturais do canal principal com diâmetros maiores ou iguais a 0,1mm; com a utilização de hipoclorito de sódio e EDTA como soluções irrigadoras. A maior taxa de preenchimento encontrada nesse trabalho pode ser explicada pela conformação retilínea e patência prévia ao preparo químico-mecânico dos canais laterais artificiais produzidos, favorecendo assim, não só o escoamento do cimento como a penetração das soluções irrigadoras.

Holland & Murata (1995) encontraram que esse cimento pode obturar 100% dos canais laterais artificiais e 90% das ramificações naturais do canal principal. A comparação direta desses dados com os obtidos nesse estudo apresenta semelhança nos valores (92,7%); entretanto, a taxa obtida por nós representa a média de preenchimento dos canais laterais e não o número de canais laterais preenchidos.

A taxa de preenchimento demonstrada pelo cimento AH Plus foi estatisticamente maior que a demonstrada pelo Pulp Canal Sealer (EWT) em ramificações naturais do canal principal (Venturi *et al.*, 2003). Esses resultados não concordam com os obtidos nesse trabalho, já que não foi encontrada diferença estatística entre nenhum dos cimentos analisados. O diâmetro das ramificações pode explicar as divergências encontradas, já que Venturi *et al.* (2003) analisaram até ramificações com diâmetros menores que 40 μ m. Outro fato

a ser ressaltado é que esses autores utilizaram técnicas de obturação termoplastificadoras, que segundo Goldberg *et al.* (2001), são mais eficazes na obturação de canais laterais. Da mesma forma, os autores relatam que o aquecimento melhora a difusão do cimento AH Plus; isso sugere que as diferenças encontradas por esses estudos podem ser explicadas pelas técnicas diferentes de obturação utilizadas.

Pécora *et al.* (2002) demonstraram que o cimento Endométhasone apresenta percentuais de obturação de canais laterais artificiais inferiores aos apresentados pelo cimento de Grossman e semelhantes aos encontrados pelo cimento de Grossman com excesso de eugenol. O cimento Endométhasone apresentou obturação total de 25% das amostras e parcial de 38,89% delas. Esse resultado apresenta-se divergente aos encontrados por nós já que o Endométhasone obteve índices de preenchimento de canais laterais de 0,1mm semelhante aos outros cimentos testados. A análise radiográfica talvez seja a explicação para as menores taxas de obturação encontradas por eles. Porém, como os canais produzidos em seu estudo possuíam diâmetro de 0,15mm, a eficiência da análise radiográfica talvez tenha sido maior e a afirmação de que a radiografia apresentou deficiência na análise de seus resultados pode não ser verdadeira.

A diferença estatística encontrada para o cimento Target H&D entre os terços do canal radicular parece ser apenas uma casualidade, já que esse cimento apresentou taxa de preenchimento de 100% em todos os canais do terço apical (Tabela 10 – anexo 3), e que diferenças estatisticamente significantes não tem sido encontradas na literatura entre os terços do canal radicular (Goldberg *et al.*, 2001, 2002).

A preocupação atual quanto ao selamento apical e coronário tem intensificado a busca por materiais obturadores que possuam melhor capacidade de selamento marginal. A análise de infiltração de corante tem sido utilizada para comparar a capacidade seladora dos diferentes cimentos empregados em

endodontia (Siqueira *et al.*, 1995; Holland *et al.*, 1996; Lucena-Martin *et al.*, 2002; Camps & Pashley, 2003; Tanomaru Filho *et al.*, 2004;).

A observação dos dados expostos na literatura demonstra que todos os cimentos testados nesse trabalho apresentam algum índice de infiltração de corantes, mesmo que pequenos (Siqueira *et al.*, 1995; Lucena-Martin *et al.*, 2002; Camps & Pashley, 2003; Nicastro *et al.*, 2004).

A análise da capacidade seladora dos cimentos endodônticos em canais laterais naturais ou mesmo artificiais não foi estudada por nenhum tipo de metodologia. Dessa forma, os dados obtidos nesse trabalho só podem ser comparados com os apresentados nos selamentos apicais e coronários pelos cimentos em questão.

Os cimentos AH Plus e Sealapex obtiveram quantidade de infiltração de corante significativamente menor quando comparados com o cimento Pulp Canal Sealer (EWT). Entretanto, o estudo de Camps & Pashley (2003) não encontrou diferenças estatisticamente significantes na comparação entre esses cimentos na quantidade de infiltração apical. As medidas lineares de infiltração encontradas nesses cimentos foram de 1,8mm para o AH Plus, 2,1mm para o Sealapex e 2,2mm para o Pulp Canal Sealer.

As outras comparações feitas entre os cimentos desse estudo não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. A semelhança estatística entre o cimento Endométhasone e o Top Seal (AH Plus) também já foi encontrada em estudo de infiltração apical de corantes (Lucena-Martin *et al.*, 2002), assim como a semelhança entre o Target H&D e Pulp Canal Sealer (Nicastro *et al.*, 2004) e entre o Sealapex e Sealer 26 (Siqueira *et al.*, 1995).

As medidas lineares encontradas nas obturações dos canais laterais artificiais foram menores do que as medidas encontradas em estudos de selamento marginal apical dos mesmos cimentos (Siqueira *et al.*, 1995; Lucena-Martin *et al.*, 2002; Schäfer & Olthoff, 2002; Camps & Pashley, 2003; Nicastro *et al.*, 2004). Esse fato poderia ser explicado pelo menor diâmetro dos canais laterais quando comparados com o forame apical, proporcionando assim melhores

condições de selamento para os cimentos. Deve-se também considerar que quando os selamentos apical e coronário são analisados, as obturações são constituídas de cimentos e guta-percha, fato que poderia provocar maior infiltração de corante nas interfaces desses dois materiais ou ainda proporcionar camadas mais espessas de cimentos que tendem a apresentar maior infiltração (Wu *et al.*, 1995; Kontakiotis *et al.*, 1997).

Apesar dos cimentos endodônticos apresentarem índices de infiltração de corante em canais laterais artificiais, a presença física dos cimentos endodônticos associada ao poder antimicrobiano dos mesmos, teoricamente, é capaz de eliminar ou ao menos inibir a proliferação de microorganismos no sistema de canais radiculares (Siqueira *et al.*, 2000), independentemente de permitirem pequenos índices de infiltração.

A incidência de ramificações do canal principal tem sido considerada alta pela literatura (De Deus, 1975; Vertucci, 1984) gerando afirmações como a de Seltzer (1971), que a presença de ramificações do canal principal deve ser considerada uma regra e não uma exceção.

Após constatar que três diferentes técnicas de obturação são eficientes no preenchimento de ramificações do canal principal em blocos de resina, Reader *et al.* (1993) discutem que mesmo que alguns artigos publicados relatem falha ou sucesso resultante do tratamento de um canal lateral; a taxa geral de sucesso do tratamento endodôntico, independentemente de técnicas de obturação e da incidência de canais laterais descritas, indicaria que essas ramificações têm pouca significância.

Entretanto, o fato da radiografia apresentar-se falha em demonstrar a presença e obturação de ramificações do canal principal, as altas taxas de preenchimento dos canais laterais obtidas pelos cimentos obturadores e a capacidade seladora apresentada pela maioria dos cimentos estudados, poderiam confirmar que os altos índices de sucesso em Endodontia são também decorrentes de altas taxas de obturação e selamento efetivo de ramificações do canal principal, que não podem ser corriqueiramente vistas durante análise radiográfica clínica.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pela metodologia desse trabalho permitiram concluir que:

- a) apenas o cimento Endométhasone não apresentou o escoamento mínimo exigido pela recomendação n.º 57 da ADA (1983);
- b) os cimentos Pulp Canal Sealer (EWT), AH Plus e Target H&D foram capazes de cumprir com a recomendação n.º 6876 da ISO (2001), enquanto que os cimentos Sealapex, Sealer 26 e Endométhasone não apresentaram o escoamento mínimo exigido;
- c) todos os cimentos testados apresentaram capacidade semelhante de preenchimento de canais laterais artificiais, localizados nos terços médio e apical das raízes dentais.
- d) a comparação estatística entre os índices infiltração de corante dos cimentos estudados demonstrou apenas que o AH Plus e Sealapex permitiram menor infiltração do que o Pulp Canal Sealer (EWT).
- e) a análise radiográfica não foi capaz de demonstrar a obturação em aproximadamente 20% dos canais laterais artificiais;
- f) as taxas de escoamento requeridas pelas normas 57 da ADA (1983) e 6876 da ISO (2001) não possuem relação direta com a capacidade dos cimentos testados em obturar canais laterais artificiais de 0,1mm de diâmetro.

REFERÊNCIAS

Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J*. 1995; 28(1): 30-4.

Allison DA, Michelich RJ, Walton RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. *J Endod*. 1981; 7(2): 61-5.

Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J Endod*. 1979; 5(10): 298-304.

Altman M, Guttuso J, Seidberg BH, Langeland K. Apical root canal anatomy of human maxillary central incisors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1970; 30(5): 694-9.

American Dental Association. Specification n.º 57 for Endodontic filling materials. 1983.

Antonopoulos KG, Attin T, Hellwig E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. *J Endod*. 1998; 24(10): 655-8.

Barker BC, Lockett BC, Parsons KC. The demonstration of root canal anatomy. *Aust Dent J*. 1969; 14(1): 37-41.

Barkhordar RN, Stewart GG. The potential of periodontal pocket formation associated with untreated accessory canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990; 70(6): 769-72.

Barthel CR, Zimmer S, Trope M. Relationship of radiologic and histologic signs of inflammation in human root-filled teeth. **J Endod.** 2004; 30(2): 75-9.

Batchelor RF, Wilson AD. Zinc oxide-eugenol cements. I. The effect of atmospheric conditions on rheological properties. **J Dent Res.** 1969; 48(5): 883-7.

Benatti O, Stolf WL, Ruhnke LA. Verification of the consistency, setting time, and dimensional changes of root canal filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1978; 46(1): 107-13.

Birman EG, Sampaio JMP, Magalhães J, Sato E. Estudo de propriedades físicas e biológicas de um cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio. **Rev Odontol USP.** 1990; 4(1): 25-30.

Boussetta F, Bal S, Romeas A, Boivin G, Magloire H, Farge P. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared with lateral and thermomechanical Gutta-Percha condensation techniques. **Int Endod J.** 2003; 36(5): 367-71.

Bramante CM, Fernandez MC. Obturação de canais laterais em função da técnica e do local da condensação. **Rev FOB.** 1999; 7(1/2): 31-4.

Buchanan LS. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation **Dent Today.** 1994; 13(10): 80, 82, 84-5.

Callahan JR. Rosin solution for the sealing of the dentinal tubule and as an adjuvant in the filling of root canals. **Allied Dent Soc.** 1914; 9: 53-63.

Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. **J Endod.** 2003; 29(9): 592-4.

Chong BS, Pitt Ford TR, Watson TF, Wilson RF. Sealing ability of potential retrograde root filling materials. **Endod Dent Traumatol**. 1995; 11(6): 264-9.

Clark DS, ElDeeb ME. Apical sealing ability of metal versus plastic carrier Thermafil obturators. *J Endod*. 1993; 19(1): 4-9.

Çobankara FK, Adanr N, Belli S. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. **J Endod**. 2004; 30(6): 406-9.

Cortez, DGN. **Estudo "in vitro" do selamento, densidade radiográfica e tempo operatório de técnicas de obturação endodôntica** [dissertação]. Piracicaba: FOP/UNICAMP; 2002.

De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **Int Endod J**. 2000; 33(1): 25-7.

De Deus QD. **Endodontia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1992.

De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. **J Endod**. 1975 ; 1(11): 361-6.

Dow RP, Ingle JI. Isotope determination of root canal failure. **J Oral Surg**. 1955; 8(10): 1100-4.

Dulac KA, Nielsen CJ, Tomazic TJ, Ferrillo PJ Jr, Hatton JF. Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. **J Endod**. 1999; 25(5): 376-80.

Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leakage following three obturation techniques. **Int Endod J**. 2001; 34(4): 293-9.

Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. **J Endod.** 2001; 27(5): 362-4.

Goldberg F, Artaza LP, De Silvio AC. Influence of calcium hydroxide dressing on the obturation of simulated lateral canals. **J Endod.** 2002; 28(2): 99-101.

Goldberg F, Massone EJ, Soares I, Bittencourt AZ. Accessory orifices: anatomical relationship between the pulp chamber floor and the furcation. **J Endod.** 1987; 13(4): 176-81.

Goldberg F, Massone JE, Spielberg C. Effect of irrigation solutions on the filling of lateral root canals. **Endod Dent Traumatol.** 1986; 2(2): 65-6.

Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1989; 67(3): 327-32.

Grossman LI. Physical properties of root canal cements. **J Endod.** 1976; 2(6): 166-75.

Grossman LI. Setting time of selected essential oils with a standard root canal cement powder. **J Endod.** 1982b; 8(6): 277-9.

Grossman LI. The effect of pH of rosin on setting time of root canal cements. **J Endod.** 1982a; 8(7): 326-7.

Guimarães CCP, Sampaio JMP, Sato EFL, Collesi RR. Avaliação do escoamento de seis cimentos endodônticos. **Rev Odontol Univ Santo Amaro.** 1999; 4(1): 4-10.

Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng YL. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. **Int Endod J.** 2001; 34(5): 359-70.

Gulabivala K, Opananon A, Ng YL, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *Int Endod J*. 2002 ; 35(1): 56-62.

Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995; 79(6): 769-77.

Himel VT, Cain CW. An evaluation of the number of condenser insertions needed with warm lateral condensation of gutta-percha. *J Endod*. 1993; 19(2): 79-82.

Holland R, Murata SS, Dezan E, Garlipp O. Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. *J Endod*. 1996; 22(2): 71-3.

Holland R, Murata SS. Obturação de canais radiculares com cimentos à base de hidróxido de cálcio. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 1995; 49(3): 221-224.

Holland R, Okabe JN, Holland Jr 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. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 1990; 44(4): 213-6.

Holland R, Sakashita MS, Murata SS, Junior ED. Effect of dentine surface treatment on leakage of root fillings with a glass ionomer sealer. *Int Endod J*. 1995; 28(4): 190-3.

Holland R, Silva ACF, Bazaglia AM, Barros VCL, Magro VM. Influência do uso de soluções descalcificadoras na obturação do sistema de canais radiculares. *Rev Bras Odont*. 1988; 45: 16-22.

Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J*. 2004; 37(3): 178-84.

Hovland EJ, Dumsha TC. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. *Int Endod J*. 1985; 18(3): 179-82.

International Organization for Standardization. Dental root canal sealing materials. ISO 6876: 2001.

Karagoz-Kucukay I. Root canal ramifications in mandibular incisors and efficacy of low-temperature injection thermoplasticized gutta-percha filling. *J Endod*. 1994; 20(5): 236-40.

Kartal N, Yanikoglu FC. Root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod*. 1992; 18(11): 562-4.

Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Anzai M. Root canal system of the maxillary central incisor. *J Endod*. 1990; 16(4): 158-61.

Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J*. 1989; 22(3): 118-24.

Kirkham DB The location and incidence of accessory pulpal canals in periodontal pockets. *J Am Dent Assoc*. 1975; 91(2): 353-6.

Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J*. 1997; 30(5): 307-12.

Limkangwalmongkol S, Abbott PV, Sandler AB. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. *J Endod*. 1992; 18(11): 535-9.

Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. **J Endod.** 1991; 17(10): 495-9.

Lucena-Martin C, Ferrer-Luque CM, Gonzalez-Rodriguez MP, Robles-Gijon V, Navajas-Rodriguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of Endométhasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. **J Endod.** 2002; 28(6): 423-6.

Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. **J Endod.** 1987; 13(3): 109-12.

Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. **J Endod.** 1988; 14(9): 455-8.

Marroquin BB, El-Sayed MA, Willershausen-Zonnchen B. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. **J Endod.** 2004; 30(5): 321-8.

Mendonça SC, de Carvalho Junior JR, Guerisoli DM, Pecora JD, de Sousa-Neto MD. In vitro study of the effect of aged eugenol on the flow, setting time and adhesion of Grossman root canal sealer. **Braz Dent J.** 2000; 11(2): 71-8.

Moraes FG, Bramante CM, Moraes IG, Carneiro E, Menezes R. Influence of the EDTA, ND:YAG Laser and association of both on the filling of artificial lateral root canals. **J Appl Oral Sci.** 2004; 12(1): 22-6.

Moraes SH, Zytkevitz E, Ribeiro JC, Heck AR, Aragão EM. Cimento Endodônticos. Tempo de presa e escoamento de dois cimentos obturadores de canais radiculares. **RGO.** 1989; 37(6): 455-9.

Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1994; 77(2): 172-6.

Motta AG, Rozário HH, Aguiar TRS, Maciel RMV, Fonseca SB. Avaliação das propriedades físicas de seis cimentos endodônticos. **Odontol Mod.** 1992; 19(1): 19-24.

Ng YL, Aung TH, Alavi A, Gulabivala K. Root and canal morphology of Burmese maxillary molars. **Int Endod J.** 2001; 34(8): 620-30.

Nicastro KSM, Cortez DGN, Matheus R, Ferreira F, Boer MC. Evaluation of apical leakage of endodontic sealers and coronal leakage of adhesive and composite sealing. **Braz J Oral Sci.** 2004; 3(10): 555.

Omer OE, Al Shalabi RM, Jennings M, Glennon J, Claffey NM. A comparison between clearing and radiographic techniques in the study of the root-canal anatomy of maxillary first and second molars. **Int Endod J.** 2004; 37(5): 291-6.

Orstavik D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. **Int Endod J.** 1983; 16(3): 99-107.

Otoboni Filho JA, Almeida JFA, Souza V, Holland R, Nery MJ, Bernabé PFE, Dezan Júnior E. Influência da agitação mecânica na capacidade de remoção da "Smear Layer" com ou sem a utilização de uma solução quelante (EDTA). **J Bras Endod.** 2002; 3(11): 332-6.

Pathomvanich S, Edmunds DH. The sealing ability of Thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. **Int Endod J.** 1996; 29(5): 327-34.

Pecora JD, Ribeiro RG, Guerisoli DM, Barbizam JV, Marchesan MA. Influence of the spatulation of two zinc oxide-eugenol-based sealers on the obturation of lateral canals. **Pesq Odontol Bras.** 2002; 16(2): 127-30.

Perlich MA, Reader A, Foreman DW. A scanning electron microscopic investigation of accessory foramens on the pulpal floor of human molars. **J Endod.** 1981; 7(9): 402-6.

Pommel L, About I, Pashley D, Camps J. Apical leakage of four endodontic sealers. **J Endod.** 2003; 29(3): 208-10.

Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. **J Endod.** 2001; 27(7): 449-51.

Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. **J Endod.** 2001; 27(5): 347-50.

Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. **Int Endod J.** 1995; 28(1): 12-8.

Reader CM, Himel VT, Germain LP, Hoen MM. Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. **J Endod.** 1993;19(8): 404-8.

Rubach WC, Mitchell DF. Periodontal disease, accessory canals and pulp pathosis. **J Periodontol.** 1965; 36: 34-8.

Salazar Silva JR, Antoniazzi JH, Lage Marques JL. Propriedades físicas dos cimentos endocônticos Endobalsam e N-Rickert. **Rev Odontol Univ São Paulo.** 1996; 10(2): 121-8.

Saunders WP, Saunders EM. The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha fillings and a glass ionomer sealer. **Int Endod J.** 1992; 25(5): 245-9.

Savioli RN, Silva RG, Pécora JD. Determinação do escoamento de alguns cimentos endodônticos. **Rev Odont Univ Ribeirão Preto.** 2000; 3(1): 17-20.

Savioli RN, Silva RG, Pécora JD. Influência de cada componente do cimento de Grossman sobre as propriedades físicas de escoamento. Tempo de endurecimento e espessura do filme. **Rev Paul Odontol.** 1994; 16(3): 14-6.

Scarfe WC, Fana CR Jr, Farman AG. Radiographic detection of accessory/lateral canals: use of RadioVisioGraphy and Hypaque. **J Endod.** 1995 ; 21(4): 185-90.

Schafer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. **J Endod.** 2002; 28(9): 638-42.

Schilder H. Filling root canals in three dimensions. **Dent Clin North Am.** 1967: 723-44.

Scott AC, Vire DE, Swanson R. An evaluation of the Thermafil endodontic obturation technique. **J Endod.** 1992; 18(7): 340-3.

Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H. Endodontic failures--an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. I. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1967; 23(4): 500-16.

Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H. Endodontic failures--an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. II. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1967; 23(4): 517-30.

Seltzer S. *Endodontology*. Biologic considerations in endodontic procedures. New York: Mc Graw Hill, 1971: 20-1.

Sen BH, Piskin B, Baran N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *Int Endod J*. 1996; 29(1): 23-8.

Shearer AC, Horner K, Wilson NH. Radiovisiography for imaging root canals: an in vitro comparison with conventional radiography. *Quintessence Int*. 1990; 21(10): 789-94.

Sicher H, editor. Orban's oral histology and embryology. 5.ed. Saint Louis: Mosby; 1962. p.139. *apud* Kirkham DB The location and incidence of accessory pulpal canals in periodontal pockets. *J Am Dent Assoc*. 1975; 91(2): 353-6.

Silva RG, Savioli RN, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Avaliação dos cimentos tipo Grossman. *RGO*. 1995; 43(2): 97-100.

Silver GK, Love RM, Purton DG. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch 'n Heat modified and System B. *Int Endod J*. 1999; 32(4): 287-95.

Siqueira FJ Jr, Fraga RC, Garcia PF. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. *Endod Dent Traumatol*. 1995; 11(5): 225-8.

Siqueira JF Jr, Rocas IN, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod*. 2001a; 27(11): 673-5.

Siqueira JF Jr, Rocas IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2000; 90(5): 647-50.

Siqueira JF Jr, Roças IN, Lopes HP, Uzeda M. Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. **J Endod.** 1999; 25(1): 14-6.

Siqueira JF Jr, Rocas IN, Valois CR. Apical sealing ability of five endodontic sealers. **Aust Endod J.** 2001b; 27(1): 33-5.

Siqueira Jr JF, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. **J Endod.** 2000; 26(5): 274-7.

Siqueira Jr JF. Análise “in vitro” do selamento de canais laterais artificiais pela técnica híbrida de Tagger. **Odontol Mod.** 1993; 20(1): 16-8.

Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. **J Endod.** 1989; 15(11): 548-51.

Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. **J Endod.** 1987; 13(2): 56-9.

Tagger M, Tamse A, Katz A, Tagger E. An improved method of three-dimensional study of apical leakage. **Quintessence Int.** 1983; 14(10): 981-98.

Tagger M. Use of thermo-mechanical compactors as an adjunct to lateral condensation. **Quintessence Int.** 1984; 15(1): 27-30.

Tanomaru Filho M, Silva RSF, Tanomaru JMG, Leonardo MR, Silva LAB. Avaliação do selamento apical de obturações de canais radiculares com diferentes cimentos endodônticos. **J Bras Endod.** 2004; 5(17): 146-9.

Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH. Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. **J Endod.** 2001; 27(5): 351-3.

Tornech CD. Complexo Dentina-polpa. *In*: Ten Cate AR. **Histologia bucal: desenvolvimento, estrutura e função.** 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. p.143-85.

Valli KS, Rafeek RN, Walker RT. Sealing capacity in vitro of thermoplasticized gutta-percha with a solid core endodontic filling technique. **Endod Dent Traumatol.** 1998; 14(2): 68-71.

Venturi M, Breschi L. Evaluation of apical filling after warm vertical gutta-percha compaction using different procedures. **J Endod.** 2004; 30(6): 436-40.

Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. **Int Endod J.** 2003; 36(1): 54-63.

Vertucci FJ, Anthony RL. A scanning electron microscopic investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1986; 62(3): 319-26.

Vertucci FJ, Gegauff A. Root canal morphology of the maxillary first premolar. **J Am Dent Assoc.** 1979; 99(2): 194-8.

Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1984; 58(5): 589-99.

Vertucci FJ. Root canal morphology of mandibular premolars. **J Am Dent Assoc.** 1978; 97(1): 47-50.

Villegas JC, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Obturation of accessory canals after four different final irrigation regimes. **J Endod.** 2002; 28(7): 534-6.

Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. **Int Endod J.** 2002; 35(9): 791-5.

Weine FS. The enigma of the lateral canal. **Dent Clin North Am.** 1984; 28(4): 833-52.

Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int Endod J.** 1995; 28(4): 185-9.

Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int Endod J.** 1993; 26(1): 37-43.

Xu G, Zhang Z. Filling of the lateral canal. Report of two cases. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1984; 58(2):221-4.

Zaia AA, Nakagawa R, De Quadros I, Gomes BP, Ferraz CC, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth. **Int Endod J.** 2002; 35(9): 729-34.

Zillich R, Dowson J. Root canal morphology of mandibular first and second premolars. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1973; 36(5): 738-44.

ANEXO 1

Quadro 1 - Composição do cimento endodôntico AH Plus

| Pasta A | Pasta B |
|-----------------------------|---------------------|
| Resinas epóxicas | Aminas |
| Tungstato de cálcio | Tungstato de cálcio |
| Óxido de zircônio | Óxido de zircônio |
| Sílica | Sílica |
| Pigmentos de óxido de ferro | Óleo de silicone |

Quadro 2 - Composição do cimento endodôntico Endométhasone

| Pó | Líquido |
|---------------------------|----------------|
| Acetato de Hidrocortisona | Eugenol |
| Trioximetileno | |
| Diiidotimol | |
| Sulfato de bário | |
| Óxido de Zinco | |
| Estearato de Magnésio | |

Quadro 3 - Composição do cimento endodôntico Pulp Canal Sealer (EWT)

| Pó | Líquido |
|-------------------|----------------|
| Prata Precipitada | Eugenol |
| Óxido de Zinco | |
| Resina | |
| Iodeto Timol | |

Quadro 4 - Composição do cimento endodôntico Target H&D

| Pó | Líquido |
|-------------------------|----------------------|
| Óxido de Zinco | Óleo de amêndoa doce |
| Subcarbonato de bismuto | Eugenol |
| Resina natural | |
| Hidrocortisona | |
| Dexametasona | |

Quadro 5 - Composição do cimento endodôntico Sealapex

| Composição do Cimento Misturado |
|--|
| Óxido de cálcio |
| Trióxido de Bismuto |
| Óxido de zinco |
| Sílica sub-micro |
| Bióxido de titânio |
| Estearato de zinco |
| Fosfato Tricálcico |
| Sulfonamida de tolueno etil |
| Resina Poli (salicilato de metil metileno) |
| Salicilato de isobutil |
| Pigmento |

Quadro 6 - Composição do cimento endodôntico Sealer 26

| Pó | Resina |
|------------------------|----------------|
| Trióxido de Bismuto | Epóxi Bisfenol |
| Hidróxido de cálcio | |
| Hexametileno Tetramina | |
| Dióxido de Titânio | |

 UNICAMP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CERTIFICADO



Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Avaliação in vitro do escoamento de cimentos endodônticos por diferentes técnicas laboratoriais", sob o protocolo nº **155/2003**, do Pesquisador **Alexandre Augusto Zaia**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 08 de março de 2004

We certify that the research project with title "Evaluation of endodontic sealer flow by different laboratory techniques. In vitro study", protocol nº **155/2003**, by Researcher **Alexandre Augusto Zaia**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, March 08 2004


Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP


Profa. Dra. Cíntia Pereira Machado Tabchouy
Vice-Coordenadora
CEP/FOP/UNICAMP

ANEXO 3

Tabela 8 – Porcentagens de preenchimentos de canais laterais artificiais apresentadas pelos diferentes cimentos endodônticos no terço médio do canal radicular – análise radiográfica.

| Cimentos | AH Plus | Endométhasone | Pulp Canal Sealer (EWT) | Target H&D | Sealapex | Sealer 26 |
|----------|---------|---------------|-------------------------|------------|----------|-----------|
| 1 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 2 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 3 | 100,00 | 61,54 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 61,54 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 50,00 | 100,00 | 0,00 |
| 5 | 100,00 | 100,00 | 83,33 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 6 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 53,85 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 41,67 | 100,00 | 0,00 |
| 8 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 9 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 0,00 | 100,00 | 69,23 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 11 | | 0,00 | 100,00 | 0,00 | | 0,00 |
| 12 | | | 100,00 | 0,00 | | |
| 13 | | | | 0,00 | | |

Tabela 9 – Porcentagens de preenchimentos de canais laterais artificiais apresentadas pelos diferentes cimentos endodônticos no terço apical do canal radicular – análise radiográfica.

| Cimentos | AH Plus | Endométhasone | Pulp Canal Sealer (EWT) | Target H&D | Sealapex | Sealer 26 |
|----------|---------|---------------|-------------------------|------------|----------|-----------|
| 1 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 40,00 | 100,00 |
| 2 | 100,00 | 100,00 | 66,67 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 3 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 4 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 5 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 6 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 46,15 |
| 8 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 72,73 | 100,00 |
| 9 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 10 | 100,00 | 100,00 | 90,00 | 0,00 | 60,00 | 0,00 |
| 11 | | 0,00 | 70,00 | 0,00 | | 0,00 |
| 12 | | | 100,00 | 100,00 | | |
| 13 | | | | 100,00 | | |

Tabela 10 – Porcentagens de preenchimentos de canais laterais artificiais apresentadas pelos cimentos endodônticos no topo médio do canal radicular.

| Amostras | AH Plus | Endométhasone | Pulp Canal Sealer (EWT) | Target H&D | Sealapex | Sealer 26 |
|----------|---------|---------------|-------------------------|------------|----------|-----------|
| 1 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 2 | 100,00 | 63,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 3 | 100,00 | 46,34 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 4 | 100,00 | 55,56 | 100,00 | 45,92 | 100,00 | 100,00 |
| 5 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 55,14 |
| 6 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 48,62 | 100,00 |
| 7 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 41,67 | 100,00 | 100,00 |
| 8 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 64,42 | 100,00 | 100,00 |
| 9 | 14,56 | 100,00 | 16,33 | 0,00 | 25,00 | 61,86 |
| 10 | | 100,00 | 72,90 | 59,38 | 100,00 | 100,00 |
| 11 | | 0,00 | 100,00 | 0,00 | | 100,00 |
| 12 | | | 100,00 | | | |

Tabela 11 - Porcentagens de preenchimentos de canais laterais artificiais apresentadas pelos cimentos endodônticos no topo apical do canal radicular.

| Amostras | AH Plus | Endométhasone | Pulp Canal Sealer (EWT) | Target H&D | Sealapex | Sealer 26 |
|----------|---------|---------------|-------------------------|------------|----------|-----------|
| 1 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 70,00 | 100,00 |
| 2 | 100,00 | 100,00 | 55,91 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 3 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 4 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 5 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 6 | 100,00 | 68,97 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 50,00 |
| 7 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 8 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 9 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 10 | | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 11 | | 0,00 | 77,27 | 100,00 | | 100,00 |
| 12 | | | 100,00 | | | |

Tabela 12 – Porcentagens de infiltração linear de corante entre o material obturador e as paredes dentinárias dos canais laterais artificiais apresentadas pelos cimentos endodônticos.

| Amostras | AH Plus | Endométhasone | Pulp Canal Sealer (EWT) | Target H&D | Sealapex | Sealer 26 |
|----------|---------|---------------|-------------------------|------------|----------|-----------|
| 1 | 0,00 | 59,33 | 92,86 | 0,00 | 36,79 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 100,00 | 88,98 | 100,00 | 26,77 | 100,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 48,51 | 0,00 | 22,02 | 100,00 |
| 4 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 34,51 | 20,87 | 100,00 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100,00 | 20,62 | 0,00 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 47,62 | 100,00 | 33,96 | 0,00 |
| 7 | 100,00 | 59,70 | 100,00 | 29,27 | 0,00 | 17,81 |
| 8 | 0,00 | 100,00 | 66,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 0,00 | 0,00 | 73,33 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 63,74 | 40,59 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 33,33 | 42,86 | 100,00 |
| 12 | 0,00 | 77,42 | 43,59 | 69,79 | 36,54 | 100,00 |
| 13 | 0,00 | 0,00 | 48,76 | 39,52 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 0,00 | 16,67 | 72,22 | 47,06 | 54,35 | 100,00 |
| 15 | 0,00 | 0,00 | 53,62 | 59,57 | 0,00 | 0,00 |
| 16 | 0,00 | 56,47 | 49,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 17 | 100,00 | 100,00 | 83,82 | 55,10 | 15,63 | 100,00 |
| 18 | 0,00 | | 28,57 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 19 | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 20 | | | | | 33,33 | |