

**INFILTRAÇÃO CORONÁRIA EM OBTURAÇÕES DE CANAIS
RADICULARES REALIZADAS COM DIFERENTES
CIMENTOS ENDODÔNTICOS RESINOSOS: AVALIAÇÃO
PELO MÉTODO DA FILTRAÇÃO DE FLUIDO**

ULISSES XAVIER DA SILVA NETO

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

(Edição Revisada)

BAURU

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**INFILTRAÇÃO CORONÁRIA EM OBTURAÇÕES DE CANAIS
RADICULARES REALIZADAS COM DIFERENTES
CIMENTOS ENDODÔNTICOS RESINOSOS: AVALIAÇÃO
PELO MÉTODO DA FILTRAÇÃO DE FLUIDO**

ULISSES XAVIER DA SILVA NETO

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

(Edição Revisada)

Orientador: **Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes**

Co-orientador: **Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho**

BAURU

2005

Silva Neto, Ulisses Xavier da
Si38i Infiltração coronária em obturações de canais radiculares realizadas com diferentes cimentos endodônticos resinosos: Avaliação pelo método da filtração de fluido. – Bauru, 2005.

116 p. : il. ; 30 cm.

Tese. (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes
Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho

Data de aprovação pelo comitê de Ética em pesquisa da FOB: 21 de setembro de 2004

A cópia do parecer de aprovação encontra-se no capítulo “Apêndice”

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

Assinatura:

Dados Curriculares

Ulisses Xavier da Silva Neto

<i>Nascimento</i>	25 de Novembro de 1974, São Paulo – SP.
<i>Filiação</i>	Renato Xavier da Silva e Carmen Luzia Xavier da Silva
<i>1992 – 1996</i>	Curso de Odontologia – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.
<i>1997 – 1998</i>	Curso de Especialização em Endodontia na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
<i>1999 – 2000</i>	Curso de Especialização em Periodontia na Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.
<i>2000 – 2002</i>	Curso de Pós-Graduação em Endodontia em nível de Mestrado na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
<i>2002 – atual</i>	Professor do curso de Odontologia, disciplina de Endodontia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.
<i>2003 – atual</i>	Professor do Curso de Especialização em Endodontia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.
<i>2003 – 2005</i>	Curso de Pós-Graduação em Endodontia em nível de Doutorado na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
<i>Associações</i>	ABO/PR – Associação Brasileira de Odontologia SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica. IADR – International Association for Dental Research.

*À memória de meu pai **RENATO**, responsável pela minha formação e pelo exemplo de caráter e vida honesta. Mesmo longe e por tanto tempo, nunca deixou sentir-me só. Hoje, tenho certeza que estaria muito orgulhoso dessa realização.*

*À minha mãe **CARMEN**, que com sacrifício, deixou de lado seus sonhos para realizar os meus, com amor, soube me ensinar a amar e com compreensão, entendeu os momentos da minha ausência, garantindo meus ideais, iluminando meu caminho, me incentivando e me impedindo de fraquejar.*

*À minha querida **MARIANA**, companheira de todas as horas, que sempre me incentivou e nunca me deixou desistir de buscar meus objetivos. Soube suportar a minha falta, para que este desejado sonho se realizasse. Essa conquista foi também para e por você.*

Dedico especialmente esse trabalho

Ao meu orientador, **Prof. Dr. IVALDO GOMES DE MORAES**, meu grande mestre. Professor de capacidade incontestável, que ao aliar talento profissional, humildade e um incansável esforço, estimula e faz nascer professores e pesquisadores. Pensa como pensam os sábios, mas fala como falam as pessoas simples. Agradeço pela amizade e pelo estímulo constante ao meu desenvolvimento. Saiba que acredito ter tido o privilégio de haver assimilado um pouco de seus ensinamentos, de sua honestidade e principalmente de sua inteligência. Sinto-me muito honrado de saber que tenho sua confiança, fundamental para concretização desse sonho. Hoje, muito que aprendi, devo ao senhor. O seu imenso coração e sua sensibilidade é um exemplo a ser seguido.

Meu eterno agradecimento

À minha amiga, **Prof.^a. Dr.^a. VÂNIA PORTELA DITZEL WESTPHALEN**, por sempre oferecer sua experiência e conhecimento, por apoiar, confiar e investir na minha formação acadêmica, pelos estímulos gratificantes, principalmente naqueles momentos de maior esmorecimento, sempre me incentivando a prosseguir. Sua honestidade e suas atitudes lhe permitem conduzir com firmeza e equilíbrio tudo que faz, sua postura discreta e confiável reflete o ser humano que é. Tenho certeza que essa conquista também é sua.

Agradeço de coração

Meu agradecimento

Ao meu irmão **ANDRÉ DANIELIDES EGOROFF**, exemplo de amigo e companheiro, sempre presente em todos os momentos da minha vida. Toda minha gratidão e amizade a você **CAROLINA, PEDRO, HELENA e a minha querida afilhada LARA**.

À família **LAFFITTE**, Augusto, Regina, Luciana, Tatiana, Alexandre e Mariana por me receberem tão bem em suas vidas, pelo interesse e estímulo durante toda essa jornada. Meu eterno agradecimento.

Aos amigos sinceros e eternos, que próximos ou distantes fisicamente, sempre estiveram presentes: **CHRISTIAN, HUMBERTO, DIEGO, RAPHAEL, ANDRÉ, LEANDRO, RAFAEL, GUILHERME, RODRIGO, CARLOS GUILHERME e FABIANO**. Todo meu respeito e consideração.

Agradecimento especial

Ao Diretor do Curso de Odontologia da PUCPR, **Prof. Dr. MONIR TACLA**, pelo seu exemplo de competência e integridade e pela seriedade e sabedoria com que tem dirigido o curso de Odontologia.

Ao Vice-Decano do CCBS e Diretor Adjunto de Pós-Graduação do Curso de Odontologia da PUCPR, **Prof. Dr. SÉRGIO ROBERTO VIEIRA**, pela preocupação constante com a qualificação profissional e humana dos seus docentes. Obrigada pela confiança, pela honestidade e pelas oportunidades oferecidas.

Ao amigo e **Prof. Dr. FERNANDO HENRIQUE WESTPHALEN**, pelo apoio e incentivo na minha carreira docente e pela consideração a mim dedicada.

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. RICARDO MARINS DE CARVALHO**, pela amizade, apoio e incentivos tão importantes na realização desse trabalho. Sua competência profissional é um exemplo a ser seguida.

Aos meus queridos colegas da Disciplina de Endodontia da PUCPR, **ARY FERNANDO G. LOVATO, ANA C. CAVALI, LUIZ FERNANDO FARINIUK, MARILI DORO ANDRADE DEONIZIO, e VÂNIA PORTELA DITZEL WESTPHALEN** que absorveram a minha ausência enquanto estive fora de nossa Faculdade.

Aos amigos e Professores da disciplina de Periodontia da PUCPR, **SUNG HYUN KIM, VINÍCIUS AUGUSTO TRAMONTINA, VULA PAPALEXIOU e SÔNIA MARA LUCZYSZYN** pela amizade, respeito e por compartilharem dos mesmos sonhos.

Ao **Prof. Dr. AUGUSTO LAFFITTE**, pelo interesse despropositado, sugestões e pela ajuda no desenvolvimento de materiais em seu “laboratório particular”. Obrigado pela boa vontade sempre demonstrada.

Ao amigo **LEANDRO ZANDAVALI DEBONE**, pela importante colaboração no desenvolvimento desta pesquisa e pela versão do “Abstract”. Muito obrigado pelo interesse e paciência, e pelos esclarecimentos a respeito da “Mecânica dos Fluidos”.

À **D^{na}. CARMINHA, FERNANDA, RENATA e GUILHERME**, pela atenção e amizade durante minha permanência em Bauru.

Aos amigos **EVERDAN CARNEIRO, FÁBIO PICOLI e RENATO MENEZES DA SILVA** verdadeiros irmãos, parceiros constantes nessa caminhada de ensino e pesquisa. Muito aprendi com vocês, nas dificuldades e nos momentos de sucesso. A convivência com vocês, ajudou-me a superar as dificuldades encontradas e a buscar cada vez mais estímulo durante nosso curso de Doutorado.

À amiga **SILVANA BELTRAMI GONÇALVES**, pela convivência agradável e verdadeira desde a época de nosso curso de Especialização, até o término de mais esse desafio, todo meu carinho e gratidão.

À amiga **FERNANDA GOMES DE MORAES**, pela amizade, pela compreensão e principalmente pela ajuda durante minhas ausências em Bauru.

À turma do Doutorado em Endodontia, **EVERDAN CARNEIRO, FÁBIO PICOLI, RENATO MENENEZ DA SILVA, SILVANA BELTRAMI GONÇALVES, FERNANDA GOMES DE MORAES, VIVIANE HAIUB BROSCO, GRAZIELA GARRIDO MORI, GIOVANA CALLICHO CANOVA e ROGÉRIO EMÍLIO DE SOUZA**, pelos momentos inesquecíveis de nossa convivência.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa da sua diretora **Prof.^a Dra. MARIA FIDELA DE LIMA NAVARRO**.

À comissão de pós-graduação, representada pelo **Prof. Dr. JOSÉ CARLOS PEREIRA**.

Ao **Prof. Dr. CLÓVIS MONTEIRO BRAMANTE**, coordenador do curso de pós-graduação em Endodontia, pela paciência, carinho e oportunidade de desenvolver este trabalho. Agradeço por toda amizade e respeito.

Ao **Prof. Dr. ALCEU BERBERT**, eterno mestre, que impulsionou meu desejo de sempre procurar alcançar o seu exemplo de dedicação ao ensino e à pesquisa.

Aos Professores **ROBERTO BRANDÃO GARCIA e NORBERTI BERNARDINELI**, pelos valiosos ensinamentos, dedicação e atenção. Pela forma cordial com que me receberam.

A todos os Professores do curso de pós-graduação da FOB – USP, meus sinceros agradecimentos pela minha formação.

Ao **Prof. Dr. SÉRGIO APARECIDO IGNÁCIO** da PUCPR, pela presteza e ajuda na execução da análise estatística.

Aos amigos **RENATO MENEZES DA SILVA e ARIADNE LETRA**, por me proporcionar uma “casa” em Bauru e pela importante ajuda com a língua inglesa em diversas ocasiões.

Às funcionárias do Departamento de Endodontia da FOB – USP, **NEIDE, SUELI, EDIMAURO e PATRÍCIA**, pelo carinho e atenção.

*A todos os funcionários da Biblioteca da FOB – USP, em especial à **RITA**, pela ajuda, atenção e amizade.*

A todos os amigos e colegas da pós-graduação. Nosso convívio certamente não será esquecido.

Aos alunos e ex-alunos da graduação e especialização da PUCPR pela oportunidade de transmitir-lhes algo e, também, aprender com vocês.

A todos que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xiv
RESUMO	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
3 PROPOSIÇÃO	46
4 MATERIAL E MÉTODOS	
4.1 Materiais utilizados	48
4.2 Métodos	52
4.3 Análise estatística dos dados	60
5 RESULTADOS	62
6 DISCUSSÃO	
6.1 Discussão da metodologia empregada	70
6.2 Discussão dos resultados	86
7 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ABSTRACT	116
APÊNDICE	

LISTA DE TABELAS

		pág
Tabela 1	Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes cimentos	62
Tabela 2	Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes tempos	63
Tabela 3	Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo cimentos e tempos	64
Tabela 4	Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov	65
Tabela 5	Teste de homogeneidade de variância de Levene	65
Tabela 6	Análise de variância a dois critérios (Cimento X Tempo)	65
Tabela 7	Teste de Tukey HSD para comparações múltiplas entre os cimentos	66
Tabela 8	Teste de Tukey HSD para comparações múltiplas entre os tempos	66
Tabela 9	Teste de Tukey HSD para interação entre cimentos e tempos	67

LISTA DE FIGURAS

		pág
Figura 1	Desenho esquemático do sistema para medição do transporte de fluido, com seus componentes: cilindro de oxigênio, câmara de pressão, micro-seringa e capilar de vidro com bolha de ar, dispositivo para adaptação dos espécimes	55
Figuras 2 e 3	Representações gráficas das médias de filtração de fluidos segundo diferentes cimentos	62
Figuras 4 e 5	Representações gráficas das médias de filtração de fluidos segundo diferentes tempos	63
Figuras 6 e 7	Representações gráficas das médias de filtração de fluidos segundo cimento e tempo	64
Figura 8	Representação gráfica da interação entre cimentos e tempos	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

MBP	cimento resinoso experimental (Moraes/Berbert/pasta-pasta)
%	porcentagem
EDTA	ácido etileno diamino tetracético
X	vezes
g	grama
h	horas
cm	centímetro
mm	milímetro
µl	microlitros
min	minutos
ml	mililitro
µl/min	microlitro por minuto
psi	pressão por polegada quadrada (pressure per square inch)
dp	desvio-padrão
nº	número
p	significância estatística
Ltda.	Limitada
°C	graus Celsius
EUA	Estados Unidos da América
FOB	Faculdade de Odontologia de Bauru
USP	Universidade de São Paulo

Resumo

Foi analisada a infiltração coronária, *in vitro*, de diferentes cimentos endodônticos resinosos (AH26, AH Plus, EndoREZ e o cimento experimental MBP). Utilizaram-se sessenta e quatro dentes pré-molares inferiores humanos unirradiculados extraídos, que tiveram suas coroas eliminadas, padronizando o comprimento das raízes em 14 mm. Os canais radiculares foram instrumentados por meio da técnica escalonada regressiva, as raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas, exceto na região do forame apical e, então, foram divididas em quatro grupos de 15 espécimes de acordo com o cimento obturador utilizado. Em seguida, os canais foram obturados pela técnica do cone único de guta-percha. Quatro raízes foram utilizadas como controle, sendo 2 controles positivo e 2 controles negativo. Posteriormente, os espécimes foram mantidos por 15 dias em estufa a 37°C e 100% de umidade. O método da filtração de fluido foi utilizado para a avaliação quantitativa da infiltração coronária. A infiltração foi mensurada pela movimentação de uma bolha de ar dentro de um capilar de vidro de 25 µl e 65 mm, conectado às raízes. As medições foram realizadas a cada 2 minutos em um intervalo de 8 minutos. A qualidade do selamento, em cada espécime, foi medida após 15, 30 e 60 dias e os resultados submetidos à análise estatística pelos testes ANOVA e Tukey HSD. Com relação ao fator tempo, concluiu-se que não houve diferença no grau de infiltração aos 15 e 30 dias, apresentando uma redução estatisticamente significativa aos 60 dias. Aos 15 dias os cimentos AH Plus e MBP produziram menores médias de infiltração que os cimentos AH26 e EndoREZ ($p < 0,05$). Aos 30 dias o cimento AH26 apresentou as

maiores médias de infiltração quando comparado aos outros cimentos ($p < 0,05$). Aos 60 dias o cimento MBP e AH Plus apresentaram as menores médias de infiltração, com diferença significativa em relação ao cimento EndoREZ ($p < 0,05$).

1 introdução

1 INTRODUÇÃO

Um dos objetivos do tratamento endodôntico é a obturação hermética do sistema de canais radiculares. A busca pela hermeticidade na obturação impulsiona grande parte das pesquisas para o desenvolvimento e a utilização de novos materiais que possibilitem o selamento completo e tridimensional do sistema de canais radiculares impedindo, assim, a penetração de microorganismos ou de seus produtos, tanto pela via coronária quanto apical⁷⁷. Desse modo, a obturação tem como objetivo isolar o conduto radicular do periodonto apical, deixando este em condições adequadas para manter ou restabelecer o estado de saúde apical e periapical.

Depreende-se dessas afirmações que, além de um preparo do canal radicular, correta e meticulosamente realizado, muito importante é o material utilizado na obturação para que seus objetivos sejam alcançados⁵⁶. O material mais comumente recomendado para obturação dos canais radiculares é a guta-percha combinada com cimento obturador. A guta-percha é escolhida devido às suas reconhecidas propriedades físicas, mecânicas e biológicas. Em relação ao cimento obturador, especial atenção tem sido conferida com o intuito de garantir o selamento da obturação a longo prazo. Portanto, além de preencher os requisitos biológicos, deve também apresentar propriedades físico-químicas aceitáveis para que o objetivo da obturação seja alcançado.

Existem atualmente vários tipos de cimentos endodônticos no mercado, sendo possível agrupá-los, segundo as características de sua base de constituição química. Assim, temos os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol,

os cimentos resinosos, os que contêm hidróxido de cálcio e os à base de ionômero de vidro. Apesar da grande variedade de cimentos endodônticos encontrados, nenhum deles preenche todos os requisitos exigidos para um material obturador ideal.

Há muito tempo, os cimentos endodônticos com base resinosa têm ocupado um espaço de destaque dentre os materiais obturadores. As boas propriedades físico-químicas do cimento AH26, tais como estabilidade dimensional, radiopacidade, constância de volume, baixa solubilidade, baixa contração, capacidade seladora, resistência, escoamento e adesão, têm sido destacadas por vários autores. No entanto, as suas propriedades biológicas não são tão satisfatórias. Com o intuito de melhorar as propriedades biológicas dos cimentos resinosos, sem alterar suas já comprovadas propriedades físico-químicas, foi lançado no final da década de 90, o cimento resinoso tipo epóxi-amina AH Plus.

Recentemente lançado no mercado, o cimento Endo-REZ, de composição fibro-resinosa à base de metacrilato, traz à tona, novamente, a utilização da técnica do cone único de guta-percha, ou mesmo a utilização do cimento isoladamente como material obturador dos canais radiculares, tal como foi a proposta inicial do cimento AH26⁷⁰.

Seguindo uma linha de pesquisa iniciada em 1984, MORAES⁵⁴ desenvolveu, na Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, um cimento experimental, também resinoso, tipo epóxi-amina, contendo hidróxido de cálcio e um componente de resina poliuretana vegetal, apresentado na forma de duas pastas. De acordo com sua consistência, pode ser utilizado como cimento obturador para canais radiculares^{13, 54}, em obturações retrógradas^{54, 60, 75} e também

em perfurações radiculares^{54, 74, 76}. A este material, com consistência de cimento obturador de canal, foi atribuído o nome de MBP.

Muita ênfase tem sido conferida à capacidade de selamento dos materiais obturadores, porque foi suposto que a maioria das falhas endodônticas é causada por obturações de canais radiculares inadequadas. Essa suposição, provavelmente, surgiu devido ao número de estudos sobre insucessos endodônticos em que a maioria apresentava obturações incompletas (DOW; INGLE²⁵, INGLE³⁵).

Em obturações de canais radiculares a infiltração marginal tem sido definida como a passagem de bactérias, fluidos e substâncias químicas entre o dente e o material obturador do canal radicular⁷⁸. O resultado dessa infiltração é a presença de um espaço preenchido por fluido na interface do material obturador e a parede do canal radicular. Esse espaço pode ser decorrente da deficiência de adaptação dos materiais obturadores às paredes dos canais radiculares ou à contração durante o período de endurecimento dos cimentos.

Um método aceito universalmente para avaliação da infiltração não existe (WU; WESSELINK⁹⁵). Várias metodologias podem ser utilizadas, dentre elas a infiltração linear de corantes^{4, 74, 76, 89, 99}, a utilização da transparência dentária (diafanização)^{7, 29, 47}, a utilização de radioisótopos^{25, 53}, o método eletroquímico^{28, 63}, a penetração bacteriana^{79, 87}, a utilização de espectrofotometria¹⁵, e o método que utiliza a glicose para quantificar a infiltração⁹⁷. Todavia, muitas pesquisas têm mostrado que os resultados são incoerentes ou que não existe diferença significativa entre os métodos. A variedade de metodologias e seus parâmetros de avaliação representam as principais razões para essas discordâncias.

DERKSON; PASHLEY; DERKSON²⁴, em 1986 descreveram um sistema utilizado para avaliar, *in vitro*, a eficiência do selamento de materiais

restauradores, por meio da quantificação da permeabilidade dentinária. Esta permeabilidade, era expressa pela mensuração da quantidade de fluido que penetrava na área estudada por unidade de tempo. Esse método, que foi introduzido e desenvolvido pelo grupo de pesquisadores do Professor PASHLEY, tem sido extensivamente utilizado por 20 anos, como proposta de pesquisa para entender a fisiologia da dentina. Em 1993, WU et al.⁸⁷, adaptaram essa metodologia para utilização em pesquisas endodônticas.

Devido à sua introdução na endodontia, esse método tem ganhado popularidade na avaliação do selamento apical ou coronário de obturações de canais radiculares³⁹. Também é utilizado para avaliar a infiltração em materiais retroobturadores^{10, 98}, em dentes tratados endodonticamente e restaurados com núcleo^{8, 30} e em materiais restauradores temporários^{5, 6, 11, 37, 82}.

Essa falta de standardização e a incomparabilidade dessas pesquisas conduziram WU; WESSELINK⁹⁵ a questionar a relevância dos estudos de infiltração e a recomendar a utilização de um modelo de filtração de fluido, com objetivo de aumentar a confiabilidade dos resultados. Assim, achamos oportuno analisar, por meio do método de transporte de fluido, a capacidade de selamento proporcionada por cimentos endodônticos resinosos de uso já consagrado, bem como, de novos cimentos.

Partindo dessas premissas e buscando subsídios para viabilizá-las passamos à literatura específica e pertinente, cujos resumos são apresentados no capítulo seguinte.

2 revisão de literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Em 1981, MORAES⁵³, em sua dissertação de mestrado, avaliou a infiltração marginal nas obturações de canais radiculares em função de agentes irrigadores e cimentos obturadores. Utilizou 200 dentes caninos humanos extraídos, que tiveram seus canais instrumentados e, então, irrigados com diferentes agentes irrigantes e, posteriormente, foram obturados pela técnica da condensação lateral com cimento AH26 com 20% de hidróxido de cálcio ou com cimento de óxido de zinco e eugenol. Após impermeabilização, os dentes foram imersos em solução de Rhodamine B 0,2% por 24 horas, e depois em solução de ¹³¹INa, pelo mesmo tempo. A seguir, foram seccionados longitudinalmente para obtenção de autoradiografias de suas hemiseções. As infiltrações de ¹³¹INa marcadas nas imagens foram medidas por meio da projeção das autoradiografias e os resultados transformados em milímetros. As hemiseções foram examinadas ao microscópio por epifluorescência para medir-se a infiltração da Rhodamine B. A análise dos resultados, mostrou que o cimento AH26 com 20% de hidróxido de cálcio no pó permitiu menor infiltração do que o óxido de zinco e eugenol.

Em 1984, MORAES⁵⁵, em sua tese de doutorado, avaliou as propriedades físicas de cimentos epóxicos experimentais para obturação de canais radiculares, baseados no AH26. Realizou uma sucessão de experimentos buscando esclarecer a causa do enegrecimento do cimento AH26, mormente quando recebia 20% de hidróxido de cálcio no pó. Encontrou, uma interação entre o bisfenol A, a hexametilenotetramina e o óxido de bismuto. A mesma também se dava substituindo-se esse último pelo subnitrato ou carbonato de bismuto. Este redundou

em um discreto acinzamento. Realizou, então, testes de alterações de cor, textura e volume, de radiopacidade, de consistência e tempo de presa, buscando outros radiopacificadores e resinas tipo bisfenol A, e respectivos endurecedores, tentando assim, obter novos cimentos epóxicos viáveis para obturação de canais radiculares. Após 30 experimentos, obteve 4 formulações. Então, elas foram submetidas àqueles mesmos testes para comparações com outros materiais obturadores de canais radiculares, como o AH26 original ou com hidróxido de cálcio, o óxido de zinco e eugenol e guta-perchas de diversas procedências. Os ensaios culminaram com o de infiltração marginal, onde 216 dentes humanos unirradiculados extraídos tiveram seus canais preparados e obturados com os cimentos experimentais e com AH26 ou óxido de zinco e eugenol. Após a impermeabilização de suas superfícies, exceto próximo ao forame apical, os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 2%, onde permaneceram por 72 horas ou até 30 dias. Então, realizou, a secção longitudinal dos dentes e mediu a extensão da infiltração marginal das obturações. Após, a análise dos testes de infiltração e os testes de alteração de cor, e, considerando-se os testes de consistência e de radiopacidade de todos os cimentos estudados, um dos cimentos experimentais apresentou desempenho destacado em relação ao AH26 original e ao cimento de óxido de zinco e eugenol, dentro dos padrões clínicos. Este cimento, denominado n°1 (MB1) obteve, nos testes de infiltração marginal, o menor índice, tanto no período de 72 horas como no de 30 dias, e estes resultados foram estatisticamente significantes quando comparados com os outros cimentos estudados.

LIM; TIDMARSH⁴³ compararam, em 1986, a capacidade seladora do cimento Sealapex com a do AH26. Utilizaram trinta dentes unirradiculados, que foram divididos em dois grupos de 14 dentes, e dois utilizados como controle positivo

e negativo. Realizaram a instrumentação dos canais e depois, a obturação pela técnica da condensação lateral. O método empregado para marcar a infiltração foi o eletroquímico e avaliaram durante 26 semanas. Os resultados mostraram que nas primeiras 12 semanas o Sealapex apresentou significativamente melhor selamento que o AH26. Após esse período, não ocorreu mais diferença significativa.

DERKSON; PASHLEY; DERKSON²⁴, em 1986, descreveram uma metodologia para medição de infiltração, modificando uma anteriormente existente, substituindo o ar comprimido que era usado, por líquido pressurizado para a detecção de microinfiltração ao redor dos materiais restauradores. Portanto, manteve as vantagens da quantificação e não destruição dos espécimes usando líquido ao invés de ar. Esse sistema de medição permitiu a medição seqüencial quantitativa da permeabilidade dentinária e microinfiltração. Prepararam cavidades oclusais e, após o uso de ácido para remover o *smear layer*, a taxa de filtração de fluído da cavidade preparada antes da inserção dos materiais foi definida, sendo considerada como permeabilidade dentinária, equivalendo a 100% de filtração de fluído. Em tempos variados, após a restauração, a permeabilidade aparente foi remeida e expressa em porcentagem daquela da cavidade preparada. Valores abaixo de 100% indicavam que o material tinha diminuído os valores da permeabilidade da cavidade por meio de suas propriedades. Os espécimes foram confeccionados com coroas seccionadas em nível cervical, fixadas em bases de Plexiglass com suas câmaras coronárias alinhadas à luz de uma agulha Gauge 18, que transfixava essa placa bem no seu centro, sendo fixada do outro lado com cianoacrilato. Segundo os autores, mesmo não podendo reproduzir exatamente a complexidade biológica que existe em dentes vitais, o método de medição de microinfiltração *in vitro*, descrito nesse artigo, apresenta numerosas vantagens sobre

a maioria dos métodos anteriormente descritos, podendo-se realizar medições de infiltração de forma longitudinal e quantitativa sem sacrifício do espécime.

LEAL et al.⁴², em 1987, estudaram *in vitro* o selamento apical proporcionado pelos cimentos Sealapex, AH26 “silver free” e Fill canal, bem como averiguaram a influência do tempo de armazenagem na infiltração. Utilizaram noventa incisivos superiores que foram instrumentados, impermeabilizados e divididos em três grupos de 30 dentes cada, em função do cimento obturador. Após a obturação, quinze dentes de cada grupo foram imersos imediatamente no corante Rhodamine B a 2% por 7 dias, enquanto que os outros quinze foram imersos em soro fisiológico por 30 dias e, posteriormente, colocados no mesmo corante por mais 7 dias. Concluídos os períodos, os dentes foram seccionados longitudinalmente e, então, avaliaram a magnitude da infiltração. Os resultados mostraram que o cimento AH26 e o Sealapex apresentaram os menores índices de infiltração, enquanto que o Fill canal, os maiores. O tempo de armazenagem teve influência significativa sobre a infiltração.

MADISON; SWANSON; CHILES⁴⁷, no mesmo ano, compararam a infiltração coronária nos canais radiculares de dentes obturados com guta-percha e Sealapex, AH26 ou cimento Roth. Concluídas as obturações, os dentes foram expostos à saliva artificial por uma semana e, então, colocados dentro da solução corante, que foi a tinta Nanquim, para marcar a infiltração. Posteriormente, descalcificaram e clarearam os espécimes e, então, mediram linearmente a infiltração, desde a junção cimento esmalte, até à máxima penetração do corante. A análise estatística dos dados mostrou que o grupo do AH26 demonstrou significativamente mais infiltração do corante do que os outros grupos. Não houve diferença estatística entre o cimento Roth e o Sealapex.

Em 1990, KING et al.³⁷ realizaram uma avaliação longitudinal em obturações retrógradas usando um sistema de filtração de fluido, semelhante ao descrito por DERKSON et al.²⁴. Tubos metálicos, confeccionados pela secção de agulhas tipo Gauge de aço inoxidável, foram inseridos, por meio de um orifício, no centro de peças de plástico Plexiglass (2 X 2 X 0,6 cm) e fixados com adesivo cianocrilato. Os espécimes preparados foram fixados, também com o uso de cianocrilato, a essas peças de Plexiglass, de modo que as aberturas coronárias das raízes ficassem centralizadas sobre o tubo metálico. Para medir a infiltração, o aparato com a raiz e o Plexiglass foi conectado a um sistema de filtração de fluido. Introduziu-se uma solução tampão fosfato contendo 0,2% de fluoresceína na porção coronária do canal a uma pressão constante de 10 psi através do tubo. O corante foi usado para ajudar na visualização da microinfiltração na interface material retrobturador/dente. Nesse método de medição de microinfiltração, o fluido movimenta-se por dentro da raiz e determina-se a medição pelo movimento de uma pequena bolha de ar em direção ao dente em uma micropipeta de 25 µl conectada ao aparato de filtração de fluido. A medição foi feita durante 1 minuto, 4 vezes sucessivas. Os autores concluíram que o método de filtração de fluido para medição de microinfiltração foi um método confiável permitindo medidas quantitativas de microinfiltração por vários períodos, sem destruição dos espécimes.

HOLLAND et al.³³, em 1991, verificaram a infiltração marginal apical após a obturação de canais radiculares com diferentes cimentos obturadores, em dentes humanos extraídos. Os cimentos estudados foram o óxido de zinco e eugenol, Fill canal, Rickert, AH26, Sealapex, CRCS, New B2 e um cimento experimental. Os espécimes foram imersos em solução corante azul de metileno por 24 horas e 75 dias após a obturação. Os resultados demonstraram que, de um modo

geral, as infiltrações foram maiores no período mais longo. Os cimentos com hidróxido de cálcio e à base de resina epóxica demonstraram menores índices de infiltração marginal do que os à base de óxido de zinco e eugenol.

No mesmo ano LIMKANGWALMONGKOL et al.⁴⁴ compararam o nível de infiltração em 125 raízes, divididas em 5 grupos, obturadas pela técnica da condensação lateral sem cimento ou com 4 cimentos diferentes: Apexit, Sealapex, TubliSeal ou AH26. Após 48 horas de presa foram imersos em azul de metileno a 2% e centrifugados por 3 min. As raízes foram seccionadas transversalmente em discos de 1 mm de espessura, determinando as seguintes médias de infiltração: Apexit, 1.67 mm; Sealapex, 2.28 mm; TubliSeal, 1.95 mm; AH26, 0.82 mm; e guta-percha sem cimento, 8.37 mm. Desse modo, demonstrou-se que um cimento deve ser sempre usado em conjunto com a guta-percha na técnica da condensação lateral e que o AH26 propiciou selamento apical significativamente melhor que os outros cimentos.

WU; WESSELINK⁹⁵, em 1993, realizaram uma extensa revisão da literatura sobre estudos de infiltração endodôntica, avaliando metodologias, aplicações e suas relevâncias. Em relação aos métodos utilizados, os autores afirmaram que o mais utilizado foi a mensuração linear da penetração de um agente marcador (corante ou radioisótopo) entre o material obturador e as paredes do canal radicular. Comparando alguns resultados da infiltração linear de corantes, seguido da condensação lateral da guta-percha, publicados no período de 1980 a 1990, um alto grau de variáveis foi encontrado, apesar da similaridade dos métodos experimentais utilizados. Em quase todos os estudos avaliados a técnica da condensação lateral foi utilizada como controle padrão para comparação. A confiabilidade desses estudos foi questionada e os problemas com suas variáveis

discutidos. Os autores concluíram que mais pesquisas sobre infiltração deveriam ser realizadas, em vez de se continuar a avaliar a capacidade de selamento de diferentes materiais e técnicas, por métodos que conduzem a informações pouco relevantes.

SCHUURS et al.⁷¹, no mesmo ano, descreveram os fatores relacionados à estatística que determinam o tamanho adequado da amostragem na realização de pesquisas. Apresentaram exemplos de cálculo de poder de teste. Analisaram o poder de teste da maioria dos estudos de infiltração e observaram que quase 2/3 apresentavam 10 ou menos espécimes por grupo e em torno de 90%, 20 ou menos. Portanto, comprovaram que menos do que a metade apresentava um poder de teste adequado (convencionalmente 80 ou mais). Relataram que precauções são necessárias na extrapolação dos resultados desses estudos. Enfatizaram que o poder de teste pode ser aumentado utilizando número maior de espécimes ou, alternativamente, ampliando o “efeito tamanho”, e também um interesse em diferenças maiores entre os escores médios, ou minimizando a variabilidade dos dados. Concluíram que, em estudos em que as amostras são pequenas os resultados oscilam bastante.

WU et al.⁸⁷, em 1993, adaptaram um método onde o transporte propagativo de água da porção coronária para apical foi determinado pelo movimento de uma bolha de ar em um capilar de vidro, conectado no ápice de secções radiculares experimentais. Utilizaram para tal feito, uma pressão de 120Kpa (1,2 atm). Prepararam os canais radiculares de 60 caninos humanos superiores extraídos que, posteriormente, foram obturados com guta-percha e cimento AH26 pela técnica da condensação lateral ativa. Duas raízes tiveram os canais obturados e serviram como controle positivo, enquanto dois bastões de vidro com 10mm de

comprimento e 4mm de diâmetro foram utilizados como controle negativo. Trinta raízes foram expostas à penetração bacteriana de *Pseudomonas aeruginosa*, inseridas em um reservatório coronário. Ao final de 50 dias dois espécimes permitiram a penetração do microorganismo até a porção apical. Todos os espécimes foram, posteriormente, submetidos ao transporte de fluido. Os resultados foram divididos em três categorias, onde 39 espécimes estavam na categoria *impermeável*, 14 na de *infiltração leve*, e 7 na de *infiltração acentuada*. Os dois espécimes que mostraram penetração bacteriana, situaram-se na categoria *leve* e *acentuada*. O teste com penetração prévia de bactéria não influenciou estatisticamente no padrão de transporte de fluido, que foi mensurado subsequentemente. Os autores concluíram que obturações que permitem infiltração pelo método do transporte de fluido, na maioria dos espécimes, não permitem a passagem de bactérias.

WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁸, em 1994, compararam o método de penetração de corante com o modelo de transporte de fluido em obturações endodônticas. Sessenta secções radiculares de incisivos centrais superiores humanos extraídos tiveram seus canais preparados e, então, foram obturados pela técnica da condensação lateral e cimento AH26. Os espécimes foram divididos em três grupos iguais. Vinte secções radiculares foram, inicialmente, montadas no modelo de transporte de fluido e permitiram a passagem desse fluido aplicando uma pressão de 10 Kpa (0,1atm). Outras vinte secções radiculares foram montadas de acordo com o método, porém, antes foram submetidas ao transporte de ar com a mesma pressão. As vinte secções remanescentes não foram expostas ao transporte de fluido e nem ao de ar. Então, todos os 60 espécimes foram submetidos à penetração de uma solução de azul de metileno a 2%. Verificaram, pelos resultados,

que o transporte de fluido foi um método muito mais sensível em detectar espaços ao longo da obturação do que o corante. Depois do transporte de fluido, por três horas sob baixa pressão para eliminar o ar, o corante penetrou significativamente mais profundamente do que sem o transporte de fluido prévio, o qual sugeriu que o ar presente em espaços vazios ao longo da obturação do canal, preveniu a penetração do corante.

DE GEE; WU; WESSELINK²¹, também em 1994, compararam as propriedades de selamento de um cimento à base de ionômero de vidro Ketac-Endo, com um cimento resinoso AH26, utilizando o modelo de transporte de fluido. Trinta espécimes, com 8mm de extensão e 4mm de diâmetro, confeccionados com dentina radicular bovina foram utilizados. Após a remoção da *smear layer*, foi introduzido em cada espécime o cimento a ser testado, resultando em dois grupos de 15 espécimes, separados por afastadores de 1mm. Após cobrir a superfície lateral com esmalte para unhas, uma extremidade foi conectada a um tubo preenchido com água, com pressão de 120Kpa (1,2atm). Na outra extremidade o fluido penetrou, e o volume de fluido nos espécimes foi medido pelo deslocamento de uma bolha de ar dentro de um capilar de vidro (20µl de diâmetro e 170mm de comprimento). Neste aparato particular, onde os cimentos foram utilizados em grande quantidade, sem a utilização de cones de guta-percha, entre duas superfícies radiculares opostas, o cimento Ketac-Endo permitiu infiltração significativamente maior que o AH26.

WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁹, ainda em 1994, avaliaram a capacidade seladora dos cimentos AH26, Sealapex, Ketac-Endo e Tubli-Seal, quando em diferentes espessuras. Empregaram para essa análise dentes bovinos, que foram seccionados e preparados, obtendo-se espécimes com 4mm de altura, 7mm de diâmetro externo e 3mm de diâmetro interno (luz do canal). Obturaram os espécimes

com os cimentos em estudo e guta-perchas preparadas em dois diâmetros, de 3mm e 2,5mm; e um grupo de dentes foi preenchido apenas com os cimentos. Com isso, obtiveram-se espécimes obturados com espessuras de cimento de 0,25mm, 0,05mm e 3mm. Para averiguação da capacidade seladora, os espécimes foram montados no modelo de transporte de fluido, onde o volume de fluido foi quantificado. Os resultados mostraram que na espessura de 3mm o AH26 e o Sealapex apresentaram os melhores resultados. Na espessura de 0,25mm o AH26, o Sealapex e o Ketac-Endo selaram melhor que o Tubli-Seal e na espessura de 0,05mm o Ketac-Endo se portou melhor que os demais cimentos. Verificaram, também, que a espessura de cimento influencia significativamente na capacidade seladora.

Em 1994, BARTHEL et al.⁹ avaliaram a infiltração apical do cimento AH26 espatulado em diferentes consistências, em função da variação da proporção pó-resina e da temperatura. Empregaram 60 incisivos superiores que foram instrumentados e divididos em quatro grupos. Os dentes foram obturados pela técnica da condensação lateral e cone único, utilizando AH26 na proporção ideal (2/1) e fluida (0,8/1), aquecido ou em temperatura ambiente. Imergiram os dentes em fucsina básica e, posteriormente, seccionaram os dentes e avaliaram o grau da infiltração, microscopicamente. Verificaram que o melhor selamento foi conseguido com o AH26 fluido em temperatura ambiente.

DALAT; SPANGBERG¹⁹, em 1994, compararam a infiltração apical em canais radiculares obturados pelas técnicas do cone único, condensação lateral, condensação vertical, Thermafil e Ultrafil utilizando como corante o azul de metileno a 2% sob vácuo. O cimento obturador utilizado foi o AH26 e a pressão de vácuo, foi de 70 Torr durante 30 minutos. As raízes foram seccionadas longitudinalmente, e a

maior extensão linear da infiltração medida em um estereomicroscópio. As médias de infiltração foram: 1,55mm para a técnica do cone único, 2,25mm para a técnica da condensação lateral, 2,61 para a técnica da condensação vertical, 1,41mm para a técnica do Thermafil e 3,51mm para a técnica do Ultrafil. No entanto, após a análise estatística, não foram observadas diferenças significantes entre as técnicas de obturação testadas.

Em 1994, ALIGHAMDI; WENNBORG² afirmaram que a incompleta obturação do sistema de canais radiculares era a maior causa do fracasso endodôntico. O uso de materiais obturadores com capacidade de selar os canais era, portanto, essencial para o sucesso da terapia. Entretanto, a verificação da capacidade de selamento não se apresenta incluída nos requisitos especificados na norma internacional vigente que trata dos cimentos endodônticos, sendo que uma variedade de métodos *in vitro* tem sido usada para avaliá-la. Os testes normalmente são de infiltração, baseados na verificação da penetração de marcador ao longo da obturação. Esses testes não são facilmente reproduzíveis e nem adequados para serem padronizados. A seleção de propriedades necessárias para a capacidade seladora e o teste das mesmas separadamente poderia ser uma maneira de encontrar uma variedade de testes que poderiam, individualmente, ser adequados para um programa de testes padronizados, os quais, em conjunto, dariam informações sobre a capacidade seladora dos materiais testados. Se um cimento é impermeável, insolúvel aos fluidos tissulares, tem estabilidade dimensional e se adere à dentina e guta-percha, conceitualmente tal cimento tem a capacidade de selar o canal, se usado em combinação com uma técnica de obturação adequada. O teste de infiltração em endodontia poderia, então, ser substituído por testes de

impermeabilidade, solubilidade, alterações dimensionais e adesão à dentina e guta-percha.

Em 1995, WU; WESSELINK; BOERSMA⁹⁶ realizaram uma pesquisa longitudinal, utilizando os mesmos espécimes citados anteriormente no trabalho realizado em 1994 por WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁹, os quais permaneceram armazenados em água a 37°C durante 1 ano. Avaliaram a capacidade seladora dos mesmos cimentos, em diferentes espessuras, repetindo o mesmo método de avaliação. Terminado os 12 meses, a alteração no selamento de cada cimento foi observada novamente pela quantificação do volume de fluido. Os resultados, após a segunda mensuração, mostraram que todos os cimentos produziram melhores selamentos quando apresentavam camadas mais finas. O AH26, Ketac-Endo e Tubli-Seal mostraram uma redução na infiltração e promoveram significativamente menos infiltração que o Sealapex. Depois de armazenado em água por 1 ano, o Sealapex mostrou significativamente mais infiltração. Contudo, o selamento a longo prazo pode ter sido influenciado, entre outros fatores, pela espessura da camada do cimento e pela solubilidade do material.

GEORGOPOULOU et al.³¹, em 1995, estudaram o efeito da espessura da película de cimento na capacidade de selamento de cinco cimentos endodônticos (AH26, Sealapex, Ketac-Endo, Roth, Kerr EWT e um agente de união), em espessuras de 0,05mm (camada fina) e 0,3mm (camada densa). Foram utilizadas 270 secções radiculares de dentes humanos extraídos, preparados de maneira especial, obturados pela combinação de cimento e cilindros de guta-percha estandardizados. A infiltração foi avaliada pelo método de transporte de fluido, sob pressão de 60 Kpa (0,6 atm) durante 48 horas. Os resultados mostraram que o AH26 e o Sealapex infiltraram menos quando avaliados em camadas densas

(0,3mm), ao passo que o Ketac-Endo, o agente de união, Roth e o cimento Kerr EWT infiltraram menos em camadas finas (0,05mm). Quando avaliado em camada fina, o agente de união apresentou melhor capacidade de selamento que os outros cimentos. Em camada densa os cimentos AH26 e Sealapex apresentaram melhor capacidade de selamento que o Ketac-Endo e o agente de união; e estes apresentaram melhores resultados que o cimento Roth e Kerr EWT. Estes resultados indicaram que a espessura da camada de cimento influencia significativamente o selamento das obturações de canais radiculares, e que a influência da espessura varia, dependendo do tipo de cimento.

Em 1997, KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴¹ avaliaram o efeito da espessura da película na capacidade de selamento de cinco cimentos endodônticos (AH26, Sealapex, Ketac-Endo, Roth, Kerr EWT e um agente de união) em espessuras de 0,05mm (camada fina) e 0,3mm (camada densa), após 2 anos de acompanhamento. Esta avaliação teve início, em 1995, com a pesquisa de GEORGOPOULOU et al.³¹. Os espécimes permaneceram armazenados em água à 37°C, que era trocada mensalmente até o período de 2 anos, onde realizou-se nova avaliação utilizando o sistema de transporte de fluido. Os autores compararam os resultados dos dois trabalhos e concluíram que, quando utilizada uma camada densa (0,3mm) o cimento Kerr EWT e o cimento Roth permitiram maior infiltração que quando utilizada uma camada fina (0,05mm), ao passo que nenhuma diferença foi encontrada entre as duas espessuras para o AH26, Ketac-Endo, Sealapex e para o agente de união. Após o período de 2 anos, o AH26, Sealapex, Ketac-Endo, e cimento Kerr EWT apresentaram maior infiltração. O agente de união permitiu menor infiltração e o cimento Kerr EWT apresentou maior infiltração que os outros cimentos.

ALMEIDA et al.⁴, em 1997, avaliaram o cimento AH Plus quanto ao selamento apical, comparando-o ao Ketac-Endo e ao Fill canal. Utilizaram 99 incisivos centrais superiores humanos extraídos, que foram divididos em três grupos de 33 dentes cada, sendo estes instrumentados com limas Nitiflex até o instrumento número 55, ultrapassando-se 2mm do forame apical. Posteriormente, realizaram a obturação dos canais com guta-percha e os cimentos em estudo, utilizando a técnica da condensação lateral. Efetuada as obturações, realizaram a impermeabilização dos dentes com esmalte para unhas em toda a sua extensão, exceto um a dois mm ao redor do forame apical. Então, imergiram os dentes em corante azul de metileno a 2% sob vácuo por 24 horas e, posteriormente, realizaram a lavagem dos mesmos por mais 24 horas e, então, seccionaram-nos longitudinalmente. Determinaram a penetração do corante com o auxílio de um perfilômetro e os dados foram submetidos a análise estatística. Os autores verificaram que o cimento AH Plus apresentou os menores índices de infiltração, diferenciando-se estatisticamente do Fill canal e do Ketac-Endo. Entre os dois últimos não houve diferença estatística.

ZMENER et al.⁹⁹, também em 1997, examinaram a capacidade seladora de um cimento endodôntico à base de resina epóxica, o AH Plus, utilizando o AH26 como controle e parâmetro de comparação. Prepararam biomecanicamente os canais radiculares de 72 dentes unirradiculados humanos extraídos, empregando a técnica escalonada regressiva. Posteriormente, obturaram os dentes pela técnica da condensação lateral, com um dos dois cimentos e, então, estocaram os espécimes por 48 horas a 37°C em 100% de umidade para permitir o endurecimento dos cimentos. Finalizado este período, imergiram os dentes em azul de metileno a 5% por 2, 4 e 10 dias. No final de cada período, removeram os dentes do corante e seccionaram-nos longitudinalmente e determinaram a infiltração em um

estereomicroscópio. Os resultados mostraram que o AH26 selou, estatisticamente, melhor que o AH Plus nos três períodos analisados. Houve, também, diferença estatística entre os períodos de imersão ocorrendo um aumento da infiltração com o passar do tempo.

ANTONOPOULUS; ATTIN; HELLWIG⁷, em 1998, estudaram métodos de penetração de corante em condições normais, sob pressão negativa ou sob alta pressão. Utilizaram noventa incisivos superiores humanos que foram instrumentados e obturados ou pela técnica da condensação lateral ativa ou pela técnica do cone único usando, em ambas, o cimento obturador AH Plus. Após a obturação os dentes foram mantidos em ambiente a 37°C e 100% de umidade por 7 dias para o endurecimento do cimento. Concluído esse período, imergiram os dentes no corante tinta Nanquim para penetração passiva ou pressão negativa (60 Torr) e na Rhodamine B para condições de alta pressão (200 Mpa). Avaliaram a infiltração por meio da clareação dos espécimes, medindo linearmente a face que infiltrou mais e todas as quatro superfícies. Os resultados revelaram não haver nenhuma diferença significativa entre a penetração passiva e pressão negativa do corante. A infiltração pelo método de alta pressão foi significativamente mais baixa. Com relação à técnica de obturação, a capacidade seladora, foi similar entre elas. Concluíram que não há necessidade de usar pressão negativa para avaliar a capacidade seladora de obturações *in vitro*.

OLIVER; ABBOT⁵⁷, em 1998, compararam *in vitro* a infiltração apical e coronária permitida pelo cimento Ketac-Endo e AH26, quando utilizada a técnica da condensação lateral ativa. Utilizaram 28 incisivos superiores que tiveram suas coroas removidas com posterior preparo biomecânico dos canais radiculares. Dividiram as raízes em dois grupos experimentais de doze espécimes cujos canais

foram obturados com guta-percha e os cimentos em estudo, por meio da técnica da condensação lateral ativa. No grupo do Ketac-Endo, após a obturação, foram removidos 3mm da obturação da porção coronária e esse espaço foi preenchido apenas com Ketac-Endo. Os outros quatro dentes serviram de controle positivo e negativo. Concluída a etapa de obturação e endurecimento dos cimentos, impermeabilizaram os dentes e imergiram-nos em solução de azul de metileno a 2% em ambiente com vácuo de 660mm de Hg por 5 minutos e, então, após esse período, deixaram no corante por mais 2 dias. Finalizado esse tempo, seccionaram os dentes e determinaram a magnitude da infiltração. Verificaram os seguintes resultados na porção apical: Ketac-Endo 1,08mm; AH26 0,75mm; e na porção coronária: Ketac-Endo 6,29mm; e AH26 6,67mm. Observaram que esses dados não foram estatisticamente significantes no confronto entre materiais, porém, intra materiais, a infiltração apical foi significativamente menor que a cervical. Devido ao alto índice de infiltração coronária dos cimentos estudados, afirmaram que é de suma importância uma adequada restauração coronária.

ECONOMIDES et al.²⁸, em 1999, examinaram o efeito da *smear layer* na infiltração apical após 16 semanas. Utilizaram 104 dentes humanos extraídos, que foram divididos em quatro grupos: A1: com *smear layer* e obturação com guta-percha e cimento Roth; A2: com *Smear Layer* e obturação com guta-percha e cimento AH26; B1: sem *smear layer* e obturação com guta-percha e cimento Roth; B2: sem *smear layer* e obturação com guta-percha e cimento AH26. A infiltração foi determinada pelo método eletroquímico. Paralelamente, 12 dentes foram examinados em microscopia de varredura para comprovar a eficiência do método em remover a *smear layer*. Os resultados mostraram que a remoção da *smear layer*

reduziu significativamente a infiltração nas obturações com o AH26. Quanto ao cimento Roth, a *smear layer* não interferiu no selamento.

PAVAN⁶⁰, em 1999, analisou a infiltração marginal, em obturações retrógradas, utilizando 80 dentes anteriores humanos extraídos. Os dentes foram distribuídos, aleatoriamente, em quatro grupos de 20 elementos, de acordo como os materiais utilizados. Os canais foram instrumentados e, então, obturados. Em seguida realizou-se a ressecção da porção apical e foram confeccionadas cavidades para retroobturação com broca esférica n°2 previamente preparadas, com ponta ativa de 2mm. As raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de Araldite e duas de esmalte para unhas. As retroobturações propriamente ditas foram, então, realizadas com os seguintes materiais: grupo I (Polímero de mamona), grupo II (Epóxico experimental), grupo III (Super-EBA), grupo IV (ionômero de vidro). Posteriormente, os espécimes foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2% a 37°C, por 48 horas. Após lavagem das raízes e remoção da impermeabilização, as mesmas foram seccionadas longitudinalmente, expondo-se as retroobturações e as possíveis marcas de infiltração. Para avaliar a infiltração do corante os espécimes foram escaneados para utilização do programa SigmaScan, realizando, assim, as medições das infiltrações. Os resultados indicaram que o grupo que propiciou menor infiltração foi o grupo I (Polímero de mamona), seguido pelo grupo II (Epóxico experimental), grupo IV (ionômero de vidro) e grupo III (Super-EBA), com diferença estatisticamente significante entre os grupos I e III.

Em 1999, BRANDÃO¹³ em sua dissertação de mestrado, avaliou a infiltração apical permitida pelos cimentos resinosos Sealer 26, Sealer Plus (experimental) e MBP (experimental). Utilizou como controle o cimento de óxido de zinco e eugenol. Utilizou 70 dentes humanos unirradiculados extraídos. Após a

remoção das coroas dentais, as raízes foram impermeabilizadas, tiveram seus canais instrumentados e, então, obturados pela técnica do cone único da guta-percha em conjunto com os cimentos acima citados. As raízes foram imersas em solução corante de azul de metileno a 1% a 37°C por 72 horas. Em seguida, as raízes foram lavadas e, então, seccionadas longitudinalmente para a realização da mensuração da infiltração em microscópio óptico. Os resultados indicaram que o cimento experimental MBP apresentou os menores índices de infiltração marginal, seguido pelo Sealer 26 e Sealer Plus, havendo diferença estatística entre esses e o cimento de óxido de zinco e eugenol.

Em 1999, MILETIĆ et al.⁵¹ avaliaram a capacidade de selamento de cinco cimentos endodônticos, utilizando o método de transporte de fluido. Os cimentos AH26, AH Plus, Diaket, Apexit e Ketac-Endo foram testados em 60 dentes humanos unirradiculados extraídos. A porção coronária de cada dente foi removida na junção amelo-cementária, e também os 3mm apicais. Os canais radiculares foram instrumentados utilizando a técnica “step-back” com brocas de Gates-Glidden e irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5%. Os espécimes foram divididos em cinco grupos de 10 cada e, então, obturados com os cimentos e guta-percha, pela técnica da condensação lateral. Dez espécimes foram utilizados como grupo controle, sendo cinco como controles positivo e cinco como negativo. A infiltração foi medida pelo deslocamento de uma bolha de ar em um tubo capilar de vidro, conectado às secções radiculares experimentais. As avaliações foram realizadas em intervalos de tempo de 5min sob pressão constante de 120Kpa (1,2atm). O deslocamento em milímetro, foi posteriormente, transformado em micro litro. As diferenças entre as infiltrações nos cimentos Ketac-Endo (0,318µl); AH26 (0,319µl); AH plus (0,330 µl); Apexit (0,360 µl) e Diaket (0,387 µl) não foram estatisticamente significantes. Os

autores concluíram que sob as condições desta pesquisa, os cinco cimentos produziram selamentos satisfatórios.

Ainda em 1999, DUARTE²⁶, em sua tese de doutorado, avaliou algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus puro e acrescido de 5% ou 10% de hidróxido de cálcio. Dentre os testes realizados, avaliou a capacidade seladora pela infiltração marginal do corante azul de metileno a 2%. Foram utilizados 80 caninos humanos extraídos, que tiveram seus canais instrumentados, as raízes impermeabilizadas e, então, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: grupo I: cimento AH Plus, grupo II: cimento AH Plus com 5% de hidróxido de cálcio, grupo III: cimento AH Plus com 10% de hidróxido de cálcio e o grupo IV: cimento de óxido de zinco e eugenol. Os espécimes foram obturados pela técnica do cone único e, posteriormente, foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2% por sete dias a 37°C. A infiltração foi avaliada por meio da técnica da planimetria em microscópio óptico, e os resultados expressos em milímetros. Os resultados demonstraram que os grupos formados pelo cimento AH Plus acrescido de 5% ou 10% de hidróxido de cálcio, em peso, apresentaram diferença estatística significativa quando comparados ao do cimento AH Plus puro e ao do cimento de óxido de zinco e eugenol.

Em 2000, WU; FAN; WESSELINK⁹⁰ investigaram a diminuição da infiltração a longo prazo em canais radiculares obturados com guta-percha sem cimento. Oitenta incisivos centrais superiores humanos extraídos tiveram suas coroas removidas, deixando as raízes com 12mm de comprimento. Após a confirmação da patência apical com lima K#20, os canais foram alargados até o instrumento #50 na porção apical. O restante do canal foi alargado com brocas Gates-Glidden de números 2 a 6 em preparo escalonado. Dois grupos experimentais

e dois grupos controle foram formados. Nos grupos experimentais os canais foram obturados somente com gutapercha pela condensação vertical e pela técnica do clorofórmio. Nos grupos controle os canais foram obturados pela condensação lateral com cimento AH26 e pela técnica da condensação vertical com cimento Pulp Canal Sealer. Após o completo preenchimento dos canais, a porção mais coronária da obturação foi removida, simulando os procedimentos de preparo para núcleo, deixando os 4mm apicais da obturação para serem submetidos ao teste de infiltração. As raízes obturadas foram mantidas em ambiente com 100% de umidade a 37°C, por 48 horas e, na seqüência, montadas no sistema de transporte de fluido sob pressão de 30Kpa (0,3atm) durante um período de 3 horas. A infiltração foi medida 48 horas e 6 meses após a obturação. Os resultados mostraram que após 48 horas o grupo obturado somente com gutapercha, sem cimento, infiltrou mais que o grupo controle com cimento. Após 6 meses, uma redução significativa na infiltração foi encontrada nos grupos obturados somente com gutapercha, e os canais obturados pela condensação vertical somente com gutapercha apresentaram infiltrações similares quando comparados com o grupo que utilizou condensação vertical e cimento. Os autores concluíram que o selamento a longo prazo é afetado pela alteração de volume da gutapercha e do cimento. A redução da infiltração, devido à expansão da gutapercha, pode compensar certa extensão de infiltração que pode ocorrer pela dissolução do cimento.

POMMEL; JACQUOT; CAMPS⁶³, em 2001, compararam três métodos para avaliação da infiltração apical. Trinta e seis incisivos centrais superiores humanos extraídos tiveram suas coroas removidas na junção amelo-cementária; seus canais foram instrumentados utilizando-se o sistema Profile e obturados de acordo com as três técnicas de obturação: Thermafil (n=12), condensação vertical

aquecida (n=12) e a técnica do cone único (n=12). O selamento apical foi avaliado com a utilização de três métodos, usando sucessivamente o mesmo dente: sistema de transporte de fluido, um método eletroquímico, e a infiltração pela penetração de corante (azul de metileno). Os três métodos de avaliação não classificaram a infiltração apical das três técnicas na mesma ordem. O método de transporte de fluido mostrou que a condensação vertical foi superior ao Thermafil, que por sua vez foi superior a técnica do cone único. O estudo de infiltração de corante mostrou que o Thermafil foi superior à técnica da condensação vertical e à técnica do cone único. O método eletroquímico não apresentou diferença estatística significativa entre as três técnicas de obturação. Não foi encontrada correlação entre os resultados obtidos com os três métodos de avaliação. Esta pesquisa demonstrou que muitos estudos a respeito de metodologias são necessários, ao invés de comparar o selamento obtido com várias técnicas de obturação.

O efeito da remoção da *smear layer* na infiltração apical foi estudado por TIMPAWAT; VONGSAVAN; MESSER⁷⁸, em 2001. Utilizando o método de transporte de fluido, trinta e seis pré-molares unirradiculados humanos extraídos foram utilizados. Seis dentes foram selecionados como controle e os 30 restantes foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos de 15 cada. Para o primeiro (grupo 1) os dentes foram irrigados com hipoclorito de sódio 5,25% somente (*smear layer* não removida). No segundo grupo (grupo 2) os dentes foram irrigados com a EDTA 15%, seguido pela irrigação com hipoclorito de sódio 5,25% (*smear layer* removida). Ambos os grupos foram obturados com guta-percha termoplastificada (Obtura II) e cimento Ketac-Endo. Todos os dentes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade por 2 dias. O fluxo de fluido foi medido pelo deslocamento de uma bolha de ar em tubo capilar, após aplicação de 200 mmHg no sistema. A média de infiltração

do grupo 1 e do grupo 2 foi 13,0 e 16,9 nl/s, respectivamente. Os autores concluíram que a remoção da smear layer provocou significativamente mais infiltração apical que quando a smear layer não foi removida.

WU; KAŠTÁKOVÁ; WESSELINK⁹¹, em 2001, avaliaram a qualidade de obturações endodônticas realizadas com guta-percha aquecida e a frio. Dois grupos de pré-molares inferiores humanos extraídos, com canais ovais foram selecionados, após as radiografias nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal terem indicado que a relação entre o maior e o menor diâmetro ao longo do canal fosse $\geq 1,6$ ao nível de 5mm aquém do ápice. Após a instrumentação (patência apical com instrumento #20 e instrumento memória #45) os canais foram obturados, respectivamente, pela condensação lateral a frio com cones de guta-percha e pela condensação vertical com guta-percha aquecida. O cimento utilizado em ambas as técnicas foi o AH26. Em seguida, a porção mais coronária foi removida, simulando os procedimentos de preparo de espaço para núcleo, deixando os 4mm apicais intactos para o teste de infiltração. Os espécimes foram armazenados em 100% de umidade a 37°C por 2 semanas. A infiltração foi avaliada pelo método de transporte de fluido, utilizando pressão de 30Kpa (0,3atm), durante 24 horas. Os resultados, expressos em $\mu\text{l}/\text{dia}$, mostraram não haver diferença significativa entre os dois grupos.

A fim de comparar a infiltração em obturações antes e após a desobturação parcial do conduto radicular para preparo para colocação de pino, ABRAMOVITZ¹ et al., em 2001, utilizaram o sistema de filtração de fluido, proposto por WU et al.⁸⁷, em 1993, modificado. Essa modificação foi realizada com o intuito de facilitar a conexão, desconexão e reconexão dos espécimes ao sistema e sua medição. Os dentes foram inclusos em resina epóxica, num molde formado pela porção final de uma seringa Luer descartável de 20 ml, deixando as porções apical e

coronária das raízes livres. Um segundo cilindro oco, confeccionado pelo corte de um segmento de uma seringa Luer de 5 ml, foi adaptado à primeira, sendo selado com resina epóxica, formando uma câmara com 2 saídas padrão Luer. A porção coronária foi adaptada a um tubo de infusão intravenosa que permitiu a aplicação de ar comprimido (1,2 atm) a essa câmara. A porção apical foi conectada, por meio de uma válvula com 3 saídas, a uma pipeta de 200 µl, possibilitando a medição dos resultados.

Em 2001, POMMEL; CAMPS⁶² avaliaram a influência do tempo de mensuração e da pressão, nos resultados obtidos pelo método de transporte de fluido, na detecção de infiltração em obturações de canais radiculares. Trinta e seis incisivos centrais superiores tiveram suas coroas removidas, seus canais instrumentados com o sistema Profile e, então obturados utilizando-se o sistema Thermafil. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 18 cada, e a infiltração, ao longo da interface dente/material obturador, registrada sob pressão de 15cm de H₂O ou 150cm de H₂O em 3 minutos, 1 hora e 24 horas. A infiltração, expressa em µl/min, diminuiu com o aumento do tempo de mensuração e foi maior no grupo que utilizou pressão mais alta. O transporte de fluido nesta pesquisa, onde todos os dentes foram obturados pela mesma técnica, variou de $3,8 \cdot 10^{-5} \mu\text{l} \cdot \text{min cm H}_2\text{O}^{-1}$ a $4,3 \cdot 10^{-5} \mu\text{l} \cdot \text{min cm H}_2\text{O}^{-1}$, dependendo da pressão e do tempo de mensuração. Estes resultados, demonstraram a necessidade de standardização para que possam ser comparados os resultados de várias pesquisas.

Em 2002, LUCENA-MARTIN et al.⁴⁵ realizaram um estudo comparativo da infiltração apical permitida pelos cimentos Endomethasone, Top Seal e Roeko Seal. Cinquenta dentes humanos unirradiculados extraídos foram divididos aleatoriamente em 5 grupos de 10 cada (3 grupos experimentais e dois grupos

controle). Os dentes do grupo controle e dos grupos experimentais tiveram os canais instrumentados apicalmente até uma lima K#45. Os canais dos dentes dos grupos experimentais foram obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha com os cimentos Endomethasone, Top Seal e RoekoSeal. O grupo controle positivo não foi obturado, e o controle negativo não foi instrumentado. A superfície radicular foi impermeabilizada com duas camadas de esmalte para unhas e os dentes foram imersos em tinta Nanquim por 7 dias, a 37°C. A análise da infiltração do corante foi realizada por meio do método da transparência dentária e, em seguida, os mesmos dentes foram seccionados longitudinalmente. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os cimentos utilizados, avaliados pela técnica da transparência dentária e pelo seccionamento. A infiltração mostrada pela transparência dentária foi significativamente maior que aquela observada pela análise dos dentes seccionados.

WU; TIGOS; WESSELINK⁹³, em 2002, avaliaram a capacidade de selamento, a longo prazo, de um novo cimento endodôntico (RoeKo Seal). Oitenta pré-molares inferiores humanos extraídos, tiveram suas coroas removidas, seus canais instrumentados e foram divididos em quatro grupos de 20 espécimes. Os canais do grupo 1 foram obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha e cimento RSA (Roeko Seal Automix); dos grupos 2 a 4 pela técnica da condensação vertical da guta-percha aquecida, utilizando o cimento Roeko Seal no grupo 2, Pulp Canal Sealer no grupo 3 e sem a utilização de cimento no grupo 4. A infiltração foi avaliada pelo sistema de transporte de fluido sob pressão de 30 Kpa (0,3atm) por 24 horas, antes da preparação do espaço para núcleo. Após o preparo para núcleo, a infiltração ao longo do remanescente apical de obturação foi mensurada repetidamente e, então, registrada em microlitros por dia ($\mu\text{l}/\text{dia}$). Antes

do preparo do espaço para núcleo, os grupos 1 e 2 infiltraram significativamente menos que os grupos 3 e 4. Para todos os grupos, a somatória da infiltração no intervalo de todos os tempos, após o preparo para núcleo, mostraram que os dois grupos que utilizaram o cimento RSA, infiltraram significativamente menos que os outros dois grupos. Entretanto, não houve diferença significativa entre os dois grupos onde foi utilizado o cimento RSA, e entre os grupos 3 e 4. Os autores concluíram que o cimento RSA, em combinação com a técnica da condensação lateral ou com a condensação vertical da guta-percha aquecida, promoveu um selamento consistente durante o período de 18 meses.

Em 2002, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸ realizaram uma avaliação quantitativa da infiltração apical proporcionada por quatro cimentos endodônticos (AH Plus, Roeko Seal, Ketac-Endo e Sultan). Quarenta dentes anteriores superiores humanos extraídos foram utilizados. A porção coronária de cada dente foi removida, deixando as raízes com comprimento uniforme de 15mm. Os canais foram instrumentados, com alargamento apical realizado até o instrumento n°60. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de 10 e, então, obturados com cones de guta-percha e cimento, por meio da técnica da condensação lateral. O método do transporte de fluido foi utilizado para avaliar a infiltração apical, que foi mensurada pela movimentação de uma bolha de ar em um tubo capilar de vidro de 25µl e 65mm, conectado às secções radiculares experimentais. Todo o sistema foi preenchido com O₂ proveniente de um tanque pressurizado com 3 psi (0,2 atm) que foi aplicada na região apical, forçando a água longitudinalmente nos espaços existentes na obturação, deslocando assim, a bolha de ar no tubo capilar. Medidas da infiltração foram realizadas a cada 2 minutos em um intervalo de 8 minutos. A qualidade do selamento de cada espécime foi avaliada

após 7, 14 e 21 dias. Os resultados indicaram que todos os espécimes mostraram menos infiltração após 21 dias. As obturações realizadas com o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Sultan), apresentaram significativamente maiores valores de infiltração que os outros cimentos (AH Plus, Roeko Seal e Ketac-Endo). Apesar de o cimento Roeko Seal apresentar menores valores de infiltração, após 21 dias, quando comparado ao AH Plus e ao Ketac-Endo, não houve diferença estatística significativa entre eles.

MILETIĆ et al.⁵⁰, em 2002, compararam, após o período de 1 ano de armazenamento, a infiltração apical permitida por obturações realizadas com cinco cimentos endodônticos (AH26, AH Plus, Apexit, Diaket e Ketac-Endo) em 60 dentes humanos unirradiculados extraídos. Os canais radiculares haviam sido preparados com brocas Gates-Glidden utilizando-se a técnica *step-back*, antes de serem obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha com os cimentos testados. A primeira mensuração foi realizada 15 dias após a obturação, sendo os resultados publicados no trabalho de MILETIĆ et al. (1999). Os espécimes foram armazenados em solução salina por 1 ano a 37°C. A infiltração foi mensurada pelo modelo de transporte de fluido com pressão de 120 Kpa (1,2atm), durante intervalos de 5 minutos. Cada espécime foi testado quatro vezes e o valor médio calculado. Os resultados mostraram que o cimento Apexit (0,490µl) proporcionou significativamente maior infiltração que o AH Plus (0,378µl) e Ketac-Endo (0,357µl), ao passo que o cimento AH26 (0,390µl) e Diaket (0,429µl) não apresentam diferença estatística significativa para o cimento Apexit ou para o cimento AH Plus e Ketac-Endo. Na primeira avaliação, realizada em 1999, pelos mesmos autores, não houve diferença estatística significativa entre a infiltração permitida pelos mesmos cimentos testados.

Em 2003, SILVA NETO; MORAES⁷⁶ avaliaram, in vitro, a capacidade seladora, do MTA-Angelus, ProRoot-MTA, Super-EBA e do experimental MBP-c, quando utilizados para selar perfurações na região de furca de molares humanos extraídos, quando utilizados isoladamente ou em associação com uma matriz de gesso Paris, aplicada no fundo do trajeto da perfuração. O selamento produzido pelos materiais foi analisado por meio da infiltração do corante Rhodamine B 0,2%. A análise estatística aplicada aos dados obtidos demonstrou que, quando utilizado isoladamente (sem matriz), o cimento MBP-c apresentou os menores índices de infiltração marginal, seguido pelo Super-EBA, detectando-se diferença estatística significativa entre esses e os cimentos ProRoot-MTA e MTA-Angelus. Na presença da matriz, o cimento MBP-c também foi superior, havendo diferença estatística significativa entre ele e os cimentos ProRoot-MTA e MTA-Angelus.

WU et al.⁸⁶ em 2003, compararam a movimentação de fluido, ao longo de dois terços coronários de obturações realizadas com guta-percha e cimento, por meio de três técnicas de obturação diferentes. Sessenta incisivos inferiores humanos extraídos, com comprimento padronizado em 11mm, foram divididos aleatoriamente em três grupos, tiveram seus canais instrumentados e obturados com o cimento Roeko Seal pela condensação lateral, condensação vertical da guta-percha aquecida e pela técnica do cone único. A porção apical (4mm) de cada raiz foi removida e, então, o transporte de fluido com 60 Kpa (0,6 atm) foi medido nos 7mm remanescentes após 1, 3 e 5 horas. Os resultados mostraram que o grupo da condensação vertical da guta-percha aquecida exibiu mais movimentação de fluido que os outros grupos. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os grupos da condensação lateral e do cone único. Os autores concluíram que os dois

terços coronários, na técnica da condensação vertical da guta-percha aquecida, não preveniram a movimentação de fluido, quando o cimento Roeko Seal foi utilizado.

POMMEL et al.⁶¹, em 2003, avaliaram as propriedades de selamento de quatro diferentes cimentos endodônticos. Quarenta e oito incisivos centrais superiores humanos extraídos tiveram suas coroas removidas e seus canais radiculares instrumentados com o sistema Profile. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de 12, e ,então, obturados pela técnica da condensação lateral com um dos quatro cimentos: Sealapex, Pulp Canal Sealer, AH26 e Ketac-Endo. Após a obturação, os espécimes foram armazenados por 24 horas a 37°C e 100% de umidade, para permitir o endurecimento dos cimentos. A infiltração apical foi medida pelo método de transporte de fluido (Sistema Flodec), utilizando pressão hidrostática de 15cm de H₂O durante 24 horas. Os espécimes obturados com o cimento Sealapex exibiram valores de infiltração mais altos quando comparados ao AH26, Pulp Canal Sealer e ao Ketac-Endo. Não foi encontrada correlação entre a capacidade de selamento dos quatro cimentos e suas propriedades de adesividade registradas em um estudo prévio.

CAMPS; PASHLEY¹⁵, em 2003, questionaram a confiabilidade dos estudos de infiltração de corantes. Os autores compararam os métodos clássicos de infiltração de corante e da extração de corante com o método de transporte de fluido como controle. Quarenta dentes humanos unirradiculados extraídos tiveram suas coroas removidas e seus canais instrumentados com o sistema Profile. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de 10 cada, de acordo com o cimento utilizado: Pulp Canal Sealer, Sealapex, AH Plus, e Ketac-Endo, e, em seguida obturados pela técnica da condensação lateral. O selamento apical foi avaliado no mesmo espécime com as três metodologias, sucessivamente: transporte

de fluido (com pressão de 15 cm de H₂O por 24 horas), infiltração de corante azul de metileno a 2% e um método quantitativo, onde as raízes foram dissolvidas em ácido nítrico a 65% para extrair o azul de metileno, antes de se efetuar a leitura da absorbância da solução em espectrofotômetro. A infiltração clássica de corante não mostrou nenhuma diferença entre os cimentos e não apresentou correlação com as outras duas técnicas. O transporte de fluido e a extração de corante mostraram que o cimento Sealapex permitiu os maiores valores de infiltração apical. A correlação entre os resultados obtidos com esses dois métodos foi significativa. Esta pesquisa mostrou as limitações dos métodos de infiltração de corante e da extração de corante. Porém, o método de extração de corante obteve resultados semelhantes ao método de transporte de fluido, com a vantagem de ser realizado em menor tempo que o método de transporte de fluido.

TREVISAN et al.⁸⁰, em 2003, verificaram a capacidade seladora apical de diferentes cimentos endodônticos. Foram utilizados 44 pré-molares humanos extraídos. Após abertura coronária, odontometria e padronização do diâmetro do forame apical, o preparo biomecânico do canal foi realizado de forma padronizada pela técnica escalonada com ampliação reversa, empregando-se como solução irrigadora o NaOCl 1% e ao final EDTA. Realizada a impermeabilização da superfície externa, com uma camada de Araldite e duas de esmalte para unhas, exceto na região do forame apical, os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral, empregando-se diferentes cimentos endodônticos, de acordo com os grupos experimentais: G1) óxido de zinco e eugenol; G2) Endofill; G3) AH Plus e G4) Sealer 26. Quatro dentes foram utilizados como controle (positivo e negativo). Em seguida, foram imersos no corante Rhodamine B 0,2%, por 48 horas. Decorrido este período os dentes foram lavados e seccionados longitudinalmente

para análise da infiltração apical, realizada em microscópio óptico, pela técnica da planimetria. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística, onde se verificou que os melhores resultados foram observados para o cimento AH Plus (1,64mm), seguido pelo Sealer 26 (1,92mm), Endofill (3,36mm) e por último o óxido de zinco e eugenol (4,01mm).

KARDON et al.³⁶, ainda em 2003, avaliaram a capacidade de selamento apical do cimento endodôntico Endo-Rez. Sessenta e quatro pré-molares inferiores humanos unirradiculados tiveram suas coroas removidas, os canais foram instrumentados e, então, divididos aleatoriamente em três grupos de 20 cada, e quatro dentes foram utilizados como controle. No grupo A, os canais foram obturados com o cimento Endo-Rez e um cone único de guta-percha; no grupo B com cimento AH Plus e um cone único de guta-percha e no grupo C com cimento AH Plus e a técnica do System B. Todos os espécimes foram armazenados por 7 dias a 100% de umidade a uma temperatura de 37°C. Na seqüência, foram montados no sistema de transporte de fluido com pressão de 16 psi (1125cm de H₂O). A infiltração foi medida pela movimentação de uma bolha de ar no interior de um capilar de vidro de 25µl, durante 30 minutos. Os grupos foram comparados pela diferença na quantidade de infiltração (mm/hora). A infiltração no grupo A foi significativamente maior que nos outros grupos. Não houve diferença estatística significativa na infiltração entre os grupos B e C. O cimento resinoso EndoRez não apresentou um desempenho consistente neste modelo experimental.

ROGGENDORF et al.⁶⁷, em 2004, compararam a capacidade seladora apical e coronária dos cimentos AH Plus, EndoRez, EZ-Fill e Rely-X-Unicem. Utilizaram 30 dentes por grupo, e os canais foram instrumentados com limas de conicidade 0,04mm/mm até a de número 45. Os dentes foram impermeabilizados e

submetidos à infiltração do corante azul de metileno a 5%. Os resultados demonstraram que os cimentos endodônticos AH Plus e EZ-Fill apresentaram os menores índices de infiltração, seguidos do Rely-X-Unicem, sendo o cimento EndoRez o que apresentou o maior grau de infiltração de corante.

Em 2004, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹ avaliaram a influência da *smear layer* na capacidade de selamento apical e coronária de dois cimentos endodônticos (AH26 e Roeko Seal). Foram utilizados 160 dentes anteriores humanos extraídos. Os canais radiculares foram preparados com o sistema Profile .06 série 29 até o instrumento n°7 no sentido coroa-ápice. Oito grupos foram criados com todas as combinações possíveis de três fatores: *smear layer* (presente/ausente), avaliação da infiltração (apical/coronária) e o cimento utilizado (AH26/Roeko Seal). Todos os dentes tiveram seus canais obturados utilizando a técnica da condensação lateral da guta-percha. O método de transporte de fluido foi utilizado para avaliar a infiltração apical ou coronária, com pressão de 3 psi (0,2atm). De acordo com os resultados desta pesquisa, os grupos com *smear layer* exibiram maiores valores de infiltração apical e coronária que os grupos sem *smear layer* para ambos os cimentos. Não houve diferença estatística significativa na infiltração apical ou coronária entre os cimentos AH26 e Roeko Seal, sem levar em consideração a presença ou ausência da *smear layer*. Entretanto, a infiltração apical foi significativamente maior que a coronária para ambos os cimentos utilizados. Os resultados indicaram que a remoção da *smear layer* teve um efeito positivo na redução da infiltração apical e coronária para os dois cimentos utilizados.

ECONOMIDES et al.²⁷, em 2004, compararam a infiltração apical de dois cimentos endodônticos: Fibrefill (cimento a base de resina) e o CRCS (cimento com hidróxido de cálcio), com e sem a presença da *smear layer*. O modelo utilizado

para medir a infiltração foi o sistema de transporte de fluido. Sessenta dentes humanos unirradiculados extraídos, tiveram seus canais preparados por meio da técnica *step-back*, com lima k#25 no forame apical e lima K#55 como batente apical. Os dentes foram divididos em quatro grupos e obturados pela técnica da condensação lateral. No grupo A a *smear layer* foi deixada intacta, e os canais obturados com guta-percha e Fibrefill. No grupo B a *smear layer* foi removida e os canais obturados com guta-percha e Fibrefill. No grupo C, a *smear layer* foi deixada intacta, e os canais obturados com guta-percha e cimento CRCS. No grupo D a *smear layer* foi removida e os canais obturados com guta-percha e cimento CRCS. A infiltração foi mensurada por meio do método de transporte de fluido em 7, 30 e 60 dias, com 0,2atm de pressão. Entre os períodos experimentais, os espécimes foram mantidos em água destilada a 37°C e 100% de umidade. Os resultados mostraram que os grupos do cimento Fibrefill com e sem a *smear layer* infiltraram significativamente menos que os grupos obturados com o cimento CRCS em todos os períodos experimentais. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos do mesmo material, mas os valores de infiltração foram menores quando a *smear layer* foi removida.

DE MOOR; DE BRUYNE²², em 2004, avaliaram e compararam o selamento *in vitro* de obturações de canais radiculares, utilizando o cimento AH26 e AH Plus em conjunto com três diferentes técnicas de obturação. Os canais radiculares de 940 dentes unirradiculados foram preparados de acordo com a técnica *step-back*, (utilizando hipoclorito de sódio a 2,5% e File-Eze) antes da obturação pela técnica da condensação lateral, técnica híbrida de condensação da guta-percha e da técnica Thermafil. Utilizou-se da avaliação da infiltração apical e coronária, variando as técnicas de obturação e os cimentos. Os dentes foram

impermeabilizados e imersos em tinta Nanquim por 90 horas, após armazenagem por 1 dia, 1 semana, 2 semanas, 1 mês e 6 meses. Em seguida, as raízes foram clivadas longitudinalmente, e a extensão da infiltração de corante mensurada por meio de um estereomicroscópio. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa em relação à infiltração apical nos grupos obturados com o cimento AH26 e AH Plus, nem entre os dois grupos de cimento em qualquer período de observação. A infiltração coronária foi significativamente maior para o grupo do Thermafil, comparado à técnica híbrida em 1 dia, 1 semana e 2 semanas, tanto para o AH26 como para o AH Plus. A infiltração coronária foi maior somente para o grupo do Thermafil, comparado com a condensação lateral em 1 semana para o AH26 e para condensação lateral comparada com técnica híbrida em 1 semana para o AH Plus. Os autores concluíram que ambos os cimentos, quando utilizados com a mesma técnica de obturação, mostraram capacidade de selamento comparáveis em todos os períodos de avaliação e selamento coronário semelhantes em 1 e 6 meses.

Em 2004, CARVALHO¹⁶ avaliou o selamento apical proporcionado pelos cimentos AH Plus e EndoRez após diferentes tratamentos da dentina radicular: com EDTA-T, laser Nd:YAG e com laser de Diodo. Os resultados demonstraram existirem diferenças no selamento apical na dependência do tratamento dado às paredes, e que o cimento EndoRez apresentou maiores níveis de infiltração do que o cimento AH Plus quando as paredes dentinárias foram tratadas com laser.

HILÚ et al.³², em 2004, avaliaram a infiltração apical permitida pelos cimentos endodônticos AH26 e AH Plus. Sessenta e quatro dentes unirradiculados humanos extraídos, tiveram seus canais instrumentados por meio da técnica telescópica até o instrumento apical # 40. Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 30 cada, e obturados pela técnica da condensação lateral e

cones de guta-percha. Quatro dentes serviram como controles positivo e negativo. Após as manobras de impermeabilização da superfície externa, os dentes foram imersos em tinta Nanquim, e mantidos em estufa a 37°C e 100% de umidade por 96 horas. Em seguida, foram seccionados longitudinalmente, e a marcação da infiltração foi observada em microscópio óptico com aumento de 40X. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre a infiltração permitida pelo cimento AH26 e AH Plus.

Em 2004, SOUZA⁷⁷ comparou os níveis de infiltração apical determinados pelos corantes azul de metileno a 2% e Rhodamine B a 2% em canais radiculares obturados com cimentos endodônticos de diferentes composições químicas. Foi também determinada a capacidade seladora apical dos cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, EndoRez e um cimento experimental à base de polímero de mamona (Polifil) em cada solução corante. Foram utilizados 176 dentes humanos unirradiculados extraídos, que foram instrumentados pelo sistema K3 e obturados pela técnica da condensação lateral modificada utilizando-se um cone principal de conicidade 0,04mm e dois cones acessórios. As raízes foram divididas em grupos de acordo com o cimento obturador utilizado e estas novamente divididas em subgrupos de 14 dentes cada de acordo com a solução corante a ser utilizada como marcador da infiltração. Oito dentes foram utilizados como controles positivo e negativo. As raízes foram impermeabilizadas em toda superfície externa, com exceção do forame apical, e submetidas à infiltração nas duas soluções corantes, em ambiente a vácuo, por 24 horas. Verificou-se que os níveis de infiltração determinados pelas soluções corantes estão na dependência do cimento avaliado. A solução de azul de metileno a 2%, determinou nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex menores níveis de infiltração que os determinados pela

Rhodamine B nos mesmos cimentos. Os demais cimentos não apresentaram diferenças significativas nos níveis de infiltração apical determinados por ambas as soluções corantes. Em relação à capacidade seladora apical, o cimento EndoRez apresentou os maiores níveis de infiltração em ambas as soluções. Os cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus e Sealapex apresentaram resultados estatisticamente semelhantes quando utilizado o corante Rhodamine B e constituíram um grupo intermediário. O cimento experimental Polifil apresentou os melhores resultados em relação à capacidade seladora apical determinada pelo corante Rhodamine B.

Ainda em 2004, WU et al.⁹⁴, avaliaram o transporte de fluido ao longo de obturações realizadas pelas técnicas de condensação vertical da guta-percha na fase *Backfill*, quando diferentes cimentos foram utilizados ou quando não foi utilizado cimento. Quatro grupos de raízes de caninos unirradiculados humanos extraídos (vinte por grupo), tiveram seus canais instrumentados e obturados pela técnica da condensação vertical da guta-percha aquecida. A primeira fase da obturação (*Down-pack*) foi realizada por meio do aparelho *Touch'n Heat* e, então, a guta-percha foi condensada verticalmente. A fase *Backfill* foi realizada pelo sistema Obtura II. Nos primeiros três grupos, um dos três cimentos foi utilizado: Roeko Seal, Pulp Canal Sealer EWT e AH26. No quarto grupo não foi utilizado cimento. Após a obturação, os espécimes permaneceram armazenados por 15 dias em estufa a 37°C e 100% de umidade. A obturação da porção apical foi removida, e o transporte de fluido ao longo da porção obturada pela fase *Backfill* foi mensurada com pressão de 60Kpa (0,6atm) e expressa em µl/min. Os resultados mostraram diferença estatística significativa entre os quatro grupos. O grupo obturado sem cimento registrou o mais alto transporte de fluido. O grupo do cimento AH26 foi o único grupo que apresentou menos transporte de fluido que o grupo obturado sem cimento. O grupo do cimento

AH26 apresentou menos infiltração que o grupo do cimento Pulp Canal Sealer EWT, e sem diferença estatística para o grupo do cimento Roeko Seal. Os autores concluíram que a fase de obturação *Backfill* realizada com o cimento AH26 promoveu um melhor selamento que quando utilizado o cimento Pulp Canal Sealer EWT ou quando não foi utilizado cimento.

XU et al.⁹⁷, em 2005, introduziram um novo método quantitativo, utilizando glicose, para avaliação da infiltração endodôntica. Oitenta incisivos centrais superiores humanos extraídos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais de 20 espécimes cada e 2 grupos controle. As coroas dentais foram removidas, deixando as raízes com 15 mm de comprimento, que tiveram seus canais instrumentados e, então, obturados com cimentos endodônticos Pulp Canal Sealer, Sealapex e AH Plus pela técnica da condensação lateral da guta-percha. Os espécimes foram montados em um sistema que utiliza glicose para avaliação da infiltração permitida pelos cimentos obturadores. Na porção coronária dos espécimes, foi inserido 1 mol/L de solução de glicose, e esta foi forçada sobre pressão hidrostática de 15cmH₂O em direção à porção apical da raiz. A infiltração foi medida por meio da concentração de glicose presente no reservatório apical em 1, 2, 4, 7, 10, 15, 20 e 30 dias pelo método enzimático da glicose-oxidase. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os 3 grupos nos períodos de 1, 2, 4 e 7 dias. A partir do período de 10 dias, o grupo do cimento Pulp Canal Sealer apresentou a maior média de infiltração, e não houve diferença estatística significativa entre o cimento Sealapex e AH Plus. Os autores concluíram que o método quantitativo é sensível, não destrutivo e relevante clinicamente.

ZMENER; PAMEIJER; MACRI¹⁰⁰, em 2005, avaliaram a infiltração apical do cimento EndoREZ comparando com o cimento de Grossman. Utilizaram 45

dentos anteriores unirradiculados extraídos, que após instrumentação dos canais, foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de 15 espécimes cada. No grupo 1 os canais foram obturados pela técnica do cone único da guta-percha e cimento EndoREZ; no grupo 2 os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral e cimento EndoREZ e no grupo 3 os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral e cimento de Grossman (controle). Em seguida, os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade por 72 horas, e, então, imersos em solução corante de azul de metileno a 2% por 7 dias. Os resultados mostraram que as maiores infiltrações ocorreram no grupo obturado com o cimento de Grossman, apresentando diferença estatística em relação aos grupos obturados com o cimento EndoREZ.

Em 2005, BRANDÃO¹², em sua tese de doutorado, avaliou se o curativo de hidróxido de cálcio, realmente, apresenta alguma influência sobre o selamento de obturações de canais, realizadas com cimento de óxido de zinco e eugenol, utilizando-se de 2 metodologias. Foram utilizadas 70 raízes, que tiveram seus canais obturados pela técnica da condensação lateral com cimento de óxido de zinco e eugenol, após o uso ou não do curativo de hidróxido de cálcio. A infiltração marginal apical foi avaliada utilizando-se primeiramente o sistema de transporte de fluido e, posteriormente, os mesmos espécimes foram imersos em corante, sendo uma metade em Rhodamina B a 0,2% e, a outra, em azul de metileno a 0,5%. Os resultados obtidos mostraram que tanto com o sistema de transporte de fluido, como com a utilização da Rhodamina B, o curativo de hidróxido de cálcio não teve qualquer influência no selamento apical das obturações. Todavia, quando da marcação pelo azul de metileno, os resultados foram significantes, demonstrando haver interferência desse curativo, a qual tem sido relatada como que física e que,

provavelmente, melhoraria, o selamento das obturações. A observação desse resultado, isoladamente, poderia levar a supor da possibilidade dessa ocorrência. Contudo, considerando-se que apenas os resultados utilizando o azul de metileno mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, com e sem uso de curativo, o mais sensato é concluir que o hidróxido de cálcio, muito provavelmente, tenha apresentado interação química com o azul de metileno, o que deve ter promovido sua descoloração (pela ação da alcalinidade do hidróxido de cálcio) e resultando, portanto, em dados não confiáveis.

Ainda em 2005, MORAES⁵⁴ em seu trabalho de Livre-Docência, descreveu uma série de pesquisas realizadas durante 23 anos, com o intuito de desenvolver um cimento obturador de canais radiculares, baseando-se no cimento AH26. Várias formulações foram desenvolvidas, muitos testes foram realizados enfocando com maior profundidade as propriedades físico-químicas. Algumas descobertas interessantes foram feitas. Chegou-se finalmente, a um tipo de cimento, um misto epóxico e polímero de mamona, apresentado na forma pasta/pasta, porém, em duas versões; uma para ser utilizada em obturações de canais e outra no selamento de perfurações e em obturações retrógradas. Os testes, aos quais foram submetidos os cimentos, demonstraram que os mesmos são possuidores de boas propriedades físico-químicas, ombreando-se ou, até, superando alguns tipos de cimentos comerciais de uso rotineiro na Endodontia.

3 proposição

3 PROPOSIÇÃO

A revisão de literatura confirmou ser oportuna e viável a proposta de trabalho vislumbrada na introdução desta pesquisa. Assim, nos propomos a:

Avaliar *in vitro* a infiltração via coronária permitida por obturações realizadas com os cimentos AH26, AH Plus, EndoREZ e MBP (experimental) utilizando o método de filtração de fluido, aplicado em diferentes períodos de tempo (15, 30 e 60 dias) após a obturação dos canais radiculares.

4 material e métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

4.1.1 Cimento AH26[®] - (Dentsply DeTrey AG, Zurich, Suíça). Apresenta embalagem composta por um vidro contendo 8 gramas de pó e uma bisnaga contendo 10 gramas de resina. A sua fórmula apresenta a seguinte composição química:

Pó: Óxido de bismuto (60%); Hexametenotetramina (25%); Prata pulverizada (10%); Dióxido de titânio (5%)

Líquido: Éter de bisfenol A diglicidil

Para atingir a consistência desejada, utilizou-se a proporção pó/líquido de 2:1 em peso, conforme recomendado pelo fabricante. O cimento foi manipulado e espatulado com auxílio de uma espátula n°24.

4.1.2 Cimento AH Plus[®] - (Dentsply DeTrey, Kontanz, Alemanha). Apresenta embalagem composta por duas bisnagas contendo uma pasta base e uma catalisadora. A sua fórmula apresenta a seguinte composição química:

Pasta Epóxi: resinas epóxicas, tungstato de cálcio; óxido de zircônio; sílica; pigmentos de óxido de ferro

Pasta Amina: aminas; tungstato de cálcio; óxido de zircônio; sílica; óleo de silicone.

Foram proporcionadas quantidades iguais de pasta base e catalisadora sobre uma placa de vidro. As pastas foram manipuladas e espatuladas com auxílio de uma espátula nº24, até se obter uma pasta homogênea.

4.1.3 Cimento EndoREZ® - (Ultradent Products, Inc. South Jordain – Utah – USA)

Apresenta um tubo com duas seringas contendo as respectivas pasta base e catalisadora. A sua fórmula apresenta a seguinte composição química:

Pasta Base e Catalisadora	Uretano Dimetacrilato (UDMA)	30%
	Clorexidine	1%

Este cimento possui um kit especial para proporcionamento, manipulação e inserção do cimento no canal radicular. Apresenta um tubo com duas seringas contendo as respectivas pastas base e catalisadora. À ponta desta seringa é acoplado um pequeno tubo plástico denominado de “misturador”, por onde, quando acionado o êmbolo das seringas, emergem as pastas que automaticamente já se misturam no seu interior, saindo à ponta do “misturador”, prontas para o uso. Este cimento, pronto para o uso, foi colocado sobre uma placa de vidro, apresentando um aspecto satisfatório e homogêneo.

4.1.4 Cimento experimental MBP – cimento resinoso com hidróxido de cálcio,

desenvolvido na disciplina de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, pelo Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes. Apresenta

embalagem contendo dois frascos contendo uma pasta base e uma catalisadora. A sua fórmula apresenta a seguinte composição química:

Pasta Base: Hidróxido de cálcio; Subnitrato de Bismuto;
Resina epóxica tipo Bisfenol A.

Pasta Catalisadora: Sulfato de Bário; Subnitrato de Bismuto;
Endurecedor para resina epóxica; poliol de poliuretana vegetal de mamona.

A proporção utilizada no experimento foi de duas partes da pasta base para uma parte da pasta catalisadora, resultando em um cimento com consistência homogênea e satisfatória. As pastas foram manipuladas e espatuladas com auxílio de uma espátula nº24.

4.1.5 Disco diamantado dupla face (KG Sorensen Ind. e com. Ltda., Barueri, Brasil).

4.1.6 Limas tipo K 1° e 2° série (Maillefer, Baillanges, Suíça).

4.1.7 Brocas de Gates-Glidden nº 2 a 6 (Maillefer, Baillanges, Suíça).

4.1.8 Hipoclorito de sódio 2,5% (Myako do Brasil Ind. e com. Ltda., São Paulo, Brasil)

4.1.9 EDTA (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda., Ibiporã, Brasil)

4.1.10 Esmalte para unhas (Colorama Ceil Coml. Exp Ind. Ltda., São Paulo, Brasil)

4.1.11 Cones de papel absorvente (Dentsply Ind. e com. Ltda., Petrópolis, Brasil)

4.1.12 Cones principais de guta-percha nº50 (Dentsply Ind. e com. Ltda., Petrópolis, Brasil)

4.1.13 Espiral Lentullo nº4 (Maillefer, Baillanges, Suíça)

- 4.1.14** Cilindro de Oxigênio (White Martins, São Paulo, Brasil)
- 4.1.15** Câmara de Pressão (Millipore Corporation, Bedford, Massachussets, USA)
- 4.1.16** Sistema Capilar de Polietileno (CPL Medical's Produtos Médicos Ltda., São Paulo, Brasil)
- 4.1.17** Capilar de vidro Drummond Microcaps (Fischer Scientific Company, Pittsburgh, USA)
- 4.1.18** Micro-Seringa com êmbolo de pressão (BD Cornwall, New York, USA)
- 4.1.19** Agulha descartável 20 X 40 gauge 18 (BD Indústrias Cirúrgicas Ltda., Curitiba, Brasil)
- 4.1.20** Adesivo instantâneo Super Bonder (Loctite Henkel Ltda., Itapevi, Brasil)

4.2 MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP (Apêndice). Foram utilizados 64 dentes pré-molares inferiores humanos unirradiculados extraídos, com raízes completamente formadas. Esses dentes foram obtidos do acervo da disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo. Os dentes foram imersos em um frasco contendo hipoclorito de sódio 1% por 24 horas. Os tecidos moles e cálculos aderidos à raiz foram eliminados com auxílio de curetas periodontais. Os dentes foram lavados em água corrente para remoção da solução de hipoclorito de sódio e mantidos em solução de soro fisiológico até o momento da utilização.

As coroas dentárias foram removidas utilizando-se um disco diamantado dupla face em baixa rotação, padronizando o comprimento das raízes em 14mm. O canal radicular foi localizado por meio de uma lima K n°15 e, então, determinou-se o comprimento real da raiz. A padronização do forame foi realizada dilatando-se o canal em toda sua extensão até a lima tipo K n°25. Quando o diâmetro anatômico do forame apical apresentava-se maior que o da lima tipo K n°25, o dente era descartado. A instrumentação do canal foi realizada por meio da técnica escalonada regressiva, estabelecendo-se o degrau apical de instrumentação a 1 mm aquém da extensão total e tendo como instrumento de memória a lima tipo K n°50, realizando o escalonamento por meio das brocas de Gates-Glidden de n°2 a 6. Ao final, a lima tipo K n°25 foi introduzida no comprimento real da raiz para remoção das raspas de dentina oriundas do preparo biomecânico, promovendo assim, a limpeza do forame apical. Durante as manobras de instrumentação foi efetuada

irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%, cerca de 2 ml a cada troca de instrumento e ao final EDTA por 3 minutos e, então, finalizou-se a irrigação, novamente com hipoclorito de sódio. Após a instrumentação, os canais foram secos por pontas de papel absorvente de nº50 e, então, procedeu-se à impermeabilização da superfície externa da raiz com duas camadas de esmalte para unhas, à exceção de 1mm ao redor do forame apical. Concluída a impermeabilização dividiram-se os dentes em quatro grupos de 15 elementos cada, de acordo com o cimento obturador empregado.

- Grupo I: cimento AH26[®]
- Grupo II: cimento AH Plus[®]
- Grupo III: cimento EndoREZ[®]
- Grupo IV: cimento experimental MBP

Quatro espécimes formaram o grupo controle, sendo 2 deles usados como controle positivo, nos quais se procedeu à obturação dos canais com cones de guta-percha, sem cimento obturador e a impermeabilização das raízes. Os outros 2, foram usados como controle negativo, não foram obturados e receberam a impermeabilização completa das raízes, inclusive do forame apical.

Após a seleção do cone principal de guta-percha, de acordo com o diâmetro cirúrgico observado na instrumentação, efetuaram-se as manobras de obturação. Todos os canais radiculares foram obturados pela técnica do cone único da guta-percha, na qual se levou o cimento, antes, ao canal radicular com auxílio de uma espiral Lentullo nº4, acionada por 6 vezes e, então, introduziu-se o cone principal nº50, após a verificação do extravasamento do cimento, e, em seguida o

excesso de cimento obturador extravasado pelo forame apical foi removido por meio de uma gaze. O excesso dos cones de guta-percha foi cortado a 2mm abaixo da abertura cervical com auxílio de um calcador endodôntico aquecido, e a limpeza final foi efetuada utilizando-se bolinhas de algodão e álcool. Posteriormente, os dentes foram mantidos por 15 dias em estufa a 37°C e 100% de umidade para garantir o endurecimento dos cimentos obturadores.

Para a avaliação longitudinal da filtração de fluido, permitidas pelos cimentos obturadores, foram realizadas medições nos períodos experimentais de 15 dias, 30 dias e 60 dias após o período de endurecimento do cimento, utilizando sempre os mesmos espécimes. Todos os espécimes, preparados da maneira já descrita, permaneceram armazenados em estufa a 37°C e 100% de umidade durante todo período de realização do experimento.

4.2.1 Sistema de Medição da Filtração de fluido

O dispositivo utilizado para a realização das medições de filtração ou transporte de fluido consiste de um aparato complexo, formado por várias partes que se interligam formando um único sistema (Figura.1).

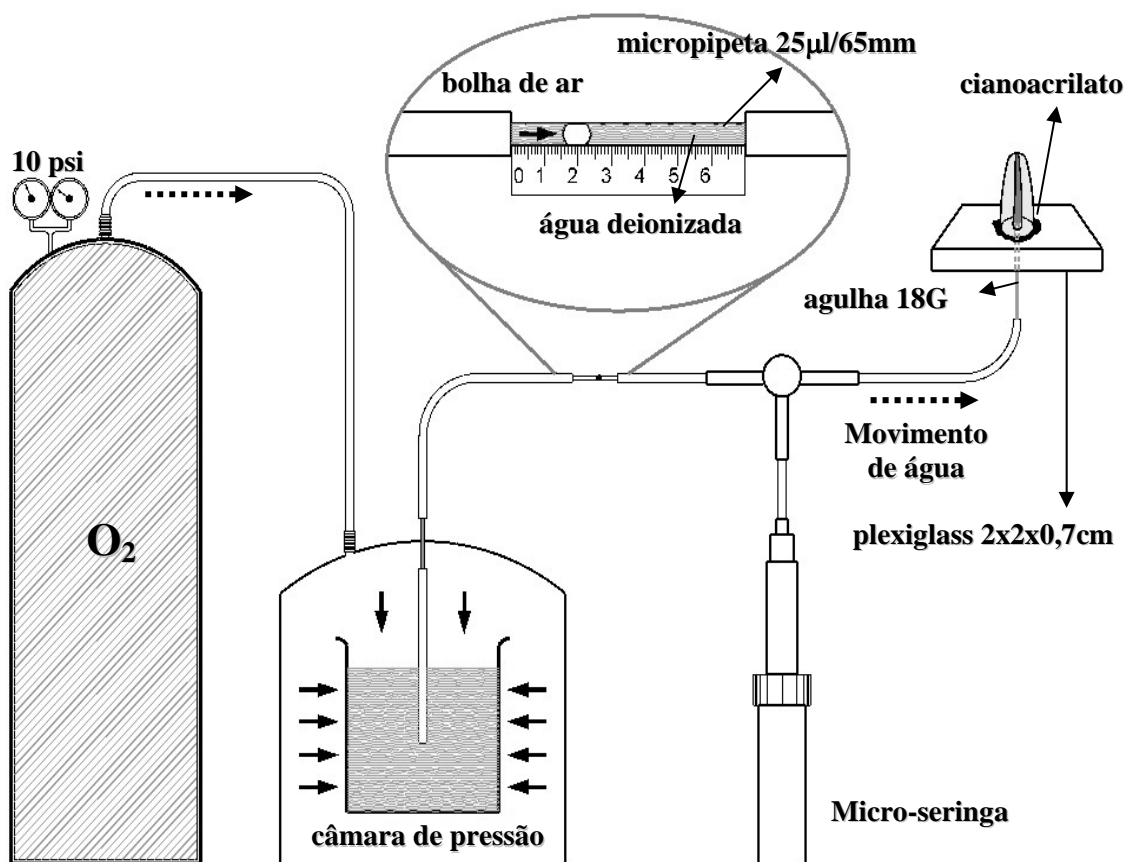


Figura 1 – Desenho esquemático do sistema para medição do transporte de fluido, com seus componentes: cilindro de oxigênio, câmara de pressão, micro-seringa e capilar de vidro com bolha de ar, dispositivo para adaptação dos espécimes

a) Cilindro de Oxigênio

O oxigênio utilizado para pressurização do sistema é acondicionado em um cilindro de metal, que possui uma válvula para liberação do oxigênio e dois manômetros: um para monitorar a pressão interna do cilindro e outro para determinar a pressão de trabalho, utilizada para forçar o líquido através de todo o circuito.

O sistema começa a funcionar quando a válvula é aberta e libera o oxigênio do cilindro. A partir daí, o manômetro é regulado para determinar a pressão de trabalho em 10 psi ou 703,1 cmH₂O, ou 68,94 Kpa ou ainda 0,68 atm. Essa pressão se manteve constante durante todo o experimento.

b) Sistema Capilar de Polietileno e Componentes para Leitura

O sistema de capilares funciona como elo entre a câmara de pressão e o aparato para adaptação dos espécimes, sendo que neste percurso, encontram-se os componentes responsáveis pela leitura da infiltração por transporte de fluido: o capilar de vidro (micropipeta), que possui 65 mm de comprimento e capacidade de 25µl, está justaposto a uma escala de medição em milímetros, a qual serve para medir o deslocamento do líquido numa fração de tempo, conforme a velocidade de transporte do fluido nas obturações dos canais radiculares.

O movimento da água deionizada era monitorado pelo deslocamento de uma bolha de ar, produzida pela micro-seringa, sobre uma régua milimetrada. A micro-seringa, acoplada a uma extensão do tubo capilar de polietileno situada entre o capilar de vidro e o espécime, é composta por um reservatório com água

deionizada e um cursor. Tem as funções de formar a bolha de ar e de posicioná-la adequadamente no capilar, ajustando-a na escala milimetrada, injetando ou retirando a quantidade apropriada de água.

O deslocamento linear da bolha de ar representava o deslocamento volumétrico de líquido por minuto ($\mu\text{l}/\text{min}$), através da obturação do canal radicular. Foram realizadas medidas da movimentação de fluido a cada 2 minutos em um intervalo de 8 minutos e, então, as médias foram calculadas. A qualidade do selamento de cada espécime foi avaliada em 15, 30 e 60 dias.

c) Câmara de Pressão

A câmara de pressão é ligada ao cilindro por meio de um tubo de polietileno para receber o oxigênio pressurizado. Possui em seu interior um reservatório para armazenar a água deionizada. Do interior do reservatório projeta-se um capilar de polietileno que, por meio de um dispositivo de acoplagem, comunica-se com o sistema capilar externo, destinado a conduzir a água deionizada sob a pressão do oxigênio. O volume de água deionizada era repostado periodicamente durante o procedimento de filtração. Na parte superior da câmara de pressão, existe uma válvula de segurança que permite a descompressão quando necessária. A câmara de pressão, sendo hermeticamente fechada, possibilitava uma pressão constante de 10 psi em de todo o sistema capilar abastecido com água deionizada.

d) Adaptação dos espécimes

O dispositivo utilizado para adaptação dos espécimes, representa a porção final do sistema de medição e fica conectado à câmara de pressão por meio dos capilares de polietileno. É formado por uma plataforma de acrílico (*plexiglass*) de dimensões de 2 X 2 X 0,7cm, na qual foi confeccionado um orifício central de diâmetro compatível com o de uma agulha gauge 18 de aço inoxidável. Após a remoção do bisel, esta agulha foi justaposta ao orifício e fixada com cola adesiva Super Bonder.

A porção coronária dos segmentos radiculares, centralizados com a abertura do tubo de aço inoxidável, foram fixados nas plataformas de acrílico com auxílio de uma fina camada da cola Super Bonder, tomando cuidado para que esta não penetrasse na região cervical da obturação, ou na luz da cânula, obstruindo uma possível leitura do espécime. Externamente, no nível da região cervical, os espécimes já impermeabilizados, foram também protegidos por outra camada de adesivo Super Bonder, afim de evitar qualquer comunicação de líquidos do sistema com o meio externo. Caso houvesse essa comunicação, haveria uma falsa leitura da filtração de fluido.

Durante a realização do experimento, os espécimes foram mantidos imersos em um recipiente contendo água deionizada, para prevenir a evaporação da água através da dentina radicular e a conseqüente absorção de água causada pelo ressecamento da dentina.

A pressão constante de 10 psi forçou a água deionizada a penetrar nas falhas da obturação dos canais radiculares, no sentido coroa-ápice, promovendo a leitura do índice de filtração de fluido.

4.2.2 Cálculo do índice de filtração de fluido

O deslocamento da bolha de ar foi diretamente proporcional à quantidade de filtração de fluido e foi medida em milímetros. Com todas as medições concluídas, tendo em mãos a distância percorrida pela bolha e o tempo gasto para tal, foram feitos os cálculos da filtração de fluido. Como o capilar utilizado para medir o índice de filtração (Q) tem o diâmetro constante, dividindo o volume do capilar (25µl) pelo seu comprimento (65 mm), obtém-se uma proporcionalidade constante, que relacionada com a distância percorrida pela bolha (x mm) e o tempo gasto para tal (y minutos), converte o deslocamento linear em volume deslocado. O índice de filtração de fluido na obturação é expresso em µl/min.

Isto é,

$$Q = \frac{25\mu\text{l} \cdot (x)\text{mm}}{65\text{mm} \cdot (y)\text{min}}$$

4.3 Análise estatística dos dados

Visando comparar se existia diferença estatística significativa entre os valores médios de filtração segundo diferentes cimentos e tempo, utilizou-se a análise de variância a dois critérios de classificação, modelo fatorial completo. Para aplicação de ANOVA testaram-se, inicialmente, os pressupostos de normalidade dos dados para cada um dos doze tratamentos e a homogeneidade de variância entre os tratamentos utilizando-se os testes de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Levene. Para comparações múltiplas entre os grupos utilizou-se o teste de Tukey HSD.

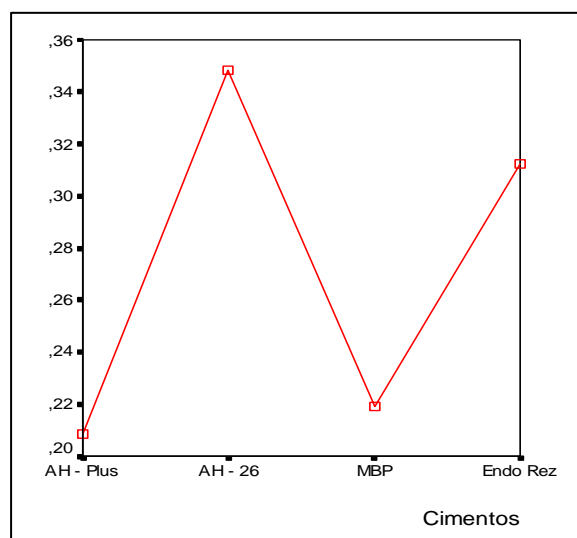
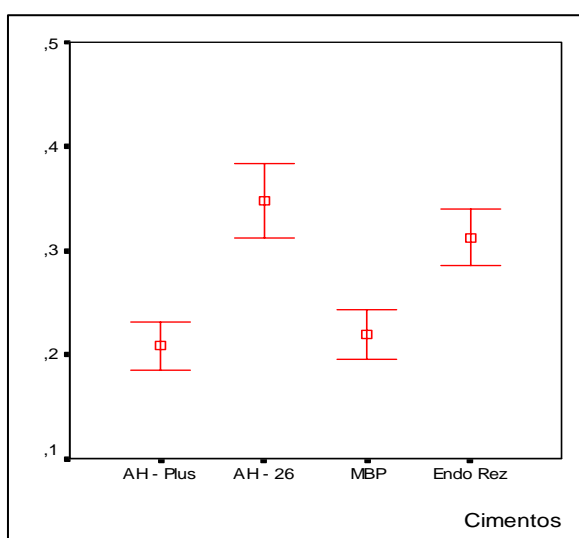
5 resultados

5 RESULTADOS

Os valores globais (média e desvio padrão) do índice de filtração de fluido, expressos em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes cimentos e os diferentes tempos, encontram-se descritos na Tabela 1 e Figuras 2 e 3 e Tabela 2 e Figuras 4 e 5, respectivamente. A Tabela 3 e as Figura 6 e 7 contêm os valores individuais (média e desvio padrão) do índice de filtração de fluido dos diferentes cimentos em diferentes tempos, expressos em $\mu\text{l}/\text{min}$.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes cimentos

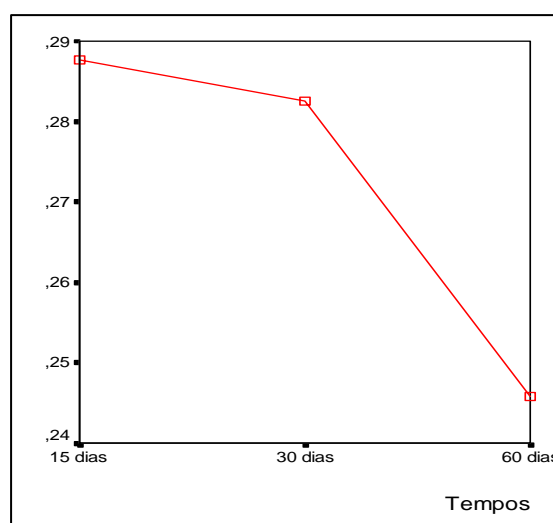
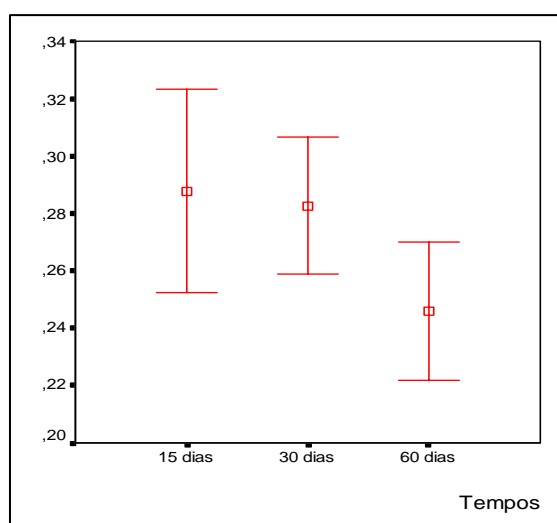
Cimentos	n	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio padrão
AH Plus	45	0,072	0,361	0,208	0,192	0,077
AH 26	45	0,168	0,577	0,348	0,337	0,119
MBP	45	0,096	0,385	0,219	0,216	0,079
EndoREZ	45	0,168	0,529	0,313	0,288	0,092



Figuras 2 e 3 – Representações gráficas das médias globais de filtração de fluido segundo os diferentes cimentos

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes tempos

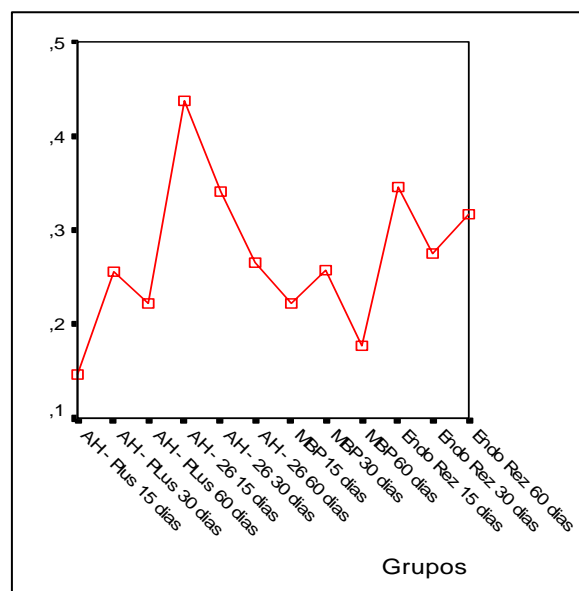
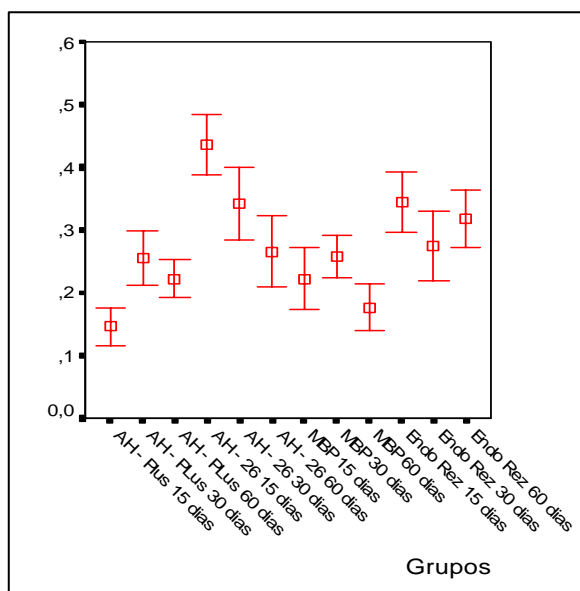
Tempo	n	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio padrão
15 dias	60	0,072	0,577	0,288	0,288	0,137
30 dias	60	0,144	0,529	0,283	0,264	0,092
60 dias	60	0,096	0,481	0,246	0,240	0,093



Figuras 4 e 5 - Representações gráficas das médias de filtração de fluido segundo os diferentes tempos

Tabela 3 - Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo cimentos e tempos

Cimento/Tempo	n	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio padrão
AH Plus/15 dias	15	0,072	0,288	0,146	0,120	0,053
AH Plus/30 dias	15	0,144	0,361	0,256	0,288	0,078
AH Plus/60 dias	15	0,144	0,337	0,223	0,192	0,056
AH26/15 dias	15	0,337	0,577	0,437	0,437	0,088
AH26/30 dias	15	0,216	0,529	0,342	0,337	0,105
AH26/60 dias	15	0,168	0,481	0,266	0,240	0,102
MBP/15 dias	15	0,120	0,361	0,223	0,240	0,089
MBP/30 dias	15	0,168	0,385	0,258	0,240	0,061
MBP/60 dias	15	0,096	0,288	0,177	0,177	0,067
EndoREZ/15 dias	15	0,240	0,481	0,345	0,313	0,086
EndoREZ/30 dias	15	0,168	0,529	0,275	0,264	0,100
EndoREZ/60 dias	15	0,168	0,481	0,318	0,337	0,081



Figuras 6 e 7 - Representações gráficas das médias de filtração de fluido segundo cimentos e tempos

Tabela 4 – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov

Grupos	Estatística	Graus de liberdade	Valor p
AH Plus 15 dias	0,23285387	15	0,0279
AH Plus 30 dias	0,19280068	15	0,1385
AH Plus 60 dias	0,24131774	15	0,0189
AH26 15 dias	0,20706935	15	0,0830
AH26 30 dias	0,16652033	15	0,2000
AH26 60 dias	0,16810004	15	0,2000
MBP 15 dias	0,15463094	15	0,2000
MBP 30 dias	0,21158922	15	0,0694
MBP 60 dias	0,15199256	15	0,2000
EndoREZ 15 dias	0,18034751	15	0,2000
EndoREZ 30 dias	0,19550721	15	0,1275
EndoREZ 60 dias	0,14354025	15	0,2000

Tabela 5 – Teste de homogeneidade de variância de Levene

Estatística de Levene	Graus de liberdade 1	Graus de liberdade 2	Valor p
1,57628278	11	168	0,10975

Na Tabela 4 realizou-se a aplicação do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, mostrando que os grupos experimentais apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$), com exceção dos grupos do cimento AH Plus aos 15 e 60 dias ($p < 0,05$). Entretanto, analisando a Tabela 5, o teste de homogeneidade de Levene mostrou que os grupos são homogêneos ($p > 0,05$), razão pela qual optou-se pela utilização da técnica paramétrica de análise de variância para comparar se existia diferença estatística entre os valores médios de filtração, segundo os diferentes cimentos.

Tabela 6 – Análise de variância a dois critérios (Cimento X Tempo)

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Estatística F	Valor p
Cimento	0,643031413	3	0,214344	31,69501	0,00000
Tempo	0,062490424	2	0,031245	4,620228	0,01114
Cimento X Tempo	0,339459857	6	0,056577	8,365986	0,00000

A análise de variância apresentada na Tabela 6 mostrou existir diferenças entre os valores médios de filtração, tanto para cimento, quanto, para o fator tempo, existindo, ainda, interação entre os fatores ($p < 0,05$).

Tabela 7 – Teste de Tukey HSD para comparações múltiplas entre os cimentos

Cimento	Cimento	Valor p	Intervalo de confiança 95%	
			Limite inferior	Limite superior
AH Plus	AH26	0,0000	-0,18475	-0,09477291
	MBP	0,9277	-0,05562	0,034351024
	EndoREZ	0,0000	-0,14907	-0,05909769
AH26	AH Plus	0,0000	0,094773	0,18474846
	MBP	0,0000	0,084136	0,174111708
	EndoREZ	0,1714	-0,00931	0,08066299
MBP	AH Plus	0,9277	-0,03435	0,055624528
	AH26	0,0000	-0,17411	-0,08413616
	EndoREZ	0,0000	-0,13844	-0,04846094
EndoREZ	AH Plus	0,0000	0,059098	0,149073246
	AH26	0,1714	-0,08066	0,009312562
	MBP	0,0000	0,048461	0,138436494

Significante para $p < 0,05$

A aplicação do teste de Tukey HSD para variável cimento, mostrou que os cimentos AH Plus e MBP comportaram-se estatisticamente, iguais e se diferiram dos cimentos AH26 e EndoREZ, que por sua vez, tiveram o mesmo comportamento ($p < 0,05$).

Tabela 8 – Teste de Tukey HSD para comparações múltiplas entre os tempos

Tempo	Tempo	Valor p	Intervalo de confiança 95%	
			Limite inferior	Limite superior
15 dias	30 dias	0,9390	-0,03043	0,040577145
	60 dias	0,0164	0,006314	0,077320735
30 dias	15 dias	0,9390	-0,04058	0,030429709
	60 dias	0,0407	0,00124	0,072247017
60 dias	15 dias	0,0164	-0,07732	-0,00631388
	30 dias	0,0407	-0,07225	-0,00124016

Significante para $p < 0,05$

Com relação ao fator tempo, o teste de Tukey HSD, em relação aos períodos de 15 e 30 dias, não acusou diferença estatisticamente significativa, contudo, quanto ao período de 60 dias houve uma redução estatisticamente significativa e diferente.

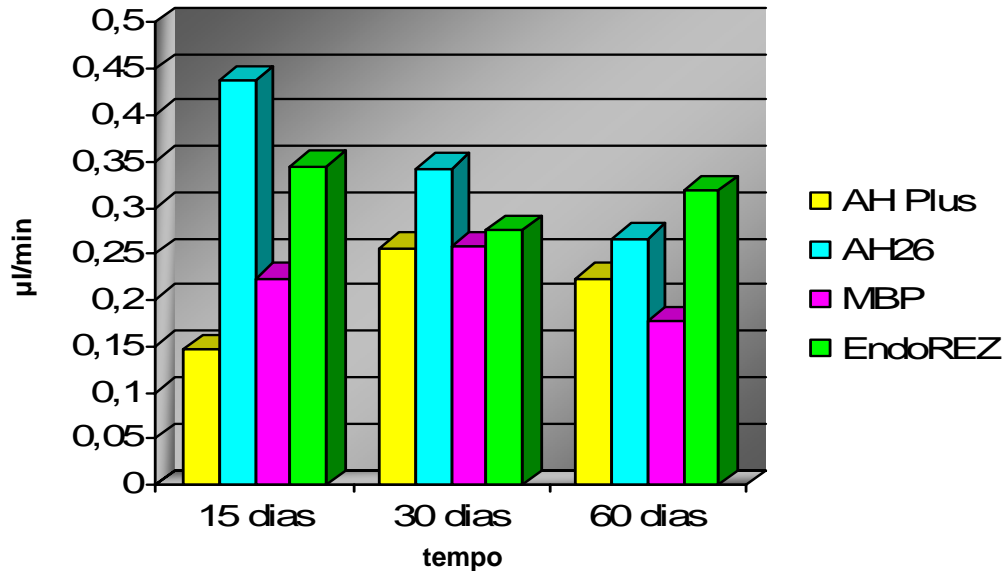
A interação entre cimento e tempo (Tabela 9 e Figura 8), totalizando doze tratamentos, foi realizada pelo teste de Tukey HSD que mostrou que o cimento AH Plus, aos 15 dias, diferiu dele mesmo aos 30 dias, dos cimentos AH26 e Endo REZ nos três períodos (15, 30 e 60 dias) e do cimento MBP aos 30 dias. O cimento AH26 aos 15 dias diferiu dele próprio aos 60 dias, do cimento MBP nos três tempos (15, 30, e 60 dias) e do cimento EndoREZ aos 30 e 60 dias. O cimento MBP diferiu do cimento EndoREZ aos 15 dias.

Tabela 9 – Teste de Tukey HSD para interação entre cimentos e tempos

Grupos/média	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
AH Plus	0,146	0,256	0,223	0,437	0,342	0,266	0,223	0,257	0,177	0,345	0,275	0,318
15 dias {1}		0,0129	0,3099	0,0000	0,0000	0,0038	0,3086	0,0112	0,9973	0,0000	0,0011	0,0000
AH Plus												
30 dias {2}	0,0129		0,9937	0,0000	0,1649	1,0000	0,9938	1,0000	0,2518	0,1233	1,0000	0,6653
AH Plus												
60 dias {3}	0,3099	0,9937		0,0000	0,0043	0,9547	1,0000	0,9917	0,9335	0,0027	0,8544	0,0684
AH26												
15 dias {4}	0,0000	0,0000	0,0000		0,0675	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0937	0,0000	0,0042
AH26												
30 dias {5}	0,0000	0,1649	0,0043	0,0675		0,3304	0,0044	0,1804	0,0000	1,0000	0,5283	0,9997
AH26												
60 dias {6}	0,0038	1,0000	0,9547	0,0000	0,3304		0,9551	1,0000	0,1170	0,2626	1,0000	0,8597
MBP												
15 dias {7}	0,3086	0,9938	1,0000	0,0000	0,0044	0,9551		0,9918	0,9329	0,0027	0,8555	0,0688
MBP												
30 dias {8}	0,0112	1,0000	0,9917	0,0000	0,1804	1,0000	0,9918		0,2322	0,1359	1,0000	0,6916
MBP												
60 dias {9}	0,9973	0,2518	0,9335	0,0000	0,0000	0,1170	0,9329	0,2322		0,0000	0,0517	0,0002
EndoREZ												
15 dias {10}	0,0000	0,1233	0,0027	0,0937	1,0000	0,2626	0,0027	0,1359	0,0000		0,4448	0,9990
EndoREZ												
30 dias {11}	0,0011	1,0000	0,8544	0,0000	0,5283	1,0000	0,8555	1,0000	0,0517	0,4448		0,9571
EndoREZ												
60 dias {12}	0,0000	0,6653	0,0684	0,0042	0,9997	0,8597	0,0688	0,6916	0,0002	0,9990	0,9571	

Significante para $p < 0,05$

NOTA: valores em vermelho indicam diferença estatística significativa entre as médias de filtração dos tratamentos estatísticos

Figura 8 – Representação gráfica da interação entre cimentos e tempos

Avaliando a interação gráfica entre cimento e tempo, observa-se que o cimento AH Plus aos 15 dias produziu a menor média de filtração de fluido (0,146) contra 0,437 do AH26, 0,223 do MBP e 0,345 do EndoREZ. Em relação às demais combinações de cimentos e tempos, observa-se que aos 30 dias o cimento AH Plus (0,256) praticamente empatou com o cimento MBP (0,258), com ligeira vantagem em relação ao EndoREZ (0,264) e maior quanto ao AH26 (0,337). Aos 60 dias a vantagem foi para o cimento MBP (0,177), em relação a todos os cimentos, sendo pequena para o AH Plus (0,223), razoável para o AH26 (0,266) e maior, em relação ao cimento EndoREZ.

6 discussão

6 DISCUSSÃO

A variedade de cimentos disponíveis no mercado para a obturação dos canais radiculares é muito grande, mas a procura pelo material ideal sempre foi e continua sendo muito intensa. O mesmo deve apresentar boas propriedades físico-químicas sem deixar de lado a importância das propriedades biológicas. A cada propriedade melhorada de um material parece surgir uma nova propriedade ou dúvidas a respeito de uma já existente. Essa procura interminável é que motiva e mantém vivo o espírito pesquisador.

A capacidade de selamento proporcionada pelos cimentos e, neste caso, com os de base resinosa exerce influência na qualidade e no prognóstico do tratamento dos canais radiculares e, por isso, é sempre conveniente avaliar, sob uma nova proposta metodológica, materiais recentes, experimentais e aqueles já consagrados.

6.1 Discussão da metodologia empregada

Para realização do presente estudo, optou-se pela utilização de dentes humanos extraídos em vista da melhor simulação das condições clínicas em que é realizado o tratamento endodôntico. A utilização de dentes extraídos é amplamente difundida e aceita nos estudos de infiltração, no entanto, apresenta uma série de variáveis.

A opção por dentes unirradiculados, com único canal e formas anatômicas semelhantes, entre si, permitiu uniformizar as condições do preparo dos

canais radiculares, seguindo as recomendações de WU; WESSELINK⁹⁵ (1993), uma vez que essas variáveis podem influenciar nos resultados.

O armazenamento dos dentes em solução aquosa de formol 10%, visou à fixação e estabilidade da matéria orgânica, evitando sua putrefação e mantendo-os hidratados até o momento do uso. (DE MOOR; DE BRUYNE²², DE MOOR; HOMMEZ²³, GEORGOPOULOU et al.³¹, KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴⁰, SILVA NETO; MORAES⁷⁶, SOUZA⁷⁷, WU; FAN; WESSELINK⁹⁰).

Muitos autores, pesquisando sobre infiltração em obturações de canais radiculares, utilizaram-se de pré-molares inferiores, dentre eles (WU; KAŠT'ÁKOVÁ; WESSELINK⁹¹, TIMPAWAT; VONGSAVAN; MESSER⁷⁸, WU; TIGOS; WESSELINK⁹³, KARDON et al.³⁶). Entretanto, GEORGOPOULOU et al.³¹, KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴⁰, LUCENA-MARTIN et al.⁴⁵, CAMPS; PASHLEY¹⁵, ECONOMIDES et al.²⁷, DE MOOR; DE BRUYNE²² e SOUZA⁷⁷, em seus trabalhos, utilizaram dentes unirradiculados, não especificando qual grupo dentário foi utilizado. Já, WU et al.⁸⁹ e WU; WESSELINK; BOERSMA⁹⁶ optaram pela utilização de corpos-de-prova cilíndricos confeccionados a partir de dentes bovinos.

WU; WESSELINK⁹⁵ lembraram que a padronização do comprimento e anatomia das raízes e do diâmetro do forame são variáveis importantes que devem ser controladas. De acordo com WU et al.⁸⁶, usualmente os espécimes em uma pesquisa, devem apresentar comprimentos semelhantes. Desta maneira, a extensão média dos espaços ao longo das obturações radiculares não deve variar.

Em vista do exposto acima, as coroas dentárias foram eliminadas com o objetivo de padronizar o comprimento dos canais radiculares em 14 mm (MILETIĆ et al.⁵¹, WU; TIGOS; WESSELINK⁹³, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, ECONOMIDES et al.²⁷, WU et al.⁹⁴, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹) e possibilitar a adaptação

das raízes ao sistema de avaliação da infiltração (POMMEL; CAMPS⁶², POMMEL et al.⁶¹, CAMPS; PASHLEY¹⁵, OZTURK; ÖZER; BELLI⁵⁸).

A padronização do forame visou manter a mesma abertura apical para todos os espécimes, proporcionando, assim, uma mesma condição para todos eles, evitando uma fonte de variação que poderia favorecer oscilações nos resultados. Foi realizada por meio da passagem de uma lima tipo K n° 25 (WU et al.⁸⁷, DUARTE²⁶, WU; TIGOS; WESSELINK⁹³, SOUZA⁷⁷, ECONOMIDES et al.²⁷) pelo forame apical. Devido às características anatômicas de cada raiz, quando este procedimento não era possível de ser realizado diretamente com lima n° 25, realizava-se ligeira instrumentação do segmento até o forame, desde uma lima tipo K n° 10 até a lima tipo K n° 25. Aqueles espécimes que possuísem forames maiores, foram prontamente descartados.

Foi utilizada a técnica de instrumentação escalonada regressiva, mantendo como instrumento de memória a lima tipo K n° 50, e o escalonamento por meio das brocas de Gates-Glidden de n° 2 a 6, conforme já utilizada por outros autores^{51, 78, 87, 91, 93}.

Durante a etapa da instrumentação, o hipoclorito de sódio tem sido empregado pela grande maioria dos pesquisadores, nas concentrações de 2% (WU et al.⁸⁷, WU; DEGEE; WESSELINK⁸⁸, WU; FAN; WESSELINK⁹⁰), de 2,5% (FOGEL³⁰, CAMPS; PASHLEY¹⁵, HILÚ et al.³², DE MOOR; DE BRUYNE²²) e de 5,25% (BACHICHA et al.⁸, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, KARDON et al.³⁶, KONT ÇOBANKARA; ADENIR; BELLI³⁹). Nesta pesquisa optou-se pela utilização do hipoclorito de sódio a 2,5% por ser esta uma solução de fácil manipulação, além de ajudar na lubrificação do canal radicular durante a instrumentação e permitir que as

raspas de dentina ou detritos fiquem suspensas no líquido irrigante, facilitando sua remoção⁷⁷.

Ao final do preparo dos canais radiculares, foi utilizado o EDTA por 3 minutos para remoção da camada residual produzida pela instrumentação^{26, 27, 36, 53}, seguido da irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%. A camada residual ou *smear layer* é constituída por componentes orgânicos (bactérias, restos pulpares) e inorgânicos. Assim, essa camada pode atuar como uma barreira física, interferindo na adesão e penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, aumentando a interface entre o cimento obturador e a dentina radicular (MCCOMB; SMITH⁴⁸, SEVIMAY; DALAT⁷³, TIMPAWAT; VONGSAVAN; MESSER⁷⁸).

Atualmente, tem havido muito interesse no possível efeito da *smear layer* na infiltração dos cimentos endodônticos. Entretanto, ainda não existe consenso sobre a sua real influência sobre o selamento efetivo do sistema de canais radiculares. (KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹) Alguns pesquisadores afirmam que a presença ou a ausência da *smear layer* não tem efeito significativo no selamento de obturações de canais radiculares (MADISON; KRELL⁴⁶, EVANS; SIMON²⁹, ECONOMIDES et al.²⁸, TIMPAWAT; VONGSAVAN; MESSER⁷⁸), ao passo que outros como MORAES⁵³, CERGNEUX et al.¹⁷, SEVIMAY; DALAT⁷³ e KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹ afirmam que a remoção produz um efeito positivo no selamento, pois possibilita que o cimento penetre nos túbulos dentinários, promovendo uma melhor adaptação dos materiais obturadores às paredes dos canais radiculares.

Após a instrumentação procedeu-se à impermeabilização da superfície externa das raízes com duas camadas de esmalte para unhas^{26, 88, 91, 99} para, então,

se realizar a obturação. Já ALMEIDA et al.⁴ e SOUZA⁷⁷ efetuaram a obturação para, então, impermeabilizar os espécimes.

No que diz respeito à técnica de obturação empregada, utilizamos a do cone único, onde o cimento foi levado antes com Lentullo para o interior do canal, para, então, se assentar o cone principal, seguindo metodologia descrita em outros trabalhos^{26, 36, 92}.

Apesar de na clínica, a técnica mais empregada ser a condensação lateral e também a mais utilizada em trabalhos de infiltração WU et al.⁸⁷, WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁸, ZMENER et al.⁹⁹, MILETIĆ et al.⁵⁰, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, POMMEL et al.⁶¹, CAMPS; PASHLEY¹⁵, ECONOMIDES et al.²⁷, XU et al.⁹⁷, alguns estudos ANTONOPOULOS; ATTIN; HELLWIG⁷, DALAT; SPANGBERG¹⁹; WU; ÖZOK; WESSELINK⁹² não têm demonstrado diferenças entre as técnicas, além disso, a intenção do presente trabalho foi testar o cimento obturador e, quando se realiza a condensação lateral ou outra técnica obturadora ativa, algumas fontes de variação podem influenciar; como a melhor familiarização do operador com determinada técnica realizando obturações mais confiáveis com a mesma. Outro fator que pode influenciar, diz respeito ao número de cones acessórios a ser introduzido no canal que pode variar de dente para dente, influenciando diretamente na capacidade seladora (WU; WESSELINK⁸⁷). Em vista do exposto, e seguindo as recomendações propostas por DUARTE²⁶, foi feita a opção pela técnica do cone único, esperando, assim, que o cimento possa desempenhar sua real capacidade seladora, sem a ajuda da técnica obturadora.

Ao final dos procedimentos de obturação, foi observado, em todos os espécimes, o extravasamento de cimento, através do forame apical. É importante

salientar, que o objetivo do extravasamento visou o preenchimento completo do forame apical com o cimento obturador testado.

Baseado no trabalho de WU; ÖZOK; WESSELINK⁹², o cimento obturador foi distribuído em quantidade semelhante no interior dos canais radiculares por meio da utilização de uma espiral Lentullo n°4, acionada por 6 vezes. Com auxílio de uma gaze, o excesso de cimento extravasado foi removido do ápice radicular. Este procedimento, segundo SOUZA⁷⁷, tem sido pobremente discutido na literatura, e é de fundamental importância no estudo de infiltração, uma vez que quando o extravasamento de cimento não é controlado, ele pode ou não ocorrer, conduzindo a mais uma variável na pesquisa.

Os espécimes, já obturados, foram fixados em sua porção cervical, com cianoacrilato (Super Bonder) em uma plataforma de acrílico (*plexiglass*) de dimensões de 2 X 2 X 0,7cm, conforme metodologia empregada em trabalhos de ANDERSON; POWELL; PASHLEY^{5, 6}, KING et al.³⁷, TURNER et al.⁸², FOGEL³⁰, BACHICHA et al.⁸ e OZTURK; ÖZER; BELLİ⁵⁸.

Embora exista diferença no tempo de presa dos cimentos resinosos estudados, o período de armazenamento dos espécimes, para a realização da primeira avaliação, em estufa a 37°C e 100% de umidade, é controverso e varia nos estudos de infiltração desde o período de 24 horas^{15, 61, 62, 63}, 48 horas^{78, 99}, 96 horas³², 7 dias^{27, 31, 36, 38, 88, 92} e mais recentemente 15 dias^{51, 86, 91, 93, 94}. Em nosso estudo optamos pelo período de 15 dias, a fim de garantir a presa completa dos cimentos, antes de realizarmos a primeira mensuração. Essa discordância no tempo de espera antes da primeira avaliação é uma variável que poderia influenciar nos resultados. No entanto, MILETIĆ et al.⁵¹ e WU et al.^{86, 94} observaram não haver diferença na quantidade de infiltração observada em 7 ou 15 dias.

A preocupação em testar a capacidade seladora de materiais obturadores, fez com que muitas metodologias fossem desenvolvidas. Entretanto, segundo WU; WESSELINK⁹⁵, um método aceito universalmente para avaliação da infiltração não existe.

Muitos trabalhos de infiltração produzem resultados semi-quantitativos⁹⁵. Os mais populares são os métodos de medição linear de um marcador (corantes ou radioisótopos). O uso de radioisótopos e a obtenção de autoradiografias, utilizada por (DOW; INGLE²⁵, MORAES⁵³) apresentavam alguns fatores que influenciavam na medição, como a qualidade da auto radiografia. A qualidade da auto radiografia depende de uma série de fatores, como a média de radiação, tamanho dos grânulos da emulsão, método de processamento e concentração do radioisótopo²⁶.

A infiltração, seja apical ou coronária, pode ser avaliada por meio da penetração de corantes. Os corantes mais utilizados têm sido a tinta Nankin (ANTONOPOULOS; ATTIN; HELLWIG⁷, DE MOOR, DE BRUYNE²², DE MOOR; HOMMEZ²³, HILÚ et al.³², LUCENA-MARTIN et al.⁴⁵), Rhodamine B (MORAES⁵³, ANTONOPOULOS; ATTIN; HELLWIG⁷, SILVA NETO; MORAES⁷⁶, SOUZA⁷⁷, TREVISAN et al.⁸⁰) porém, o mais empregado é o azul de metileno (MORAES⁵⁵, LEAL et al.⁴², WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁸, ALMEIDA et al.⁴, ZMENER et al.⁹⁹, BRANDÃO¹³, DUARTE²⁶, POMMEL; JACQUOT; CAMPS⁶³, CAMPS; PASHLEY¹⁵, SOUZA⁷⁷).

Segundo DUARTE²⁶, a infiltração pode ser quantificada após o seccionamento dental^{13, 74, 77}, clareação dos dentes^{7, 29, 47} ou volumetricamente^{28, 63}. Porém, para a realização da clareação, só é possível se o corante for a tinta Nankin ou o Verde da Prússia, pois, outro corante seria removido no processo de

desmineralização das raízes. Por esse motivo, o método de medição volumétrica do corante através de espectrofotômetro, é também utilizado na mensuração da infiltração¹⁵.

Alguns autores como KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴⁰, WU; KONTAKIOTIS; WESSELINK⁸⁵ e MORAES et al.⁵² têm demonstrado que o azul de metileno é incompatível com substâncias alcalinas, podendo sofrer processo de descoloração quando em contato com as mesmas. Por essa razão, SOUZA⁷⁷, avaliou a influência de corantes como o azul de metileno e a Rhodamine B na determinação da capacidade seladora de diferentes cimentos endodônticos, contendo ou não substâncias alcalinas. Concluiu, que as soluções corantes empregadas, determinaram níveis de infiltração diferentes em função dos cimentos endodônticos avaliados, confirmando as possíveis hipóteses já citadas.

WU; WESSELINK⁹⁵ fizeram uma revisão de 34 estudos realizados entre 1980 e 1990 sobre a penetração linear de corante após obturações de canais radiculares. Ao comparar os resultados das pesquisas, observaram uma grande variação nas metodologias como: experiência profissional, extensão da área de exposição do corante, diferenças de técnicas experimentais, presença de bolhas e ar aprisionado e o tipo de marcador utilizado. Além disso, o espécime deve ser seccionado para ser avaliado, e a infiltração medida na superfície de corte, acarretando a destruição dos mesmos e impedindo a realização de estudos longitudinais.

Outra metodologia empregada é a infiltração bacteriana⁸⁷. Consiste na utilização de microrganismos que são colocados na porção coronária, ficando a porção apical imersa em um meio de crescimento específico e quando esse turvar, significa que o microorganismo penetrou em toda extensão obturada. Porém,

segundo DUARTE²⁶, na avaliação pela turvação do meio, se determina apenas quantos dias se leva para ocorrer a penetração bacteriana em toda extensão do canal, além do que não há necessidade de que o microorganismo infiltre em toda extensão para agredir o organismo, visto que, eles podem liberar produtos com tamanhos menores que vão atingir pontos distantes e promover agressão.

Os elevados números de variáveis relatados nos resultados de estudos semi-quantitativos conduziram alguns autores como WU et al.⁸⁷, WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁸, ECONOMIDES et al.^{27, 28}, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, POMMEL et al.⁶¹, CAMPS; PASHLEY¹⁵ a utilizarem metodologias quantitativas na avaliação da infiltração em obturações de canais radiculares. Conforme afirmação de WU; WESSELINK⁹⁵, seria mais relevante conhecer o volume de fluido que penetra através de uma obturação de canal radicular, que medir o comprimento de um espaço em um canal obturado.

O método eletroquímico é um método baseado na difusão de íons através dos espaços presentes na obturação e apresenta a vantagem de uma rápida avaliação quantitativa da infiltração apical, permitindo o estudo da infiltração em períodos contínuos de tempo (ECONOMIDES et al.²⁸, POMMEL; JACQUOT; CAMPS⁶³). Porém, os resultados obtidos com esse método, dependem das leis elétricas e da utilização de um aparato especial para sua execução.

Recentemente, XU et al.⁹⁷ descreveram a utilização de uma nova metodologia quantitativa para se avaliar a infiltração endodôntica. O sistema força, por meio de pressão hidrostática, uma solução de glicose inserida na porção coronária, a atravessar as possíveis falhas presentes na obturação do canal radicular. A infiltração é medida por meio da concentração de glicose presente no reservatório apical em diversos períodos de tempo.

Uma linha de pesquisa abriu-se, em 1986, quando DERKSON; PASHLEY; DERKSON²⁴ utilizaram um sistema para avaliar a eficiência do selamento de materiais restauradores, por meio da quantificação da permeabilidade dentinária. Esta permeabilidade, era expressa pela mensuração da quantidade de fluido que penetrava na área estudada por unidade de tempo e medida pelo progresso de uma pequena bolha de ar no interior de um tubo capilar, sobre uma escala milimetrada. Há necessidade também de um tubo de polietileno e uma microseringa para ajustar a posição da bolha de ar no capilar, um cronômetro e um reservatório pressurizado.

WU et al.⁸⁷ propuseram algumas alterações no desenho do dispositivo, adaptando-o para uso endodôntico. Desde então, inúmeros autores^{27, 31, 50, 51, 88} têm se utilizado dessa metodologia para estudos de infiltração, pois, encontraram vantagens como o registro do volume da infiltração, a precisão dos resultados, a preservação dos espécimes, possibilidade de realização de avaliações longitudinais, além de ser facilmente reproduzível.

POMMEL; CAMPS⁶² afirmaram que devido a grande variação existente entre os protocolos das pesquisas publicadas com o método de filtração de fluido, os resultados nem sempre podem ser comparados. Observaram também, que existem alguns parâmetros que podem alterar os resultados, como o diâmetro do tubo capilar ou micropipeta que contém a bolha, o comprimento deste capilar, o tempo de medição e a pressão aplicada.

Temos que ressaltar que na análise da capacidade seladora pode-se constatar que as metodologias e as condições experimentais oscilam muito, acarretando numa dificuldade de interpretação e confronto dos resultados entre os autores, sendo tal fato atribuído a não normatização dessa avaliação. (PASHLEY⁵⁹)

A variedade de metodologias e seus parâmetros de avaliação representam as principais razões para essas discordâncias.

A falta de correlação existente entre métodos de avaliação de infiltração foi estudada e confirmada por POMMEL; JACQUOT; CAMPS⁶³. Os autores questionam ainda: Podemos confiar em pesquisas quando os resultados dos testes dependem diretamente do método empregado?

Como o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento dos cimentos resinosos, em diversos períodos de tempo, optamos pela avaliação da infiltração sob apenas um método, sendo utilizado o método de filtração ou transporte de fluido, visto que atualmente, este método, além de preservar os espécimes e ser altamente reproduzível, tem tido maior aceitação perante a comunidade científica. A metodologia empregada no presente trabalho foi baseada nos estudos realizados por ANDERSON; POWELL; PASHLEY^{5, 6}, BOBOTIS et al.¹¹, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹ e OZTURK; ÖZER; BELLI⁵⁸.

No que diz respeito ao dispositivo utilizado para a medição da infiltração, deve-se ressaltar que o processo de filtração, a que os espécimes foram submetidos, requer a utilização de uma pressão determinada para a movimentação do sistema e posterior mensuração da infiltração. O líquido sob pressão movimenta uma microbolha situada na micropipeta durante um determinado espaço de tempo. Como o dispositivo apresenta seus componentes interligados, o deslocamento linear realizado pela microbolha é convertido em deslocamento de volume no interior da obturação dos canais radiculares. Conforme postulado por REEDER et al.⁶⁵, os capilares de vidro (micropipetas) têm diâmetro constante, dividindo-se o volume do capilar por seu comprimento, tem-se uma proporcionalidade constante capaz de

converter o deslocamento linear em volume linear. O capilar utilizado no presente trabalho foi o de 25 μ l e 65 mm, o mesmo utilizado por FOGEL³⁰, SANTIAGO⁶⁸, SEGALA⁷², KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹; ÖZTURK; ÖZER; BELLI⁵⁸. Segundo SEGALA⁷², em um capilar de 25 μ l, 1 mm de deslocamento da bolha equivale a um volume de 0,38 μ l. Resultados diferentes e incomparáveis serão obtidos se um capilar com volume de 20 μ l e 170 mm de comprimento for utilizado, como proposto na metodologia utilizada em 1993, por WU e seus colaboradores⁸⁸.

Nesse estudo, a pressão aplicada de 10 psi ou 703,1cmH₂O é muito superior às pressões fisiológicas, mas, como justificam MERCHANT; LIVINGSTON; PASHLEY⁴⁹ e RICHARDSON; TAO; PASHLEY⁶⁶, é uma pressão utilizada por conveniência, proporcionando suficiente movimentação de líquido para uma medição precisa em poucos minutos. Outros pesquisadores como GEORGOPOULOU et al.³¹ (1995), SANTIAGO⁶⁸, SEGALA⁷² e WU et al.^{86, 94} também aplicaram a mesma pressão de 10 psi.

Diversos valores de pressão foram encontrados na literatura variando de 1,5 psi (WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁸), 3 psi (WU; TIGOS; WESSELINK⁹³, KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹, ECONOMIDES et al.²⁷, ÖZTURK; ÖZER; BELLI⁵⁸), 15 psi (FOGEL³⁰, KARDON et al.³⁶) a 20 psi (ANDERSON; POWELL; PASHLEY⁶, TURNER et al.⁸², WU et al.⁸⁷, BACHICHA et al.⁸, MILETIĆ et al.^{50, 51}). No entanto, não existe padronização da pressão utilizada nos experimentos, fato este que dificulta o estabelecimento de um protocolo de pesquisa.

A grande maioria dos estudos utiliza para os testes *in vitro*, pressões bem maiores que a pressão pulpar fisiológica (\pm 14 cmH₂O) para permitir maior

rapidez de leitura (WU et al.⁸⁷, CAMPS et al.¹⁴, POMMEL; CAMPS⁶²). Os experimentos conduzidos com pressão reduzida apresentam, como dificuldade, a demora de leitura e o cansaço para o operador, pois a bolha movimentar-se-á muito lentamente (WU et al.⁸⁷ 1993, SANTIAGO⁶⁸, SEGALA⁷²).

Para CAMPS et al.¹⁴, além da variação da pressão, também o tempo de filtração pode, de certa maneira, alterar os valores de condutividade hidráulica da dentina. Explicaram que as pressões mais altas provocam o aumento da resistência intratubular por meio da compressão do conteúdo interno dos túbulos contra suas paredes, possivelmente subestimando os valores de filtração. Ao recomendar a utilização de pressão e tempo de filtração reduzido, os autores alertam para a necessidade da utilização de um dispositivo de alta precisão. Os estudos realizados com pressão fisiológica devem, de preferência, ser conduzidos com um dispositivo apropriado (Flodec) que, por meio de um sistema acoplado a um microcomputador, permite a mensuração de deslocamentos na ordem de micrometros, o que seria impossível para a percepção do olho humano (CAMPS; PASHLEY¹⁵, POMMEL et al.⁶¹, POMMEL; CAMPS⁶², POMMEL; JACQUOT; CAMPS⁶³).

Com base nos trabalhos de (BACHICHA et al.⁸, YATSUSHIRO; BAUMGARTNER; TINKLE⁹⁸, SANTIAGO⁶⁸, SEGALA⁷², KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLI³⁹, OZTURK; ÖZER; BELLI⁵⁸) a mensuração do índice de filtração de fluido em cada espécime foi realizada em intervalos de 2 minutos, durante 8 minutos para, então, se calcular a média dos valores obtidos. O índice de filtração de fluido é expresso em $\mu\text{l}/\text{min}$.

Apesar de encontrarmos na literatura a utilização de intervalos diferentes como 1 minuto ^{11, 37, 82}, 5 minutos ^{50, 51}, 30 minutos ³⁶, 1 hora ^{62, 88}, 3 horas ⁸⁸, 24 horas ^{15, 27, 61, 62, 63, 93} e 48 horas ³¹. POMMEL; CAMPS⁶² afirmaram que o

tempo de mensuração não é escolhido porque é clinicamente relevante, mas por conveniência dos pesquisadores. Isto não caracteriza um problema, porque a proposta deste tipo de pesquisa é apresentar comparações entre diferentes técnicas ou diferentes materiais obturadores e não correlacionar os resultados com situações clínicas.

Durante a realização do experimento, os espécimes foram mantidos imersos em um recipiente contendo água deionizada, para prevenir a evaporação da água através da dentina radicular e a absorção de água causada pelo ressecamento da dentina conforme proposto por POMMEL;CAMPS⁶².

A infiltração apical é considerada uma justificativa comum para o insucesso clínico da terapia endodôntica. Do mesmo modo, a infiltração coronária é também citada como um motivo importante para o insucesso. Paralela à preocupação científica com o perfeito selamento endodôntico e com o objetivo de resguardá-lo frente a possíveis reinfecções, a atenção no presente momento direciona-se, também, ao selamento coronário, como quesito adicional e relevante ao sucesso pleno do tratamento executado. Vários estudos verificaram a efetividade do selamento coronário, buscando explorar os diferentes fatores que pudessem influenciar no sucesso da obturação endodôntica (SAUNDERS; SAUNDERS⁶⁹, TORABINEJAD et al.⁷⁹).

RAY; TROPE⁶⁴ avaliaram a relação existente entre a qualidade da restauração coronária e a da obturação do canal radicular com a presença de patologia periapical. Concluíram que a qualidade técnica da restauração coronária foi significativamente mais importante que a qualidade técnica do tratamento endodôntico para a saúde periapical. Já TRONSTAD et al.⁸¹ afirmaram que a qualidade técnica da restauração coronária foi menos importante que a qualidade

técnica do tratamento endodôntico. HOMMEZ; COPPENS; DE MOOR³⁴ relataram que tanto a infiltração apical, quanto a infiltração coronária, merecem a mesma atenção, pois tanto uma, quanto a outra exercem influência significativa no prognóstico do tratamento endodôntico. Para WU; WESSELINK⁹⁵ a infiltração proveniente no sentido da coroa para o ápice apresenta maior relevância clínica que a infiltração do ápice para a coroa. Todavia, considera-se que tão importante quanto o selamento da região apical é o selamento coronário. Considerando essas afirmações, e de acordo com os trabalhos de WU et al.⁸⁷, WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁸, GEORGOPOULOU et al.³¹, ECONOMIDES et al.²⁸, MILETIĆ et al.⁵⁰, WU; TIGOS; WESSELINK⁹³, WU et al.⁸⁶, WU et al.⁹⁴, KONT ÇOBANKARA; ADANIR; BELLİ³⁹, XU et al.⁹⁷ a infiltração foi avaliada no sentido coroa-ápice.

Convém ressaltar que a infiltração ao longo de canais radiculares obturados, pode aumentar ou diminuir durante um longo período após a obturação. Segundo KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴¹ o selamento a longo prazo do sistema de canais radiculares, considerado clinicamente importante, depende amplamente da capacidade de selamento do cimento utilizado, pois a guta-percha é considerada impermeável. Conforme afirmaram WU; TIGOS; WESSELINK⁹³ a dissolução do cimento e da *smear layer* pode resultar no aumento da infiltração, enquanto que a expansão da guta-percha pode resultar em diminuição. Essas considerações justificam a realização de um estudo longitudinal, a fim de avaliar o comportamento, dos cimentos endodônticos resinosos utilizados neste trabalho.

Em relação aos períodos escolhidos para avaliação da infiltração, consideramos os trabalhos de KONT ÇOBANKARA et al.³⁸ e ECONOMIDES et al.²⁷, nos quais a infiltração foi avaliada nos períodos de 15, 30 e 60 dias após a obturação dos canais radiculares. Devido à grande vantagem do método de

avaliação utilizado, é possível acompanhar o comportamento dos cimentos utilizados ao longo do tempo, pois os espécimes não necessitam ser destruídos para a avaliação. Outros estudos longitudinais permitiram aos autores, avaliarem a capacidade de selamento dos cimentos em períodos de 12 meses (MILETIĆ et al.⁵¹), 18 meses (WU; TIGOS; WESSELINK⁹³) e 24 meses (KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴¹).

6.2 Discussão dos resultados

As obturações deficientes têm sido responsabilizadas como a principal causa dos fracassos endodônticos¹⁹. Em busca do selamento hermético, na fase de obturação, variadas técnicas e materiais foram desenvolvidos. Paralelamente ao aparecimento dessas inúmeras técnicas e materiais, seguiu-se a necessidade de avaliá-los, desencadeando uma infinidade de pesquisas, analisando tanto as propriedades biológicas como as propriedades físicas das obturações. Entre as propriedades físicas a mais estudada é a capacidade seladora dessas obturações, já que o selamento o mais hermético possível do sistema de canais radiculares é o objetivo principal da fase de obturação na terapia endodôntica.

Esta pesquisa procurou avaliar por meio do método de filtração de fluido, proposto pelo Professor Pashley, a infiltração coronária em obturações de canais radiculares realizadas com diferentes cimentos endodônticos resinosos. Este método provou ser não somente mais sensível que a penetração de corantes, mas também, altamente reproduzível^{87, 88}. Além disso, a principal vantagem deste método é a capacidade de se poder medir a infiltração, sem se destruir os espécimes. Conseqüentemente, a observação da tendência dos materiais testados em aumentarem ou diminuírem a infiltração ao longo do tempo é também possível⁹³.

Corroborando com as características expostas acima, MILETIĆ et al.⁵¹ afirmaram que é muito importante avaliar a infiltração não somente imediatamente após a obturação, mas também após algum tempo porque o selamento necessita ser duradouro para ser efetivo clinicamente. KONTAKIOTIS; WU; WESSELINK⁴¹ também observaram que a durabilidade do selamento coronário ou apical deve ser

avaliada durante um longo período, porque a *smear layer* pode se desintegrar ou se dissolver criando, assim, um espaço entre a parede do canal radicular e o cimento.

Conforme escreveram WU; WESSELINK⁹⁵ o cimento é o ponto fraco da obturação dos canais radiculares e sua quantidade deve ser diminuída. Por este motivo, várias técnicas de condensação da guta-percha têm sido desenvolvidas com a intenção de deixar somente uma fina camada de cimento. WENNERBERG; ØRSTAVIK⁸³ afirmaram que quanto menor a camada de cimento, melhor a qualidade do selamento, concordando com os resultados encontrados por WU; WESSELINK; BOERSMA⁹⁶.

WU et al.⁸⁶ afirmaram que durante o endurecimento do cimento, o estresse de polimerização pode conduzir à formação de espaços no interior do cimento (falha coesiva), entre o cimento e a dentina ou entre o cimento e a guta-percha (falha adesiva). De acordo com a lei de Poiseuille⁵⁹, o movimento do fluido ao longo dos materiais obturadores deve ocorrer como prova da existência desses espaços.

Segundo SCHRÖEDER⁷⁰ o cimento AH26 é uma combinação macromolecular sintética do grupo das resinas epóxicas; sendo capaz de endurecer sem apresentar contração importante. Apresenta boa radiopacidade e é capaz de endurecer em meio aquoso. Entre 24 e 36 horas, após, a espatulação, esse cimento permite a liberação de formaldeído; o que lhe confere um efeito anti-séptico de ação temporária.

As propriedades físicas ou biológicas do cimento AH26 têm sido exaustivamente estudadas pelos pesquisadores. MORAES⁵⁴ afirmou que a grande maioria é concorde de que suas propriedades físicas são excelentes.

Em relação ao cimento AH26, os resultados encontrados neste trabalho, referentes à infiltração, estão de acordo com os de WIENER; SCHILDER⁸⁴, DE GEE et al.²¹, WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁹, WU; FAN; WESSELINK⁹⁰ que observaram uma diminuição da infiltração ao longo do tempo em canais obturados com esse cimento.

No período de 15 dias, nossos resultados acusaram alto índice de filtração de fluido para o cimento AH26, quando comparado aos outros cimentos. Tentando explicar tal fato, WIENER; SCHILDER⁸⁴ e DE GEE et al.²¹ afirmaram que após uma expansão volumétrica inicial, ocorre certa contração. Esta poderia ser uma causa importante para justificar o alto nível de infiltração encontrado para o AH26 no período de 4 e 10 dias por ZMENER et al.⁹⁹ bem como em nosso trabalho.

No que concerne aos períodos de 30 e 60 dias, observamos que houve uma melhora em relação à capacidade de selamento apresentada aos 15 dias. Corroborando com estes resultados estão WU; DE GEE; WESSELINK⁸⁹ e DE GEE et al.²¹ que explicaram que isto pode estar relacionado ao longo tempo de endurecimento (presa) do material. Afirmaram que esta propriedade pode permitir tempo suficiente para o desenvolvimento de adesão à dentina; porém o estresse de contração pode fraturar o cimento que não completou sua presa.

Considerando o tempo de presa do cimento AH26, ALLAN; WALTON; SCHAFFER³ encontraram que este endurece completamente após 30 dias. Já MORAES⁵⁵ testando o AH26 encontrou a presa em 40 horas em temperatura ambiente e 17 horas em ambiente úmido. WIENER; SCHILDER⁸⁴ relataram uma correlação negativa entre o tempo de presa do cimento e a sua contração.

Quanto aos períodos de observação CURSON; KIRK¹⁸ e MORAES⁵⁵ detectaram menores valores de infiltração de corante em períodos iniciais, que

aumentaram sensivelmente aos 30 dias. Já MILETIĆ et al.^{50, 51}, WU; FAN; WESSELINK⁹⁰ observaram o contrário, concordando com nossos resultados.

O cimento AH Plus, um cimento à base de resina epóxi-amina, segundo o fabricante, é uma versão melhorada do cimento AH26, apresentando propriedades biológicas satisfatórias, por ter o formaldeído eliminado de sua formulação. Em relação às suas propriedades físico-químicas, vários trabalhos com diversas metodologias, têm demonstrado o excelente comportamento do material, principalmente em testes de infiltração (KONT ÇOBANKARA et al.³⁸, TREVISAN et al.⁸⁰, KARDON et al.³⁶, HILÚ et al.³², DE MOOR; DE BRUYNE²², SOUZA⁷⁷, XU et al.⁹⁷).

Apesar de ser derivado do AH26, um cimento que apresenta boa capacidade seladora, o comportamento do AH Plus com relação a essa propriedade não tem sido semelhante²⁶ e tal fato foi confirmado por ZMENER et al.⁹⁹ que, comparando o AH Plus com o AH26 após períodos de 2, 4 e 10 dias em corante, constataram piores resultados por parte do primeiro, apresentando, inclusive, diferença significativa. Os autores levantaram a hipótese de que a presa mais rápida do AH Plus levaria a um estresse de contração maior, levando a uma desunião em relação às paredes dentinárias, favorecendo a infiltração. Concordando com esta hipótese estão MILETIĆ et al.⁵⁰ que, apesar de não encontrarem diferenças estatísticas significantes entre os dois cimentos no período de 15 dias, reportaram uma tendência de maior infiltração no AH Plus. Com relação ao tempo de presa ou polimerização do AH Plus, DUARTE²⁶ e DEONIZIO et al.²⁰ constataram tempo de presa variando entre 13 e 15 horas. O fabricante estipula na bula um tempo de 8 horas, no mínimo, a 37°C. Um fato observado por DUARTE²⁶ foi que a umidade não

acelerou o tempo de presa do AH Plus como acontece com outros cimentos. Esse fato, provavelmente seja devido a ele possuir óleo de silicone na composição.

Outra hipótese levantada por ZMENER et al.⁹⁹ para explicar os piores resultados por parte do AH Plus é a presença do óleo de silicone. Como todos os espécimes foram mantidos em 100% de umidade, pode ser especulado que o AH Plus, pela presença do óleo, se aderiria pobremente à dentina úmida, formando espaços na interface cimento-dentina, favorecendo a infiltração. No trabalho de ZMENER et al.⁹⁹ o fato da não remoção da *smear layer* pode ser questionado, e, portanto, é digno de importante registro.

Após a análise e interpretação do comportamento do cimento AH Plus nos períodos experimentais de 15, 30 e 60 dias observado neste trabalho podemos afirmar que o material embora tenha apresentado maior infiltração aos 30 dias, inclusive com diferença significativa quando comparado ao período de 15 dias mostrou, de certa forma, baixos índices de filtração de fluido. Talvez, seu tempo de presa rápido poderia causar pequena contração, aumentado assim à infiltração. É importante ressaltar que aos 60 dias o cimento AH Plus teve sua capacidade de selamento melhorada provando seu comportamento estável. KONT ÇOBANKARA et al.³⁸ avaliaram a capacidade de selamento utilizando o sistema de filtração de fluido em períodos experimentais de 7, 14 e 21 dias. Observaram que todos os materiais testados, inclusive o cimento AH Plus, apresentaram menor infiltração em 21 dias. Em nosso trabalho, observamos situação semelhante, porém a diminuição da infiltração ocorreu no intervalo de 30 para 60 dias.

Nossos resultados estão absolutamente concordes com os registrados por DE MOOR; DE BRUYNE²², HILÚ et al.³² e XU et al.⁹⁷ que também observaram a estabilidade do cimento AH Plus em testes de infiltração. Já MILETIĆ et al.⁵⁰,

utilizando o método de filtração de fluido, avaliaram a capacidade de selamento dos cimentos AH Plus e AH26 após 1 ano de armazenamento, não encontrando diferença significativa entre os dois materiais. No trabalho inicial dos mesmos autores⁵¹, no período de 15 dias, convém também ressaltar que não houve diferença significativa entre o cimento AH Plus e o AH26, o que está em discordância com os resultados obtidos neste trabalho.

O cimento EndoREZ, lançado recentemente, apresenta-se como um material de base fibro-resinosa, constituído de metacrilato de uretano e com 1% de clorexidina em sua composição química⁷⁷. Em relação à capacidade seladora deste material poucos relatos são encontrados na literatura.

No trabalho de KARDON et al.³⁶ a qualidade de selamento do cimento EndoREZ não foi consistente quando comparada ao cimento AH Plus, ambos utilizando a técnica do cone único da guta-percha. Para SOUZA⁷⁷ o cimento EndoREZ apresentou as maiores magnitudes de infiltração, de cinco a oito vezes maior quando comparado ao cimento AH Plus e a um experimental de base resinosa (Polifil). ROGGENDORF et al.⁶⁷ e CARVALHO¹⁶ encontraram também, maiores níveis de infiltração para o cimento EndoREZ quando comparado ao cimento AH Plus.

Os resultados encontrados em nosso trabalho concordam plenamente com os resultados expostos pelos autores citados acima. No período de 15 dias, a infiltração permitida pelo cimento EndoREZ foi maior que a permitida pelo cimento AH Plus e pelo experimental MBP. Já aos 30 dias houve uma melhora na capacidade de selamento do material, voltando a apresentar um alto grau de infiltração no período de 60 dias. Discordando destes resultados estão ZMENER; PAMEIJER; MACRI¹⁰⁰ que avaliaram a infiltração de corante permitida pelos

cimentos EndoREZ e o cimento de Grossman, em canais obturados pela técnica do cone único da guta-percha e pela condensação lateral. Os autores verificaram melhores resultados nos grupos obturados com o cimento EndoREZ, em ambas as técnicas de obturação.

Um achado de KARDON et al.³⁶, verificado também por SOUZA⁷⁷, digno de importante registro, pode ser por nós observado, pois se refere ao tempo de endurecimento do cimento EndoREZ. Após 7 dias da obturação o cimento EndoREZ não havia tomado presa, ao contrario do cimento AH Plus. SOUZA⁷⁷ relatou infiltração total, semelhante à ocorrida no grupo controle positivo. Em nosso trabalho pudemos observar tal fato na avaliação de 15 dias. De acordo com KARDON et al.³⁶ estes achados configuram possíveis razões para o pobre selamento apresentado pelo material.

As orientações do fabricante descrevem um tempo de presa inicial de 15 minutos e um final de 2 horas. O período de endurecimento inicial foi observado por KARDON et al.³⁶ e em nosso trabalho durante as manobras de obturação. A presa final do material não foi observada, mesmo após algumas semanas depois da obturação dos canais radiculares.

Uma possível explicação para esta observação, mencionada oportunamente por KARDON et al.³⁶ e informalmente por um representante do produto, é que o oxigênio do ar pode ter inibido a propagação dos radicais livres, conduzindo à pobre conversão de monômeros em polímeros. A partir desta observação podemos concluir que este cimento não toma presa na presença de oxigênio. Convém ressaltar que em nosso experimento os espécimes não apresentavam selamento coronário e permaneceram expostos diretamente ao oxigênio e umidade durante todos os períodos em que foram avaliados. Portanto,

baseados em nossos resultados e nos resultados encontrados na literatura, concordamos plenamente com KARDON et al.³⁶ e SOUZA⁷⁷ referente à contra-indicação clínica desse cimento, pelo menos nesse momento, pois há necessidade de mais pesquisas para que possamos compreender o real comportamento deste material.

Seguindo uma linha de pesquisa iniciada em 1984, MORAES⁵⁴ desenvolveu, na Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, um cimento experimental à base de resina epóxica, contendo hidróxido de cálcio e um componente de resina poliuretana vegetal e um endurecedor do tipo amina, apresentado-se na forma de duas pastas. A este material foi atribuído o nome de MBP.

BRANDÃO¹³ estudou as propriedades físico-químicas do cimento MBP. Concluiu, em relação à infiltração marginal, que tal cimento apresentou pequeníssimas médias de infiltração marginal de corante, possibilitando um adequado selamento apical.

Os resultados observados neste trabalho, referentes ao MBP, estão de acordo com PAVAN⁶⁰ que comparou a infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com um cimento epóxico experimental (MBL-c) e o Super-EBA. Diga-se que o cimento epóxico experimental testado por PAVAN⁶⁰ era composto por uma mistura pasta/líquido. SILVA NETO⁷⁴ e SILVA NETO; MORAES⁷⁶ utilizaram o cimento MBP-c no selamento de perfurações de furca, encontrando melhores resultados quando compararam aos MTAs (ProRoot e Angelus) e ao cimento Super-EBA. Já o MBP aqui avaliado, é apresentado na forma de duas pastas, igual ao utilizado por BRANDÃO¹³, SILVA NETO⁷⁴ e por SILVA NETO; MORAES⁷⁶.

O comportamento do cimento experimental MBP foi caracterizado por uma marcante estabilidade nos três períodos de avaliação. Aos 15 e 30 dias apresentou baixos índices de filtração de fluido, diminuindo ainda mais no período final de 60 dias, configurando a menor média apresentada por todos os cimentos estudados nesta pesquisa.

Os resultados encontrados para o cimento MBP, em parte, podem ser atribuídos ao fato do material não apresentar alteração dimensional, tipo contração; talvez uma ligeira expansão. MORAES⁵⁴ relatou que o tempo de presa é obtido pelo correto proporcionamento do material e gira em torno de 4 a 6 horas.

Uma característica físico-química como a adesividade, peculiar aos cimentos endodônticos resinosos, merece ser discutida. Tanto o cimento AH Plus quanto o cimento MBP apresentam na pasta catalizadora uma amina na forma líquida (endurecedor). Esta amina juntamente com a resina epóxica pode possibilitar o embricamento nos túbulos dentinários e, conseqüentemente a adesão, fato este que ainda deve ser comprovado. POMMEL et al.⁶¹ afirmaram que não há correlação direta entre o poder de adesão dos cimentos endodônticos à dentina ou a gutapercha, tampouco a sua eficiência no selamento.

Outro fator que merece atenção é a presença da resina poliuretana derivada do óleo de mamona. SOUZA⁷⁷ afirmou que por ser uma resina, o cimento derivado do óleo de mamona pode apresentar um elevado poder de adesão à estrutura dentinária, o que poderia explicar os melhores resultados obtidos com o cimento experimental Polifil. Ademais, a grande expansão de polimerização desse material também poderia justificar os melhores resultados, por ele obtidos. Resultados que vem somar-se aos encontrado em nosso trabalho, pois o cimento

MBP melhorou sua capacidade de selamento no período experimental de 60 dias, provavelmente devido à sua expansão.

7 conclusões

7 CONCLUSÕES

Considerando as condições experimentais e de acordo com a metodologia utilizada e os resultados observados, podemos constatar que:

- Considerando-se os períodos analisados:

- Não foi detectada diferença estatística no grau de infiltração aos 15 e 30 dias. Já, aos 60 dias observou-se uma redução estatisticamente significativa;

- Em relação aos cimentos:

- aos 15 dias os cimentos AH Plus e MBP produziram menores médias de infiltração que os cimentos AH26 e EndoREZ ($p < 0,05$);

- aos 30 dias o cimento AH26 apresentou as maiores médias de infiltração quando comparado aos demais cimentos ($p < 0,05$);

- aos 60 dias os cimentos MBP e AH Plus apresentaram as menores médias de infiltração, com diferença significativa em relação ao cimento EndoREZ ($p < 0,05$);

- Os cimentos AH Plus e MBP, no geral, comportaram-se melhor que os cimentos AH26 e EndoREZ.

referências bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 ABRAMOVITZ, L. et al. The unpredictability of seal after post space preparation: a fluid transport study. **J. Endod.**, v.27, n.4, p.292-5, Apr. 2001.
- 2 ALIGHAMDI, A.; WENNBERG, A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. **Endod. Dent. Traumat.**, v.10, n.6, p.249-55, Dec. 1994.
- 3 ALLAN, N.A.; WALTON, R.E.; SCHAFFER, M. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. **J. Endod.**, v.27, n.6, p.421-3, Jun. 2001.
- 4 ALMEIDA, W.A. et al. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **Int. Endod. J.**, v.33, n.1, p.25-7, Jan. 2000.
- 5 ANDERSON, R.W.; POWELL, B.J.; PASHLEY, D.H. Microleakage of IRM used to restore endodontic access preparations. **Endod. dent. Traumat.**, v.6, n.4, p.137-41, Aug. 1990.
- 6 ANDERSON, R.W.; POWELL, B.J.; PASHLEY, D.H. Microleakage of three temporary endodontic restorations. **J. Endod.**, v.14, n.10, p.497-501, Oct. 1988.

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

- 7 ANTONOPOULOS, K.G.; ATTIN, T.; HELLWIG, E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. **J. Endod.**, v.24, n.10, p.655-8. Oct. 1998.
- 8 BACHICHA, W.S. et al. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. **J. Endod.**, v.24, n.11, p.703-8, Nov. 1998.
- 9 BARTHEL, C.R. et al. Dye penetration in root canals filled with AH26 in different consistencies. **J. Endod.**, v.20, n.9, p.436-44, Sept. 1994.
- 10 BATES, C.F.; CARNES, D.L.; del RIO, C.E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **J. Endod.**, v.22, n.11, p.575-8, Nov. 1996.
- 11 BOBOTIS, H.G. et al. A microleakage study of temporary restorative materials used in endodontics. **J. Endod.**, v.15, n.12, p.569-72, Dec. 1989.
- 12 BRANDÃO, C.G. **Confiabilidade dos testes de infiltração apical com azul de metileno, rodamina B e sistema de transporte de fluído em obturações de canais após o uso de curativo de hidróxido de cálcio.** Bauru, 2005. 141p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

- 13 BRANDÃO, C.G. **Propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos resinosos Sealer 26, e dos experimentais, Sealer plus e MBP, comparadas às do óxido de zinco e eugenol.** Bauru, 1999. 150p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 14 CAMPS, J. et al. Low versus high pressure for in vitro determination of hydraulic conductance of human dentine. **Arch. Oral Biol.**, v.42, n.4, p.293-8, Apr. 1997.
- 15 CAMPS, J.; PASHLEY, D. H. Reliability of the dye penetration studies. **J. Endod.**, v.29, n.9, p.592-4, Sept. 2003.
- 16 CARVALHO, C.F. **Influência da irradiação ou não com diferentes tipos de lasers na permeabilidade marginal apical de dois cimentos endodônticos AH Plus e EndoREZ.** São Paulo, 2004. 148p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 17 CERGNEUX, M. et al. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. **Int. Endod. J.**, v.20, n.5, p.228-32, Sept. 1987.
- 18 CURSON, I.; KIRK, E.E.J. An assessment of root canal sealing cements. **Oral Surg.**, v.26, n.4, p.229-36, Apr. 1968.

- 19 DALAT, D.M.; SPÅNGBERG, S.W. Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. . **J. Endod.**, v.20, n.7, p.315-9, July. 1994.
- 20 DEONIZIO M.D.A. et al. Avaliação das propriedades físico-químicas de cimentos obturadores de canais radiculares. **RBO**, v.60, n.5, p.353-6, set/out. 2003.
- 21 DE GEE, A.J.; WU, M-K.; WESSELINK, P.R. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v.27, n.5, p.239-44, Sept. 1994.
- 22 DE MOOR, R.J.G.; DE BRUYNE, M.A.A. The long-term sealing ability of AH26 and AH Plus used with three gutta-percha obturation techniques. **Quintessence Int.**, v.35, n.4, p.326-31, Apr. 2004.
- 23 DE MOOR, R.J.G.; HOMMEZ, G.M.G. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. **Int. Endod. J.**, v.35, n.3, p.275-82, Mar. 2002.
- 24 DERKSON, G.D.; PASHLEY. D.H.; DERKSON, M.E. Microleakage measurements of selected restorative materials: A new in vitro method. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.4, p.435-40, Oct. 1986.
- 25 DOW, P.R.; INGLE, J.I. Isotope determination of root canal failure. **Oral Surg.**, v.8, n.1100-4, Sept. 1955.

- 26 DUARTE, M.A.H. **Avaliação de algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus puro e acrescido de hidróxido de cálcio.** Bauru, 1999. 157p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 27 ECONOMIDES, N. et al. Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. **J. Endod.**, v.30, n.6, p.403-5, Jun. 2004.
- 28 ECONOMIDES, N. et al. Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. **J. Endod.**, v.25, n.2, p.123-5, Feb. 1999.
- 29 EVANS, J.; SIMON, J. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in absence of smear layer and root canal sealer. **J. Endod.**, v.12, n.2, p.101-7, Feb. 1986.
- 30 FOGEL, H.M. Microleakage of posts used to restore endodontically treated teeth. **J. Endod.**, v.21, n.7, p.376-9, July. 1995.
- 31 GEORGOPOULOU, M.K. et al. Effect of thickness on the sealing ability of some root canal sealers. **Oral Surg.**, v.80, n.5, p.338-43, May. 1995.
- 32 HILÚ, R. et al. Cementos AH26 y AH Plus: un estudio in vitro de filtración apical. **Rev. Asoc. odont. argent.**, v.92, n.3, p.205-9, Jun/Julio. 2004.

- 33 HOLLAND, R. et al. Infiltração marginal dos cimentos endodônticos. **RGO**, v.39, n.6, p.413-6, nov./dez. 1991.
- 34 HOMMEZ, G.M.G.; COPPENS, C.R.M.; DE MOOR, R.J.G. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. **Int. Endod. J.**, v.35, n.8, p.680-9, Aug. 2002.
- 35 INGLE, J. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. **Oral Surg.**, v.14, n.1, p.83-91, Jan. 1961.
- 36 KARDON, B.P. et al. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. **J. Endod.**, v.29, n.10, p.658-61, Oct. 2003.
- 37 KING, K.T. et al. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. **J. Endod.**, v.16, n.7, p.307-10, July. 1990.
- 38 KONT ÇOBANKARA, F. et al. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. **Int. Endod. J.**, v.35, n.12, p.979-84, Dec. 2002.
- 39 KONT ÇOBANKARA, F.; ADANIR, N.; BELLI, S. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. **J. Endod.**, v.30, n.6, p.406-9, Jun. 2004.

- 40 KONTAKIOTIS, E.G.; WU, M-K.; WESSELINK, P.R. Effect of calcium hydroxide dressing on seal permanent root filling. **Endod. dent. Traumat.**, v.13, n.6, p.281-4, Dec. 1997.
- 41 KONTAKIOTIS, E.G.; WU, M-K.; WESSELINK, P.R. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. **Int. Endod. J.**, v.30, n.5, p.307-12, Sept. 1997.
- 42 LEAL, J.M. et al. Sealapex, AH26 silver free e Fill canal. Avaliação in vitro do selamento apical através da infiltração do corante rodamina B a 2%. Influência do tempo de armazenagem. **Rev. bras. Odont.**, v.44, n.6, p.8-14, nov./dez. 1987.
- 43 LIM, K.C.; TIDMARSH, B.G. The sealing ability of sealapex compared with AH26. **J. Endod.**, v.12, n.12, p.564-6, Dec. 1986.
- 44 LIMKANGWALMONGKOL, S.; ABBOTT, P.V.; SANDLER, A.B. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. **J. Endod.**, v.18, n.11, p.535-9, Nov. 1992.
- 45 LUCENA-MARTIN, C. et al. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. **J. Endod.**, v.28, n.6, p.423-5, Jun. 2002.
- 46 MADISON, S.; KRELL K. Comparison of ethylenediaminetetracetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. **J. Endod.**, v.10, n.9, p.499-503, Sept. 1984.

- 47 MADISON, S.; SWANSON, K.; CHILES, S.A. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. **J. Endod.**, v.13, n.3, p.109-12, Mar. 1987.
- 48 McCOMB, D.; SMITH, J.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J. Endod.**, v.1, n.1, p.238-42, Jan. 1975.
- 49 MERCHANT, V.A.; LIVINGSTON, M.J.; PASHLEY, D.H. Dentin permeation: Comparison of diffusion with filtration. **J. dent. Res.**, v.56, n.10, p.1161-4, Oct. 1977.
- 50 MILETIĆ, I. et al. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. **J. Endod.**, v.28, n.6, p.431-2. Jun. 2002.
- 51 MILETIĆ, I. et al. Leakage of five endodontic sealers. **Int. Endod. J.**, v.32, n.5, p.415-8, Sept. 1999.
- 52 MORAES, I.G. et al. Influência do hidróxido de cálcio e do EDTA na marcação da infiltração marginal de azul de metileno em obturações de canais radiculares. **Rev. FOB**, v.8, n.1/2, p.37-44, jan./jun. 2000.
- 53 MORAES, I.G. **Infiltração marginal nas obturações de canais radiculares em função de agentes irrigadores e cimentos obturadores.** Bauru, 1981. 114p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

- 54 MORAES, I.G. **Odisséia em busca de um cimento para obturação de canais radiculares**. Bauru, 2005. 138p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 55 MORAES, I.G. **Propriedades físicas de cimentos epóxicos experimentais para obturações de canais radiculares, baseados no AH26**. Bauru, 1984. 149p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 56 MORAES, I.G.; BRAMANTE, C.M.; BERBERT, A. Materiais obturadores de canais radiculares. **Odontologia Integrada**. Rio de Janeiro: Pedro I, p.133-51, 1999.
- 57 OLIVER, C.M.; ABBOTT, P.V. An in vitro study of apical and coronal microleakage of laterally condensed gutta percha with Ketac-Endo and AH26. **Aus. dent. J.**, v.43, n.4, p.262-8, Aug. 1998.
- 58 OZTURK, B.; ÖZER, F.; BELLI, S. An vitro comparison of adhesive system to seal pulp chambers walls. **Int. Endod. J.**, v.37, n. 5, p.297-306, May. 2004.
- 59 PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J. Endod.**, v.16, n.2, p.70-7, Feb. 1990.

- 60 PAVAN, N.N.O. **Análise da infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com polímero de mamona, epóxico experimental, cimento de óxido de zinco eugenol reforçado (Super-EBA) e ionômero de vidro (FUJI II LC).** Bauru, 1999. 99p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 61 POMMEL, L. et al. Apical leakage of four endodontic sealers. **J. Endod.**, v.29, n.3, p.208-10, Mar. 2003.
- 62 POMMEL, L.; CAMPS, J. Effects of pressure and measurements time on the fluid filtration method in endodontics. **J. Endod.**, v.27, n.4, p.256-8, Apr. 2001.
- 63 POMMEL, L.; JACQUOT, B.; CAMPS, J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. **J. Endod.**, v.27, n.5, p.347-50. May. 2001.
- 64 RAY, H.A.; TROPE, M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and coronal restoration. **Int. Endod. J.**, v.28, n.1, p.12-8, Jan. 1995.
- 65 REEDER, O.W. et al. Dentin permeability: determinants of hydraulic conductance. **J. dent. Res.**, v.57, n.2, p.187-93, Feb. 1978.
- 66 RICHARDSON, D.; TAO, T.; PASHLEY, D.H. Dentin permeability: Effects of crown preparation. **Int. J. Prosth.**, v.4, n.3, p.219-25, Mar. 1991.

- 67 ROGGENDORF, M.J. et al. Coronal and apical microleakage of root canal filling with/without gutta-percha. In: International Association for dental Research 82nd General Session, **Meeting Program**. Honolulu, 2004, p.159. (abstract 2856)
- 68 SANTIAGO, S.L. **Efeito de diferentes agents anti-hiperestésicos, comercial e experimentais, sobre a permeabilidade dentinária em função do tempo pós-aplicação**. Bauru, 1999. 137p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 69 SAUNDERS, W.P.; SAUNDERS, E.M. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. **Endod. dent. Traumat.**, v.10, n.3, p.105-8, Jun. 1994.
- 70 SCHRÖEDER, A.G. AH26 ses propriétés et son comportement. **Rev. Fr. d’Odonto. Stomat.**, v.6, n.7, p.1134-8, Sept. 1959.
- 71 SCHUURS, A.H.B. et al. Endodontic leakage studies reconsidered. Part II. Statistical aspects. **Int. Endod. J.**, v.26, n.1, p.44-52, Jan. 1993.
- 72 SEGALA, A.D. **Efeito de agentes anti-hiperestésicos à base de oxalato de potássio na permeabilidade da dentina humana. Estudo in vitro**. Bauru, 2000. 288p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

- 73 SEVIMAY, S.; DALAT, D. Evaluation of penetration and adaptation of three different sealers: a SEM study. **J. oral Rehab.**, v,30, n.9, p.951-4, Sept. 2003.
- 74 SILVA NETO, U.X. **Capacidade seladora e adaptação marginal proporcionadas por alguns materiais quando utilizados em perfurações de furca de molares humanos extraídos.** Bauru, 2002. 121p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 75 SILVA NETO, U.X. et al. Infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com ProRoot-MTA, MTA-Angelus e Super-EBA. **J. Bras. Endod.**, v.4, n.13, p.149-52, abr./jun. 2003.
- 76 SILVA NETO, U.X.; MORAES, I.G. de. Sealing capacity produced by some materials when utilized under furcation perforations of extract human molars. **J. Appl. Oral. Sci.** v.10, n.1, p.27-34, jan./jun. 2003.
- 77 SOUZA, E.M. **Influência dos corantes azul de metileno a 2% e rodamina B a 2% na determinação da capacidade seladora apical de diferentes cimentos endodônticos.** Araraquara, 2004. 171p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia da Araraquara, Universidade Estadual Paulista.
- 78 TIMPAWAT, S.; VONGSAVAN, N.; MESSER, H.H. Effect of removal of smear layer on apical microleakage. **J. Endod.**, v.27, n.5, p.351-3, May. 2001.

- 79 TORABINEJAD, M.; UNG, B.; KETTERING, J.D. In vitro bacteria penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. **J. Endod.**, v.16, n.12, p.566-9, Dec. 1990.
- 80 TREVISAN, M. et al. Análise in vitro do selamento apical em função de diferentes cimentos endodônticos. **Pesq Odontol Bras**, v.17, sup.2, ago. 2003. Resumo Ia030.
- 81 TRONSTAD, L. et al. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. **Endod. dent. Traumat.**, v.16, n.5, p.218-21, Oct. 2000.
- 82 TURNER, J.E. et al. Microleakage of temporary endodontic restorations in teeth restored with amalgam. **J. Endod.**, v.16, n.1, p.1-4, Jan. 1990.
- 83 WENNBERG, A.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and guta-percha. **Int. Endod. J.**, v.23, n.1, p.13-9, Jan. 1990
- 84 WIENER, B.H.; SCHILDER, H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. **Oral Surg.**, v.32, n.5, p.768-77, Nov. 1971.
- 85 WU, M.-K.; KONTAKIOTIS, E.G.; WESSELINK, P.R. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. **J. Dent.**, v.26, n.7, p.585-9, Sept. 1998.

- 86 WU, M-K. et al. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. **Int. Endod. J.**, v.36, n.8, p.533-40, Aug. 2003.
- 87 WU, M-K. et al. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. **Int. Endod. J.**, v.26, n.4, p.203-8, July. 1993.
- 88 WU, M-K.; DE GEE, A.J.; WESSELINK, P.R. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. **Int. Endod. J.**, v.27, n.5, p.233-8, Sept. 1994.
- 89 WU, M-K.; DE GEE, A.J.; WESSELINK, P.R. Leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, v.27, n.6, p.304-8, Nov. 1994.
- 90 WU, M-K.; FAN, B.; WESSELINK, P.R. Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. **Int. Endod. J.**, v.33, n.2, p.121-5, Mar. 2000.
- 91 WU, M-K.; KAŠT'ÁKOVÁ, A.; WESSELINK, P.R. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in ovals canals in mandibular premolars. **Int. Endod. J.**, v.34, n.6, p.485-90, Sept. 2001.
- 92 WU, M-K.; ÖZOK, A.R.; WESSELINK, P.R. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. **Int. Endod. J.**, v.33, n.4, p.340-5, July. 2000.

- 93 WU, M-K.; TIGOS, E.; WESSELINK, P.R. An 18-month longitudinal study on a new silicon-based sealer, RSA Roeko Seal: A leakage study in vitro. **Oral Surg.**, v.94, n.4, p.499-502, Oct. 2002.
- 94 WU, M-K.; VAN DER SLUIS, L.W.M.; WESSELINK, P.R. Fluid transport along gutta-percha backfills with and without sealer. **Oral Surg.**, v.97, n.2, p.257-62, Feb. 2004.
- 95 WU, M-K.; WESSELINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int. Endod. J.**, v.26, n.1, p.37-43, Jan. 1993.
- 96 WU, M-K.; WESSELINK, P.R.; BOERSMA, J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, v.28, n.4, p.185-9, July. 1995.
- 97 XU, Q. et al. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. **Oral Surg.**, v.99, n.1, p.107-11, Jan. 2005.
- 98 YATSUSHIRO, J.D.; BAUMGARTNER, J.C.; TINKLE, J.S. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. **J. Endod.**, v.24, n.11, p.716-9, Nov. 1998.
- 99 ZMENER, O. et al. Sealing properties of a new resin based root-canal sealer. **Int. Endod. J.**, v.30, n.5, p.332-4, Sept. 1997.

- 100 ZMENER, O; PAMEIJER, C.H.; MACRI, E. Evaluation of the apical seal in root canals prepared with a new rotary system and obturated with a methacrylate based endodontic sealer: An in vitro study. **J. Endod.**, v.31, n.5, p.392-5, May. 2005.

abstract

Abstract

The coronal leakage of four endodontic resin-based sealers (AH26, AH Plus, EndoREZ and the experimental sealer MBP) was evaluated *in vitro*. Sixty-four extracted human mandibular premolars were used; the crowns were removed to leave uniform roots of 14mm apical sections. Root canals were prepared through the step back technique, and the roots sealed with two layers of nail polish, except the apical foramen. The specimens were then divided into four groups of 15 roots each, according to the type of sealer to be used for obturation. The canals were filled by the single gutta-percha point technique. Four roots were used for control (two positive and two negative controls). All specimens were allowed to set for 15 days in 100% humidity at 37°C. The fluid filtration method was used for a quantitative evaluation of coronal leakage. The leakage was measured by the movement of an air bubble in a capillary glass tube (25µl/65mm) connected to the roots. Measurements of fluid movement were made in 2-minute intervals for 8 minutes. The sealing for each specimen was measured after 15, 30 and 60 days and the results were submitted to ANOVA and Tukey HSD tests. No significant difference was observed in the amount of leakage at 15 and 30 days. However, a significant statistical reduction was seen after 60 days. At 15 days, AH Plus and MBP presented the smaller leakage values than AH26 and EndoREZ ($p<0,05$). At 30 days, AH26 presented higher leakage values when compared to other sealers ($p<0,05$). At 60 days, MBP and AH Plus presented the smaller leakage values, differing significantly from EndoREZ ($p<0,05$).

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)