**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

PABLO ANDRÉS AMOROSO SILVA

**Avaliação in vitro da capacidade seladora e da qualidade
da obturação de quatro cimentos endodônticos utilizando
a técnica do cone único**

**BAURU
2013**

PABLO ANDRÉS AMOROSO SILVA

Avaliação in vitro da capacidade seladora e da qualidade da obturação de quatro cimentos endodônticos utilizando a técnica do cone único

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes

Versão Corrigida

**BAURU
2013**

Am68a Amoroso Silva, Pablo Andrés
 Avaliação in vitro da capacidade
 seladora e da qualidade da obturação de
 quatro cimentos endodônticos utilizando a
 técnica do cone único. / Pablo Andrés
 Amoroso Silva. – Bauru, 2013.

 101 p. : il. ; 30cm.
 Dissertação (Mestrado) – Faculdade de
 Odontologia de Bauru. Universidade de São
 Paulo
 Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de
 Moraes

Nota: A versão original desta dissertação encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP.

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

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 130
Data: 04/10/2011

Pablo Andrés Amoroso Silva

DADOS CURRICULARES

05 de fevereiro de 1981

Nascimento

Cuenca-Ecuador

Filiação

Jaime Eduardo Amoroso Miranda

Miriam Patricia Silva Vasquez.

1999 - 2004

Graduação em Odontologia Universidad
Católica de Cuenca

2005 - 2006

Especialização em Endodontia Uningá-
Bauru

2011 - 2013

Pós-graduação, mestrado, área
Endodontia Faculdade de Odontologia de
Bauru Universidade de São Paulo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família. A base fundamental, para que minha vida tenha sentido.

*Ao Meu Pai, **Jaime Amoroso**, pelo apoio e pela confiança que o senhor têm comigo. Obrigado pelos valores e princípios com os que fui criado, pelos constantes conselhos e apoio.*

*A minha mãe **Miriam Silva**, inspiração de uma pessoa lutadora, forte, capaz de enfrentar as dificuldades que se atravessam na vida e por me ensinar a lutar pelos sonhos e não desistir nunca. Obrigado pelo teu infinito amor, apoio, confiança e constante incentivo. Você é meu orgulho, a minha fortaleza para cada dia seguir adiante. Te Amo muito Mãe!*

*Aos meus avós, **Vicente, Inés e Estela**. O mais difícil é não ver vocês. A saudade é imensa. Mas vocês sempre me falaram que o sacrifício vale a pena. Obrigado pelas suas orações. Amo vocês meus “abuelitos”.*

*A meu irmão **Xavier Amoroso**, desde que éramos crianças você sempre foi o protetor do seu irmãozinho caçula. Amigo “parceiro”, obrigado pelo teu apoio.*

Obrigado também aos meus demais familiares que torceram pela minha conquista.

Todos os esforços, sacrifícios, e sobre tudo esta imensa alegria de uma meta sonhada, finalmente cumprida a compartilho com todos. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Decidir vir para o Brasil para continuar com uma meta a mais na minha vida, foi uma decisão difícil, baseado na incerteza de deixar a estabilidade que tinha e não saber o que podia acontecer. Hoje posso dizer que foi a melhor decisão que fiz até o momento. Encontrei neste recorrido pelo Brasil pessoas fantásticas, professores humildes e com vontade imensa de ensinar, fiz amizades que quero levar adiante. Meus mais sinceros agradecimentos e meu desejo de muito sucesso a todos vocês!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes, agradeço ao senhor pela sua infinita ajuda durante estes dois anos, pela paciência e humildade para compartilhar seu conhecimento comigo. Aprendi muito de você professor. Obrigado pela sua amizade e dedicação para comigo. Espero não ter dado muito trabalho com meu portunhol. Guardo um grande respeito e admiração pela sua pessoa.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte, pela paciência e ajuda durante este tempo. Obrigado pela sua amizade, confiança e constante apoio. Minha gratidão com o senhor.

Aos Professores do departamento de endodontia FOB-USP, Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante, Prof. Dra. Flaviana Bombarda Andrade, Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes, Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte Prof. Dr. Norberti Bernardineli, e Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia. Obrigado por terem me ajudado na minha formação durante estes dois anos. Admiro muito vocês pela vontade de ensinar, compartilhar os conhecimentos sem receios e sobretudo, pela qualidade humana que há em todos vocês. Ernest Hemíngway dizia que "O segredo da sabedoria, do poder e do conhecimento é a humildade.", característica marcante em todos vocês.

*A **Marcia Graeff**, pela sua ajuda com o uso do Microscópio Confocal. Obrigado por sua amizade, por me receber sempre com um sorriso e ter a disposição e amabilidade de me ajudar.*

*Aos funcionários do departamento de endodontia FOB-USP, **Andressa Barraviera, Edimauro de Andrade e Suely Regina Bettio**. Obrigado pela carinho, ajuda e amizade durante estes dois anos de convivência.*

*A **Fernanda Gomes de Moraes**, que desde a época de especialização, sempre teve a vontade de ajudar e aconselhar. Obrigado por me incentivar a continuar com os estudos e pela ajuda prestada durante o Mestrado. Você é uma amiga muito especial Fer.*

*A meus amigos, **Aldo Perochena, Diego Bravo, Carlos Villavicencio e Juan Fernando Ordoñez**, testemunhas, e parceiros desta luta. Obrigado pelos momentos de alegria, pelas risadas e por sobretudo, o apoio nos momentos difíceis que todos nós tivemos. É aí que verdadeira amizade é testada. Por tudo isso, obrigado “Versáteis”.*

*A **Elen Tolentino**, por sua ajuda e especialmente por sua amizade. Sobram motivos para dizer que eu sempre serei grato a você.*

*Aos amigos do Doutorado, **Aldo Perochena, Bruno Cavenago, Marina Marciano, Marcelo Haas, Paloma Minotti, Raquel Míderna, Ronald Ordinola**, sempre dispostos de coração a ajudar, trabalhar juntos e compartilhar conhecimentos. Obrigado pela parte mais importante, a amizade.*

Após dois anos de convivência muitos são os momentos felizes juntos com vocês, obrigado pela amizade turma querida do mestrado, Amanda Maliza, Bruno Guimarães, Carolina Filpo, Marcelo Vitoriano, Marcela Arias, Marcela Milanezi e Milena Silva. Espero que continuemos nesta parceria juntos por mais alguns anos.

A todos meus amigos, na minha querida Cuenca. Obrigado por terem me ajudado de alguma maneira. Vocês também formaram parte desta meta cumprida.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

À Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, na pessoa do diretor, Prof. Dr. José Carlos Pereira.

À Comissão de Pós-graduação na pessoa do Prof. Dr. Paulo César Rodrigues Conti.

Ao Coordenador do programa de Pós-graduação em Endodontia Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa de estudo para a realização deste trabalho.

Ao Centro Integrado de Pesquisas da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP, na pessoa do Professor Dr. Vinícius Carvalho Porto.

*“Algum dia, em qualquer parte, em qualquer lugar,
indefectivelmente, encontrar-te-ás a ti mesmo e essa, só essa,
pode ser a mais feliz ou a mais amarga das tuas horas.”*

Pablo Neruda

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o selamento apical em 7 e 30 dias de, obturações de canais radiculares com a técnica de cone único utilizando 4 cimentos endodônticos, AH Plus, MTA Fillapex, cimento Portland, e cimento experimental Sealepox, por meio do sistema de infiltração de fluidos *FLODEC*, e a qualidade de obturação, em microscopia confocal a laser, analisando o perímetro de penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, e a porcentagem de fendas na interface cimento/dentina, e por meio de estereomicroscopia, a porcentagem de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2,4 e 6mm do ápice radicular, dos cimentos. Sessenta e oito dentes unirradiculados, com canais únicos tiveram seus canais instrumentados e, então, obturados com os cimentos, previamente corados com Rodamina B. As amostras foram conservadas em meio úmido a 37° de temperatura. Após 7 dias, os dentes foram adaptados para os testes de infiltração de fluidos, fazendo-se as leituras durante 12 minutos constantes, para todos os espécimes. Trinta dias depois, as leituras foram realizadas novamente com os mesmos parâmetros anteriores. Todos os espécimes foram cortados em secções de 2mm de espessura nos níveis de 2,4 e 6mm do ápice radicular. Mediante estereomicroscopia, foram calculadas as porcentagens de cimento, guta-percha e espaços vazios, e em microscopia confocal, as porcentagens de fendas e o perímetro de penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários, em todas as secções. Os resultados obtidos mostraram que, todos os cimentos permitiram a infiltração de fluidos em 7 dias, sendo que, o MTA Fillapex exibiu, significativamente, menor infiltração que os cimentos AH Plus e Portland. Em 30 dias não houve diferenças estatísticas entre os cimentos. Nas avaliações em microscopia confocal, observou-se a presença de fendas na interface dentina/cimento em todas as secções avaliadas. À estereomicroscopia observaram-se espaços vazios em todas as secções, bem como, variações nas porcentagens de cimento e guta-percha.

Palavras-chave: Obturação do canal radicular. Microscopia confocal. Microscópio. Infiltração. Cimentos obturadores.

ABSTRACT

In vitro evaluation of sealing-ability and obturation quality of four endodontic sealers using the single cone obturation technique

The aim of this study was to evaluate sealing-ability at 7 and 30 days of root canal obturations using a single cone obturation technique of 4 endodontic sealers, AH Plus, Mta Fillapex, Portland Cement and a experimental sealer Sealepox, using a fluid filtration recording device (FLODEC), to evaluate the obturation quality using confocal laser microscopy analyzing interfacial adaptation of sealer/dentin interface, perimeter of sealer penetration into dentinal tubules, and using stereomicroscopy, the percentage of sealer, gutta-percha and voids at 2, 4 and 6mm from de apex. Sixty-eight single rooted teeth with one canal were instrumented and then, obturated, with the sealers, in which, Rodamine B was previously added. Samples were stored in 100% humidity and at 37° temperature. After 7 days, all the specimens were submitted to microleakage tests for a 12-minute period. Mta Fillapex showed the lowest leakage percentage when compared with AH Plus and Portland cement. 30 days after the first test, microleakage evaluations were repeated, and the results showed no statistical differences. Then, all samples were cut horizontally of 2mm of thickness at 2,4,6mm from the apex. Using estereomicrocopy, percentage of sealer, gutta-percha and voids were measured, and using confocal laser microscopy percentages of interfacial adaptation and perimeter of sealer penetration into dentinal tubules were calculated. According to the results it was concluded that all sealers permitted fluid filtration at 7 and 30 days, being that, at 7 days, MTA Fillapex exhibited significantly, less fluid filtration than AH Plus and Portland Cement. At 30 days, no statistically differences were found. On confocal evaluations, it was observed the presence of gaps at the sealer/dentin interface in all evaluated sections. Stereomicroscopy assessments showed voids in all sections and as well variations on sealer and gutta-percha percentages.

Keywords: Root canal obturation. Confocal microscopy. Microscopy. Obturation Sealers. Infiltration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Sistema eletrônico de medição para infiltração apical Flodec. (A) Espécime adaptado para ser submetido ao teste de infiltração. (B) Sistema Flodec. (C) Adaptação do espécime ao tubo de polietileno. (D) Bolha de ar no interior do tubo de vidro estabelecido no detector laser. (E) Leitura de microinfiltração com o programa Flodec Melbourne V0.36 Beta.....	45
Figura 2	- (A) Máquina de corte Isomet. (B) Espécime sendo cortado com disco diamantado de 0.3mm.....	46
Figura 3	- Diagrama esquemático do seccionamento	46
Figura 4	- Secções fixadas em cera utilidade, polidas e enumeradas para a sua visualização no microscópio	47
Figura 5	- Estereomicroscópio e programa Axionvision empregado para medir as áreas de canal, guta-percha, espaços vazios e cimento	48
Figura 6	- Microscópio confocal.....	49
Figura 7	- Perímetro total em(mm)da obturação sendo medido com o programa Image J	49
Figura 8	- Medição mediante a utilização do software Image J, da interface cimento/dentina (fenda). As setas brancas mostram esta interface.....	50
Figura 9	- Medição do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários mediante a utilização do software Image J	50
Figura 10	- Médias de infiltração ($\mu\text{L min}^{-1}$) aos 7 e 30 dias.....	56
Figura 11	- Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6mm do ápice.....	57
Figura 12	- Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6mm do ápice	58

Figura 13 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6mm do ápice	58
Figura 14 - Representações gráficas de: (A) porcentagem da interface cimento/dentina e (B) porcentagem do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários, a 2mm do ápice	60
Figura 15 - Representações gráficas de: (A) porcentagem interface cimento/dentina e (B) porcentagem do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários, a 4mm do ápice.....	62
Figura 16 - Representações gráficas de: (A) porcentagem da interface cimento/dentina e (B) porcentagem do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários, a 6mm do ápice	63
Figura 17 - a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento AH Plus	65
Figura 18 - a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento MTA Fillapex.....	65
Figura 19 - a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento Portland.....	67
Figura 20 - a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento Sealepox	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Comparação entre os grupos em relação à infiltração de fluidos ($\mu\text{L}/\text{min}^{-1}$) em 7 e 30 dias (média $\pm$ dp)	55
Tabela 2	- Média e desvio padrão (média $\pm$ dp) de cimento, gutapercha e espaços vazios encontrados a 2, 4 e 6 mm do ápice (valores em %).....	57
Tabela 3	- Médias, valores mínimos, máximos (em porcentagem), e desvios padrão (dp) da interface cimento/dentina a 2mm do ápice, nos grupos estudados.....	59
Tabela 4	- Médias, valores mínimos, máximos (em porcentagem), e desvio padrão (dp) da penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 2mm do ápice, nos grupos estudados.....	60
Tabela 5	- Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão (dp) da interface cimento/dentina a 4mm do ápice, nos grupos estudados.....	61
Tabela 6	- Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão (dp) da penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 4mm do ápice, nos grupos estudados.....	61
Tabela 7	- Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão (dp) da interface cimento/dentina a 6mm do ápice, nos grupos estudados.....	62
Tabela 8	- Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvio padrão (dp) da penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 6mm do ápice, nos grupos estudados.....	63

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

%	percentagem
+	mais
x	vezes
<	menor
>	maior
=	igual
°C	grau centigrado
atm	atmosfera de pressão
bar	bária
cm	centímetro
dp	desvio padrão
EDTA	ácido etelino diaminotetracético
g	grama
GT	<i>Great Taper</i>
h	hora
ISO	<i>international standard organization</i>
MEV	microscopia eletrônica de varredura
mm	milímetro
mL	mililitro
MTA	trióxido agregado mineral
n	numero
nm	nanômetro
N/cm	newton por centímetro
NaOCL	hipoclorito de sódio
P	significância estatística
psi	libra-força por pé quadrado
rpm	revoluções por minuto
µL	microlitro
(µL min ⁻¹)	microlitro por minuto
um	micrometro
(µm ²)	micrometros quadrados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	INFILTRAÇÃO DE FLUIDOS.....	23
2.2	MICROSCOPIA CONFOCAL	29
3	PROPOSIÇÃO	33
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1	SELEÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	39
4.2	DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	41
4.3	PROPORÇÃO E ESPATULAÇÃO DOS CIMENTOS	41
4.3.2	APLICAÇÃO DO CORANTE RODAMINA B.....	42
4.4	OBTURAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES.....	42
4.5	TESTE DE INFILTRAÇÃO DE FLUIDOS.....	43
4.6	PREPARO DAS AMOSTRAS PARA AVALIAÇÃO MICROSCOPICA.....	45
4.7	ANÁLISE NO ESTEREOMICROSCOPIO	47
4.8	ANÁLISE NO MICROSCÓPIO CONFOCAL.....	48
4.9	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	51
5	RESULTADOS	53
5.1	INFILTRAÇÃO APICAL	55
5.2	ESTEREOMICROSCOPIA	56
5.3	MICROSCOPIA CONFOCAL	59
6	DISSCUSÃO	69
6.1	SOBRE A METODOLOGIA	71
6.2	DOS RESULTADOS DO TESTE DE INFILTRACAO DE FLUIDOS	74
6.3	DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO EM MICROSCOPIA CONFOCAL E ESTEREO-MICROSCOPIA.....	77
7	CONCLUSÕES	83
	REFERENCIAS	87
	ANEXOS.....	99

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Um dos requisitos para se obter sucesso no tratamento endodôntico é o preenchimento completo do sistema de canais radiculares (BUCKLEY; SPANGBERG, 1995). Isto é conseguido quando os materiais obturadores selam os espaços do canal radicular e todas as portas de entrada entre o canal e o periodonto, prevenindo a entrada de microrganismos ou fluidos teciduais para o interior do canal radicular (NETO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 1999). De acordo com FRIEDMAN; MOR (2004), o tratamento endodôntico é composto por diversas fases e tem como objetivo final a remoção do tecido pulpar, reduzindo a partir do preparo biomecânico (antisepsia), o processo inflamatório ou infeccioso, pela redução microbiana iniciada durante o preparo biomecânico e finalizada pela obturação do sistema de canais radiculares, sendo que uma falha em qualquer uma das fases pode comprometer todo o tratamento.

A obturação final deve ser capaz de: evitar a recontaminação, por meio de um selamento hermético; favorecer os processos de cura dos tecidos apicais e periapicais; prevenir a infiltração de líquido intersticial de exsudatos para o interior do canal, além de não causar irritação aos tecidos periapicais (MICHAUD et al., 2008; SCHILDER, 1967). INGLE; BAKLAND; BAUMGARTNER, em 2008, afirmaram que uma obturação inadequada é, em aproximadamente 60% dos casos, a responsável pelo insucesso do tratamento endodôntico, ressaltando sua importância no tratamento. Em diversos estudos transversais foi demonstrado que dentes com canais obturados com inadequada vedação entre a massa obturadora e as paredes do canal, apresentaram uma maior frequência de lesões periapicais quando comparados a dentes com obturação de canal adequada (ØRSTAVIK, 2005). Por outro lado, a infiltração apical e coronal, também são consideradas como um dos fatores responsáveis pelo insucesso do tratamento endodôntico (HOMMEZ; COPPENS; DE MOOR, 2002).

Dentre os materiais obturadores de canal radicular existem os do tipo sólido, formados pelos cones de guta-percha e cones resinosos muito utilizados atualmente, e os do tipo plástico, formados pelos cimentos e pastas obturadoras que são responsáveis pelo preenchimento dos espaços não passíveis de serem

preenchidos pelo material sólido (LEONARDO, 2008). Para DE DEUS et al., em 2003 a grande maioria dos cimentos apresenta características indesejáveis como: solubilidade, instabilidade dimensional e toxicidade aos tecidos periapicais. Não entanto, são eles os responsáveis pela aderência da massa obturadora, em maior ou menor escala, às paredes do canal e entre os cones. Por fim, ABEDI et al., em 2009, afirmaram que a obturação deve apresentar o máximo volume possível de guta-percha, (material sólido).

São inúmeras as técnicas para se obturar os canais radiculares, todas elas propondo que se consiga, da melhor maneira possível, um completo preenchimento do canal em todas as dimensões, para impedir a penetração de bactérias e suas toxinas (BUCHANAN, 1996; MORENO, 1977; PAWINSKA et al., 2011; ROBBERECHT; COLARD; CLAISSE-CRINQUETTE, 2012; RUDDLE, 1992; SCHILDER, 1967), promovendo um selamento permanente e não-irritante aos tecidos apicais e periapicais. Na técnica do cone único, utiliza-se apenas um cone principal que é inserido no canal radicular, juntamente com o cimento endodôntico, sem a necessidade da condensação lateral (cones acessórios), facilitando a manobra e diminuindo o tempo da obturação. Embora existam controvérsias, alguns estudos demonstram que a técnica do cone único evidencia melhor vedamento ou vedamento equivalente à técnica da condensação lateral (GORDON; LOVE; CHANDLER, 2005; HOLLAND et al., 2004; MONTICELLI et al., 2007).

Considerando que a anatomia do canal radicular é muito variável, a escolha de uma adequada técnica de obturação deve ser levada em conta. Independentemente disto, o cimento é um componente essencial na obturação dos canais radiculares, prevenindo eventuais espaços vazios no interior da massa obturadora e entre a obturação e as paredes do canal. A guta-percha não se adere à dentina radicular, havendo a necessidade da utilização do cimento para proporcionar um elo entre o material obturador e as paredes do canal (HARAGUSHIKU et al., 2010). A boa aderência às paredes dentinárias é uma das propriedades ideais para os cimentos obturadores.

Estudos da infiltração marginal são amplamente utilizados para avaliar a capacidade de selamento dos cimentos obturadores, todavia, estes testes apresentam grandes discrepâncias e, muitas vezes, produzem resultados controversos (KARAGENC et al., 2006; WU; DE GEE; WESSELINK, 1994), o que torna difícil determinar a quantidade real de infiltração marginal. A observação dos

espaços vazios e a distribuição dos componentes da obturação podem ser realizadas por meio da análise de secções, sob o estereomicroscópio (JARRETT et al., 2004). Além disso, a avaliação da interface cimento/parede do canal por meio da análise da capacidade de penetração, em profundidade, nos túbulos dentinários dos diferentes cimentos tem sido realizada utilizando-se a microscopia confocal a laser (BITTER et al., 2004; MARCIANO et al., 2011a; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009a). Por meio desta metodologia, são mensurados os espaços (fendas) presentes na interface cimento/parede, determinando as áreas em que não houve penetração do cimento nos túbulos dentinários e, conseqüentemente, ausência de selamento adequado, bem como espaços provenientes da contração do cimento.

Considerando a variedade de cimentos obturadores disponíveis aos profissionais da endodontia, fica evidente a necessidade de estudos relacionados às características desses materiais, como sua capacidade de selamento, fator imprescindível no sucesso do tratamento endodôntico.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Infiltração de fluidos

BRANDÃO em 1999, avaliou a infiltração apical em obturações realizadas com os cimentos resinosos Sealer 26, Sealer Plus (experimental) e MBP (experimental). Como controle foi utilizado o cimento de óxido de zinco e eugenol. Sessenta dentes humanos unirradiculados extraídos tiveram suas coroas removidas e as raízes foram impermeabilizadas externamente. Os canais foram instrumentados e obturados pela técnica do cone único de guta-percha associado, a um dos cimentos citados. As raízes foram imersas em solução de azul de metileno a 1%, por 72 horas. Após esse período foram lavadas e seccionadas longitudinalmente para avaliar a infiltração ocorrida, por meio de microscopia óptica. O cimento MBP experimental, apresentou os menores índices de infiltração, seguido do Sealer 26 e Sealer Plus, encontrando-se diferença estatística entre esses e o grupo controle.

MILETIC ET AL., em 2002, avaliaram a infiltração de fluidos, ao nível apical, em obturações realizadas com cinco cimentos obturadores: AH26, AH Plus, Apexit, Diaket e Ketac-Endo. Sessenta dentes unirradiculados tiveram os canais instrumentados até a lima tipo K ISO 150 com técnica de escalonamento regressivo para depois serem divididos em 5 grupos de 10 dentes cada. Dois grupos com 5 dentes cada foram utilizados como controle positivo e negativo. Cinco amostras foram obturadas unicamente com guta-percha para o controle positivo, e 5 foram obturadas com guta-percha e cimento e impermeabilizadas externamente em sua totalidade servindo como controle negativo. Os canais foram obturados com os diferentes cimentos pela técnica de condensação lateral. Após um ano de armazenamento em soro fisiológico, a infiltração foi medida pelo movimento de uma bolha de ar no interior de um tubo de vidro conectado ao remanescente radicular (técnica de infiltração de fluidos). Os resultados obtidos mostraram que o Apexit teve infiltração apical significativamente maior que o AH Plus e Ketac-Endo. No entanto, o AH26 e o Diaket não mostraram diferenças significativas em relação aos outros cimentos.

ANDELIN et al., (2002), avaliaram a microinfiltração permitida pelo MTA por via coronal. Quarenta e seis dentes tiveram os canais instrumentados até 0,5mm aquém do ápice a um calibre ISO 50, sendo irrigados durante o preparo com NaOCl a 5,25%. Vinte dentes foram obturados com MTA Pro Root por via coronal (grupo 1) e vinte com guta-percha e cimento Kerr-EWT-sealer, utilizando a técnica de condensação vertical (grupo 2). Para o grupo controle negativo, os canais de 3 dentes foram obturados da mesma forma que o grupo 2 e no grupo controle positivo utilizou-se 3 dentes, que tiveram os canais preenchidos com guta-percha sem cimento obturador. Após 48 horas, os dentes de todos os grupos foram cortados a 3mm do ápice e impermeabilizados com esmalte para unhas, exceto o grupo controle negativo. Posteriormente, todos os espécimes foram submergidos diretamente em tinta nanquim, por 48 horas. Após este período todos os espécimes foram clivados longitudinalmente para a avaliação da quantidade de penetração de corante com microscópio cirúrgico, em magnificação de 16x. Os resultados mostraram que não se detectou penetração de tinta em nenhum dos 2 grupos.

ORUCOGLU; SENGUN; YILMAZ, (2005), comparam a infiltração apical permitida por três cimentos endodônticos, após 7 dias, por meio de um sistema computadorizado de infiltração de fluidos. Quarenta e cinco dentes tiveram as suas coroas removidas, seus canais foram preparados com limas GT, e irrigados com NaOCl a 5,25%. Após o preparo, os espécimes foram divididos em 3 grupos de 15 dentes para serem obturados com a técnica da condensação lateral e com os cimentos: AH Plus, Diaket e EndoRez. Após 7 dias, os espécimes foram montados no dispositivo de medição de infiltração de fluidos, na sua porção apical, aplicando uma pressão constante de 1,2 atm. As leituras foram feitas em intervalos de 2 minutos durante 8 minutos. Os resultados mostraram que o Diaket obteve o menor valor de microinfiltração, seguido do AH Plus. O EndoRez foi o cimento que mais infiltrou. Além disso, os autores concluíram que o sistema computadorizado para avaliação de infiltração de fluidos, é um método simples e conveniente para a mensuração de infiltração apical na endodontia.

BIGGS ET AL., (2006), compararam a capacidade seladora do sistema Resilon/Epiphany com a da guta-percha, associada aos cimentos AH Plus ou Roth, por meio do método de transporte de fluidos, durante os períodos: inicial, 24 horas, 1 semana, 2 semanas, 30 dias e 90 dias. Noventa e seis dentes unirradiculados, extraídos, tiveram os canais instrumentados até um diâmetro 60 ISO com limas

manuais, sendo irrigados com NaOCl a 2,5%. Os dentes foram divididos em oito grupos de 12 e os canais obturados da seguinte forma: grupo 1 - cone Resilon e cimento Epiphany; grupo 2 - cone de guta-percha com cimento Roth, deixados durante 3 semanas para que o cimento tomasse presa; grupo 3 - cone de guta-percha com cimento Roth; grupo 4 – cone único Resilon e cimento Epiphany; grupo 5 - cones de Resilon sem o uso do *primer/sealer* como controle positivo; grupo 6 - cone de guta-percha com cimento AH Plus; grupo 7 - igual ao grupo 6 mas deixado durante 8 horas para o cimento tomar presa; grupo 8 - espécimes totalmente impermeabilizados externamente com 3 camadas de esmalte para unhas, como controle negativo. Os resultados obtidos nos diferentes períodos de tempo mostraram que, na medição da infiltração, apenas o grupo 5 (controle positivo) apresentou diferença significativa em comparação com os demais grupos. O Resilon/Epiphany não mostrou melhores resultados do que os grupos de guta-percha/AH Plus e guta-percha/Roth; porém, todos selaram adequadamente.

MARTIN et al., (2007), avaliaram as propriedades seladoras do MTA como tampão apical utilizando o método de infiltração de fluidos. Trinta e dois dentes unirradiculados tiveram as suas coroas seccionadas, bem como 3mm apicais de cada raiz. Os canais foram instrumentados manualmente e com o auxílio de brocas Gates Glidden. No primeiro grupo, foram realizados tampões apicais por via coronal em 12 raízes com uma espessura aproximada de 3 a 5mm. O restante do canal foi obturado com guta-percha aquecida, mediante o sistema Obtura e sem a utilização de cimento. Já no segundo grupo (n=12), os canais foram preenchidos em todo o seu comprimento com MTA em incrementos de 3mm. No grupo controle positivo (n=4) os canais foram obturados inteiramente com guta-percha termoplastificada, sem cimento, e no grupo controle negativo a obturação foi realizada da mesma forma que nos espécimes do grupo I com a diferença de que, após a obturação, as raízes foram imersas em cera aquecida para impermeabilizá-las. Após 48 horas os espécimes foram submetidos ao teste de infiltração de fluidos utilizando o sistema Flodec, pelo período de 12 minutos. Uma segunda leitura foi realizada após 4 semanas com o mesmo protocolo. Os resultados mostraram que o MTA inserido por via ortógrada apresentou melhores resultados de selamento no período inicial (48h), mas, após 4 semanas não houve diferenças significativas entre ambos os grupos.

SILVA NETO et al., (2007), avaliaram a infiltração coronária permitida por quatro cimentos resinosos. Quatro grupos de 15 pré-molares inferiores humanos

tiveram suas coroas removidas. As raízes foram padronizadas em 14mm de comprimento. Os canais foram instrumentados com o sistema rotatório GT. A obturação dos canais foi realizada mediante a técnica de cone único utilizando-se os cimentos AH26, AH Plus, EndoREZ e um cimento experimental MBP. Então, as raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unha, exceto na região apical. Quatro raízes foram usadas como controle positivo e negativo. Os espécimes foram mantidos durante 15 dias a 37°C e 100% de umidade. A infiltração de fluidos foi medida aos quinze, trinta e sessenta dias mediante a movimentação de uma bolha de ar dentro de um capilar de vidro de 25µL e 65 mm, conectado às raízes. As medições foram realizadas a cada 2 minutos por 8 minutos para cada período. Os cimentos AH Plus e o MBP apresentaram menores valores de infiltração, após quinze dias, em comparação aos cimentos AH26 e EndoRez. O cimento AH26 foi o cimento que mais infiltração mostrou, depois de trinta dias, quando comparado aos demais cimentos. Finalmente, aos sessenta dias, os cimentos MBP e AH Plus apresentaram os menores valores de infiltração, diferindo significativamente do EndoRez.

PAQUE; SIRTES, (2007), compararam a capacidade seladora a longo prazo, dos cimento AH Plus e Epiphany. Para isto, os canais de 90 pré-molares inferiores foram instrumentados, utilizando-se o sistema rotatório Profile 40/04 e, então, divididos em quatro grupos de 20 dentes cada. Os 10 restantes foram separados como grupo controle. Os canais dos dentes dos 4 grupos foram obturados com: cone de guta-percha 40/04, com cimento AH Plus e finalizado com condensação lateral (grupo 1); técnica de compactação vertical com cone 40/04 mais cimento AH Plus, e preenchimento final com Obtura II (grupo 2); condensação lateral com Resilon-Epiphany (grupo 3); técnica de compactação vertical com Resilon-Epiphany e o preenchimento do resto do canal com Obtura II injetando Resilon (grupo 4). Posteriormente, os espécimes foram armazenados por uma semana a 37°C e 100% de umidade permitindo que os cimentos tomassem presa. Após esse período foi removido o material obturador dos dentes com brocas Gates-Glidden desde coronal a apical até ficarem 4 mm de obturação. Os espécimes foram avaliados no dispositivo de filtração de fluidos utilizando 1,2 atm de pressão, durante o período de 8 horas. Dezesesseis meses depois os testes de infiltração foram repetidos. A infiltração foi analisada. Os autores concluíram que, inicialmente, o Resilon-Epiphany impediu a infiltração de fluidos com a mesma capacidade que o grupo de

guta-percha/AH Plus, mas após 16 meses, o Reslion/Epiphany mostrou uma infiltração maior.

BOUILLAGUET et al., (2008), compararam a capacidade seladora a longo prazo dos cimentos Pulp-Canal-Sealer (PCS), AHPlus, GuttaFlow e Epiphany mediante uma técnica de infiltração de fluidos em 6, 12, 24 horas e após 1 ano. Quarenta raízes palatinas de molares superiores tiveram os canais instrumentados com o sistema Protaper e limas manuais para a preparação apical 40/02. Os cimentos foram utilizados seguindo-se as especificações dos fabricantes e os canais obturados com a técnica do cone único. Um dispositivo de gravação automática do fluxo infiltrado (Flodec) foi utilizado. As medições foram realizadas durante 24 horas contínuas aplicando 0,2 *bar* de pressão de água. Após 24 horas, os espécimes foram guardados durante um ano em umidade relativa a 37°C. Após esse período foram realizadas novas medições no Flodec, durante 2 horas. Os resultados mostraram que nenhum material impediu a infiltração de fluidos. Após 6 horas houve diminuição da infiltração, sendo igual ao período de 12 horas. Após 24 horas os cimentos PCS e AH Plus permitiram maior penetração de fluidos em comparação com o Guttaflow e Epiphany. Em um ano o PCS mostrou maior infiltração que os demais materiais. Finalmente, não existiu mudanças significativas entre 24 horas e o período de 1 ano.

YILDIRIM; ORUCOGLU; COBANKARA, (2008), avaliaram o efeito da “smear layer” na infiltração apical em obturações com MTA usando 50 dentes unirradiculados extraídos. Os canais foram instrumentados manualmente e divididos em 2 grupos de 20 cada. No grupo com “smear layer” (n=10) os canais foram irrigados unicamente com 10mL de hipoclorito de sódio a 5.25%. No grupo sem “smear layer”, os canais foram irrigados com 10mL de EDTA a 17% e 10mL hipoclorito de sódio a 5.25%. Os espécimes do grupo controle foram instrumentados e divididos em 5 espécimes cada. O controle negativo foi obturado com cianoacrilato e o positivo foi deixado sem nenhum tipo de obturação. A infiltração de fluidos foi medida após 2, 30 e 180 dias. Os autores mostraram que, no período de 2 dias não houve diferenças estatísticas. Mas no grupo em que a “smear layer” foi removida, houve maior infiltração apical após 30 e 180 dias.

REKAB; AYOUBI, (2010), utilizando a penetração de corante, mediram a infiltração apical proporcionada por obturações com MTA branco, cimento de Portland, e cimento AH26 quando utilizados como material obturador único e

combinados com guta-percha. Setenta e cinco dentes unirradiculados tiveram os canais instrumentados e então, divididos em 5 grupos, de acordo com a manobra obturadora: MTA Branco unicamente, guta-percha sem cimento, MTA Branco e cones de guta-percha, guta-percha com cimento de Portland e guta-percha com cimento AH26. Os resultados mostraram que, tanto o MTA, quanto o cimento Portland, com o sem o auxílio de guta-percha, produziram um adequado vedamento apical.

HIRAI et al., (2010), compararam, pela técnica da filtração de fluidos, a infiltração em canais radiculares obturados com cones de guta-percha ou Resilon, associados aos cimentos AH Plus ou Epiphany. Sessenta e quatro pré-molares tiveram os canais instrumentados com o sistema rotatório ProFile até o instrumento 45/04. Os espécimes foram divididos em 4 grupos e obturados pela técnica de condensação lateral da seguinte maneira: cones de guta-percha com AH Plus, cones de guta-percha com Epiphany, cones de Resilon associados ao cimento AH Plus e cones de Resilon com cimento Epiphany. Os espécimes foram armazenados em 100% de umidade, a 37°C por duas semanas. A infiltração foi quantificada pelo movimento de uma pequena bolha de ar no interior de uma micropipeta. O interior da micropipeta foi preenchido com água destilada e foi aplicada uma pressão de 10psi. Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre os grupos, sendo que o grupo dos cones de guta-percha associados ao cimento AH Plus permitiram menores taxas de infiltração proporcionando um melhor selamento, quando comparado aos demais grupos estudados.

VASCONCELOS et al., (2011), por meio do teste de infiltração de fluidos, avaliaram a infiltração apical permitida por 5 cimentos endodônticos nos períodos de 15, 30 e 60 dias. Após serem divididos em 5 grupos de 12, os dentes tiveram seus canais instrumentados e, então, obturados com os cimentos: AH Plus, Acroseal, Sealapex, MBP e MTA-Obtura. Os resultados mostraram que todos os cimentos avaliados permitiram infiltração de fluidos. Os cimentos AH Plus e MBP apresentaram os melhores resultados, em períodos mais longos de observação. Acroseal, Sealapex e MTA-Obtura mostraram que a infiltração aumentou progressivamente ao longo de todos os períodos experimentais.

2.2 Microscopia Confocal

GHARIB et al., (2007a), analisaram, mediante microscopia confocal, a interface entre o cimento obturador e a dentina, no nível cervical e compararam a porcentagem de penetração e profundidade do cimento nos túbulos dentinários, nos terços coronal, médio e apical. Dez dentes unirradiculados foram utilizados no estudo. Foi realizada a instrumentação mecânica dos canais em sentido coroa-ápice com instrumentos ProFile de diâmetro 40 e conicidade 0.04 e obturação com o sistema Epiphany/Resilon. A obturação foi realizada pela técnica da compactação vertical com systemB. Uma vez que o cone de Resilon era condensado na sua região apical, o resto do canal, foi preenchido com guta-percha fluida por meio do sistema Obtura. Os dentes foram cortados utilizando a máquina de corte Isomet para depois serem analisados no microscópio confocal a 40x de aumento. Os resultados mostraram que houve menor penetração do cimento na região apical comparada com as regiões média e coronal. Além disso, os pesquisadores não encontraram espaços vazios na interface cimento-dentina, nos cortes da porção coronária.

ORDINOLA-ZAPATA et al., (2009b), compararam a porcentagem e profundidade de penetração de cimento no interior dos túbulos dentinários, utilizando diferentes cimentos, após a obturação com a técnica da condensação lateral. A amostra consistiu de 30 dentes unirradiculados. As coroas foram removidas com disco de corte para Isomet deixando raízes standardizadas em 14mm de comprimento. Os canais foram instrumentados por meio de sistema rotatório Protaper até uma lima F3 30/09, com irrigação manual de NaOCl, a 1%. As raízes foram divididas em 3 grupos de 10 elementos. Os cimentos Sealer 26, GuttaFlow e Sealapex foram corados com Rodamina B e os canais obturados com os cimentos e cones de guta-percha 50/02 e condensação lateral. Os dentes foram cortados a 3 e 5mm do forame apical. Mediante o software LAS-AF Leica, a penetração dos cimentos foi mensurada. A porcentagem de penetração dos cimentos ao redor do canal radicular, foi calculada utilizando-se o software Image Tool. Os resultados não mostraram diferenças significativas na profundidade e na percentagem de penetração dos cimentos, no interior dos túbulos dentinários.

MARCIANO et al., (2011a), avaliaram as propriedades físico-químicas de três cimentos à base de resina epóxi. Entre os diversos testes avaliados foi realizado o teste de adaptação às paredes do canal radicular, avaliada por meio de microscopia

confocal e estereomicroscopia. Os cimentos estudados foram o AHPlus, Acroseal e Adseal. Trinta dentes foram divididos em três grupos e tiveram os canais instrumentados com o sistema rotatório Protaper F5 50/05. Imediatamente antes da obturação dos canais foi adicionado o corante Rodamina B, aos cimentos e, para a obturação empregou-se a técnica da condensação lateral, com cone de guta-percha 50/02 e cones acessórios. Os espécimes foram seccionados a 2, 4 e 6 milímetros, a partir do ápice radicular, utilizando a máquina de corte Isomet. Os espaços vazios foram avaliados por meio de estereomicroscópio com 5x de aumento e a adaptação marginal através de microscopia confocal a laser com lente de 10x de aumento. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas significantes quanto à adaptação marginal às paredes do canal radicular.

No mesmo ano, MARCIANO et al., (2011b) compararam, por meio da estereomicroscopia e microscopia confocal, a porcentagem de guta-percha, cimento, espaços vazios e a influência de istmos em obturações de canais de 60 raízes mesiais de molares inferiores, obturados por meio de: técnica de cone único F2 de Protaper com conicidade (0.08), condensação lateral, System B e Thermafill. Após a instrumentação dos canais com sistema rotatório Protaper até lima F2 e irrigação com NaOCl a 2,5%, os mesmos foram secados para proceder-se a obturação final. A seguir, os 60 dentes foram divididos em quatro grupos de 15 elementos de acordo com as técnicas obturadoras. O cimento utilizado foi Thermaseal Plus ao qual foi misturado o corante Rodamina B, para sua posterior análise no microscópio confocal. Após uma semana, os dentes foram cortados com máquina de corte Isomet utilizando um disco de 0,3mm, nos níveis de 2, 4 e 6mm do ápice. Os espécimes foram analisados em estereomicroscopia para a identificação e cálculo de espaços vazios ao longo da obturação. Os resultados das 180 secções mostraram que a 2mm, a porcentagem de guta-percha, cimento e espaços vazios foram similares entre os grupos do System B, condensação lateral e a técnica de cone único. Já este último, apresentou significativamente menor quantidade de guta-percha, maior quantidade de cimento e espaços vazios em comparação ao Thermafill a 2 e 4mm do ápice. Os autores concluíram que a presença de istmos pode influenciar na qualidade da obturação do canal radicular.

DE-DEUS et al., (2011) examinaram, mediante microscopia confocal a laser, a interface existente entre o material obturador e a dentina. Trinta e seis caninos tiveram suas coroas removidas e, em seguida, seus canais foram instrumentados

com o sistema Protaper. A amostra foi dividida em 3 grupos de 12 raízes, de acordo com os cimentos obturadores utilizados. Grupo 1.- AH Plus; grupo 2.- Resilon e Epiphany; grupo 3.- Sistema Epiphany SE. Antes da utilização dos cimentos, os mesmos foram corados com Rodamina B. A técnica obturadora foi a mesma para todos os grupos; condensação lateral utilizando um cone único com diâmetro e conicidade 40/0.6 como cone principal e a compactação lateral com cones acessórios de guta-percha FM. Cada espécime foi seccionado transversalmente a 3, 6 e 8mm do ápice radicular utilizando-se disco de baixa velocidade em máquina de corte Isomet. Obtiveram-se 36 fatias, no total, divididas em 12 coronais, 12 médias e 12 apicais. As interfaces cimento/dentina foram avaliadas por meio da microscopia confocal, mostrando maiores espaços vazios nos espécimes dos segundo (Resilon e Epiphany) e terceiro (Epiphany SE) grupos, em comparação com o primeiro (AH Plus).

CAVENAGO et al., (2012), compararam a interface existente entre ThermaSeal Plus e Real Seal SE. Sessenta raízes mesiais de molares inferiores tiveram seus canais instrumentados com sistema rotatório K3 35/04 e irrigados com NaOCl a 2,5%. Os cimentos foram corados com Rodamina B, em concentração de 0,1% para a visualização no microscópio confocal. No primeiro grupo os canais foram obturados utilizando compactação vertical, com cone de Resilon e cimento RealSeal SE. Uma vez realizada a compactação vertical, o resto do canal foi preenchido com guta-percha utilizando o Elements Obturation Unit. No grupo 2 foi utilizada a mesma técnica descrita anteriormente mas utilizando-se cone único de guta-percha e cimento ThermaSeal Plus. O grupo 3 foi obturado com cone único de Resilon de diâmetro e conicidade 35/04 e cimento RealSeal SE, e por último, o grupo 4 foi obturado com cone único de guta-percha 35/04 e cimento ThermaSeal Plus. Após a presa dos cimentos, os dentes foram seccionados a 2, 4 e 6mm do ápice, utilizando uma máquina de corte Isomet, com disco de 0,3mm de espessura. No total 45 fatias por grupo foram analisadas no estereomicroscópio para visualizar a presença de istmos. A visualização das amostras na análise microscópica mostrou um padrão regular na distribuição de fendas na interface cimento-dentina, principalmente para os dois grupos com cimento Real Seal SE. Os outros dois grupos (ThermaSeal Plus) apresentaram uma quantidade significativamente menor de áreas com fendas, independentemente da técnica de obturação. A melhor adaptação marginal foi observada quando se utilizou a guta-percha e o cimento à

base de resina epóxica (ThermaSeal Plus), tanto com o System B como com cone único.

CHANDRA; SHANKAR; INDIRA, (2012), avaliaram a profundidade de penetração, nos túbulos dentinários, de 4 cimentos resinosos, por meio da microscopia confocal. Os autores utilizaram 4 grupos de 20 dentes cada um, e depois dos canais serem instrumentados, foram obturados com os cimentos AH Plus, RealSeal, EndoRez e RoekoSeal, misturados com Rodamina B. Os terços coronal, médio e apical foram avaliados por meio da microscopia confocal. A área de penetração mais profunda foi registrada e visualizada em 20x de aumento. A profundidade de penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários foi representada pela fluorescência, a qual foi traçada a partir da junção resina-dentina até a profundidade máxima. Os resultados mostraram que a máxima profundidade de penetração dos cimentos foi no nível coronal quando comparado aos terços médio e apical e que o cimento RealSeal mostrou maior capacidade de penetração nos túbulos dentinários, enquanto o Endorez foi o que obteve menor penetração.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

- I) Avaliar o selamento apical proporcionado por 4 cimentos endodônticos, por meio da infiltração apical medido por um sistema de gravação de fluxo (Flodec), nos períodos de 7 e 30 dias após a obturação.
- II) Avaliar, por meio da estereomicroscopia a quantidade de cimento, guta-percha e espaços vazios na massa obturadora.
- III) Avaliar, por meio da microscopia confocal por varredura a laser, a 2, 4 e 6mm do ápice radicular:
 - a) os segmentos do perímetro onde houve penetração, de cada cimento, nos túbulos dentinários;
 - b) a adaptação dos cimentos às paredes dos canais radiculares, analisando as fendas na interfase cimento/dentina;

4 Material e Métodos

4 MATERIAIS E METODOS

4.1 Seleção e preparo da amostra

Anteriormente à sua realização, este projeto foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos, da Faculdade de Odontologia de Bauru, com processo nº 130/2011 (anexo A).

Sessenta e oito dentes incisivos centrais superiores recém extraídos e armazenados em solução de formol a 10%, com raízes íntegras, ápices completos e curvaturas inferiores a 5° (SCHNEIDER, 1971) foram divididos em 4 grupos experimentais (n= 15), e dois grupos controle (n= 4). Para cada grupo experimental foi testado um cimento endodôntico:

- **Grupo 1 (n= 15):** AH Plus (Dentsply Maillefer, Tulsa, EUA) - cimento para obturação de canais radiculares apresentado na forma pasta/pasta, à base de resinas epoxy-amina (pasta A: resina epóxica Bisfenol A, resina epóxica Bisfenol F, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, pigmentos de óxido de ferro; pasta B: dibenzil diamina, aminoadamantane, tricyclodecane-diamina, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, óleo de silicone);
- **Grupo 2 (n= 15):** MTA Fillapex (Angelus soluções odontológicas, Paraná, Brasil) - cimento para obturação de canais radiculares apresentado na forma pasta/pasta, à base de resinas epóxi (resina salicilato, resina diluente, resina natural, óxido de Bismuto, sílica nanoparticulada, trióxido agregado mineral, pigmento);
- **Grupo 3 (n= 15):** Cimento Portland (Faculdade de Odontologia de Bauru) – cimento experimental (para o preparo deste cimento a proporção do pó Portland é de 80% e 20% de óxido de zircônio. Portanto, para se fazer uma quantidade de 1 g de cimento foram pesados 0,8g cimento Portland e 0,2g de óxido de zircônio. O líquido é composto por 80% de água destilada e 20% de propilenoglicol. Para fazer 1 mL de líquido utilizam-se 0,8 mL de água para 0,2 mL de propilenoglicol);

- **Grupo 4 (n= 15):** Sealepox (Faculdade de Odontologia de Bauru) – cimento experimental (cimento à base de resina epóxi-amina, apresentado na forma de duas pastas: pasta base: hidróxido de cálcio, tungstato de cálcio, fosfato de cálcio, resina epóxica Bisfenol A; pasta catalisadora: sulfato de bário, subnitrato de bismuto, endurecedor para resina epóxica, poliol de poliuretana vegetal (mamona));
- **Grupo controle positivo (n= 4):** Sem obturação, impermeabilizado externamente, menos o forame apical.
- **Grupo controle negativo (n= 4):** Com obturação, impermeabilizado externamente, inclusive o forame apical.

Os dentes foram radiografados no sentido mesiodistal e vestibulolingual para visualizar a anatomia do canal, procurando que o mesmo não fosse amplo, porém, o mais uniforme possível, para standardizar, da melhor maneira possível o seu preparo.

A seguir, os dentes foram cortados com discos de carborundum (Dentorium – Internacional – New York – USA) na altura da junção amelo-cementária obtendo-se espécimes de $15\pm 1\text{mm}$.

A odontometria foi estabelecida introduzindo-se uma lima tipo K nº 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até sua visualização no forame apical que foi considerado o comprimento total do canal. Subtraindo 1mm do comprimento obtido, definiu-se o comprimento real de trabalho. Na sequência, os diâmetros dos forames apicais de todos os canais foram padronizados instrumentando com a sequência de limas rotatórias Protaper: S1, S2, F1, F2 (Dentsply Maillefer, Tulsa, EUA), na extensão total do canal, utilizando o motor elétrico X-Smart (Dentsply Maillefer, Tulsa, EUA) a 250 rpm e torque de 1,0 Nxcmm. Após a padronização do forame, o preparo do canal radicular foi concluído, instrumentando-o no comprimento de trabalho, com o restante dos instrumentos do sistema Protaper: F3, F4 e F5. Posteriormente à instrumentação rotatória, o diâmetro apical de instrumentação junto ao batente, foi confirmado com uma lima manual tipo K nº 50 (Dentsply Maillefer, Tulsa, EUA).

Durante todo o procedimento, a irrigação do canal foi efetuada utilizando-se uma seringa com cânula de diâmetro 30 (NaviTip; Ultradent Products Inc. South Jordan, UT), após o uso de cada instrumento com 2mL de NaOCL a 1%. Ao final da

instrumentação, irrigou-se com 5mL de NaOCl a 1%. A seguir, os canais foram secos e inundados com solução de EDTA a 17% (Odahcam Dentsply Indústria e Comércio LTDA – Petrópolis – RJ – Brasil) por 3 minutos. A irrigação final foi realizada com 2mL de soro fisiológico. Uma bola de cera de utilidade foi colocada em todos os ápices dos espécimes com a finalidade de permitir o fluxo e refluxo das soluções irrigadoras. Finalmente, os canais foram aspirados com pontas de sucção Capillary Tips (Ultradent, Utah, EUA) e secos com pontas de papel absorventes #50 (Dentsply Maillefer, Tulsa, EUA).

4.2 Distribuição dos grupos experimentais

Os 60 espécimes experimentais foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos experimentais de 15 elementos. Todos os canais foram obturados por meio da técnica de cone único de conicidade 50/05 e preenchidos com cada cimento específico para cada grupo, com exceção do grupo controle positivo, no qual os canais foram deixados sem obturação. No grupo controle negativo, além dos canais terem sido obturados completamente, as raízes tiveram suas superfícies externas impermeabilizadas totalmente, inclusive, o forame apical.

4.3 Proporção e espatulação dos cimentos

AH PLUS

De acordo com o fabricante, partes iguais de volume (1:1) da pasta A e pasta B foram misturadas em uma placa de vidro, usando uma espátula de metal até que se obtivesse uma consistência homogênea.

MTA FILLAPEX

Este cimento apresenta-se em uma seringa dispensadora com ambas as pastas (base-catalizadora). Partes iguais (1:1) foram misturadas em uma placa de vidro até obter-se uma consistência homogênea.

SEALEPOX

Antes da retirada das pastas dos frascos, as mesmas foram homogeneizadas devidamente, utilizando espátulas de plástico. A proporção da quantidade das pastas foi de duas porções da pasta base para uma porção de pasta catalisadora, em volume. Depois as pastas devidamente proporcionadas foram dispensadas sobre uma placa de vidro e, com uma espátula de metal nº 24, espatuladas vigorosamente por, aproximadamente, 30 segundos.

CIMENTO DE PORTLAND

Para a manipulação deste cimento foi utilizado 1g de pó para 0,4mL de líquido misturando por aproximadamente 30 segundos com uma espátula metálica (nº24).

4.3.2 Aplicação do corante rodamina B

Para possibilitar análise por meio da microscopia confocal, o corante fluorescente rodamina B foi adicionado aos cimentos na concentração de aproximadamente 0,1% (D'ALPINO et al., 2006), durante o preparo dos mesmos.

Por meio de um estudo piloto verificou-se que o cimento de Portland misturado com a rodamina B após sua manipulação não permitia uma perfeita visualização no microscópio confocal, por não proporcionar uma adequada fluorescência. Decidiu-se, então, adicionar a rodamina B, primeiro ao veículo líquido. Uma vez corado, o líquido foi misturado ao pó de Portland, resultando, finalmente, em uma melhora significativa na visualização no microscópio confocal.

4.4 Obturação dos canais radiculares

Uma vez manipulados e corados, os cimentos foram levados ao interior dos canais com o auxílio de limas do tipo K nº 30 em movimentos de introdução e rotação anti-horária padronizando este movimento. Posteriormente, um cone de guta-percha (Protaper Universal, Dentsply Maillefer, Tulsa, EUA) de conicidade equivalente ao instrumento final de instrumentação (F5) foi recoberto com o mesmo cimento e levado ao interior do canal. O cone foi cortado e condensado com condensadores de Paiva nº 3 aquecidos (Golgran, São Paulo, Brasil).

Depois de obturados os espécimes foram armazenados em estufa a 37°C em 100% de umidade durante 7 e 30 dias.

4.5 Teste de infiltração de fluidos

Os espécimes do controle positivo e dos 4 grupos experimentais, foram impermeabilizados externamente com 2 camadas de esmalte para unha, deixando a embocadura do canal sem esmalte assim como 1mm ao redor da porção apical. No grupo de controle positivo os espécimes não tiveram os canais obturados. No grupo de controle negativo os canais foram obturados e impermeabilizados em toda sua superfície externa com esmalte para unha.

As medições, para avaliação do selamento dos cimentos endodônticos, foram realizadas nos períodos experimentais de 7 dias e 30 dias após a realização das obturações dos canais radiculares. Cada espécime recebeu uma adaptação para ser conectado ao aparato do sistema de transporte de fluidos (Flodec System - De Marco Engineering, Geneva, Suíça) (Figura 1A).

Após a secagem do impermeabilizante, cada raiz foi inserida em um segmento de tubo de látex (Auriflex Ind e Com. Ltda., São Roque, Brasil) com diâmetro total de 5 mm, diâmetro interno de 3mm, e de 2 cm de comprimento, introduzindo sua porção apical sob pressão, deixando cerca de 1 a 2 mm da porção cervical para fora do mesmo. Para garantir a perfeita fixação do segmento, evitando que a expulsividade das raízes provocasse o deslocamento do tubo de látex, abraçadeira de nylon (Sapi, Selco, Itália) com 10 cm de comprimento por 2,5 mm de largura foi utilizada, a qual travava, após ser apertada sobre o tubo de látex, mantendo-o em posição ao redor da raiz. Também se utilizou adesivo instantâneo (Super Bonder, Loctite, São Paulo, Brasil) para selar a interface tubo de látex/raiz na sua parte cervical.

A outra extremidade do tubo de látex foi conectada no diâmetro maior de uma agulha veterinária, hipodérmica, de metal 15x12 (Hoppner Aparelhos Veterinários Ltda., São Paulo, Brasil). A conexão com o tubo de látex foi feita estirando-se o tubo, para que, após o ajuste, mantivesse a conexão totalmente selada pela pressão de sua parede interna contra a superfície metálica da agulha (Figura 1).

A extremidade oposta desta cânula (diâmetro menor), foi conectada ao aparato medidor de fluxo de líquido (Flodec). Para tal, antes da conexão, parte da mesma foi seccionada com um disco diamantado de dupla face (Metalúrgica Fava Indústria Comércio Ltda., São Paulo, Brasil), eliminando-se a sua borda cortante.

Os espécimes foram imersos individualmente em um pote com água deionizada, mantendo a porção coronária sempre imersa em água, evitando-se a ação de capilaridade durante toda a medição. A agulha metálica foi conectada a um tubo de polietileno do dispositivo Flodec sob uma pressão hidrostática constante de 1,2 atm (MILETIC et al., 1999; TUNGA; BODRUMLU, 2006). Esse gradiente de pressão entre o reservatório de água deionizada e o espécime produz o movimento do fluido através do segmento de látex ligado à raiz.

A taxa de circulação de líquidos foi medida automaticamente durante 12 minutos constantes para cada espécime, mediante o deslocamento de uma minúscula bolha de ar que foi introduzida previamente, com uma seringa, em um capilar de vidro localizado entre o reservatório de água e o espécime. O deslocamento da bolha de ar é detectado por um laser de diodo incorporado ao dispositivo Flodec. Então, o deslocamento linear é automaticamente convertido em um fluxo de volume ($\mu\text{L min}^{-1}$) via programa de computador (Flodec Melbourne V0.36 Beta software, Genebra, Suíça) (Figura 1). A coleta automatizada dos dados foi realizada a cada 1,04 segundos.

Os dados numéricos foram transferidos para uma planilha de excel, a partir da qual os valores médios de infiltração, durante os 12 minutos de leitura, foram calculados.

Figura 1: Sistema eletrônico de medição para infiltração apical Flodec. **(A)** Espécime adaptado para ser submetido ao teste de infiltração. **(B)** Sistema Flodec. **(C)** Adaptação do espécime ao tubo de polietileno. **(D)** Bolha de ar no interior do tubo de vidro estabelecido no detector laser. **(E)** Leitura de microinfiltração com o programa Flodec Melbourne V0.36 Beta.

4.6 Preparo das amostras para avaliação microscópica

Depois de realizado o último teste de infiltração de fluidos, cada raiz, com o canal obturado, foi cortada transversalmente em fatias com espessura de 2 mm na máquina de corte Isomet (Isomet, Buehler, Lake Bluff, Illinois, EUA). Para a secção transversal a 2, 4 e 6 mm do ápice, utilizou-se um disco diamantado de 0,3 mm de espessura a 200 rpm e irrigação contínua com água. A espessura das fatias foi checada com auxílio de um paquímetro digital (Profield, USA) com precisão de 0,001mm para que as fatias estivessem entre 1,9 e 2,1 mm de espessura, (Figura 2).

O primeiro ponto estabelecido para começar o corte da raiz foi a 2mm do ápice radicular, descartando o primeiro segmento. Os 3 cortes seguintes foram realizados a cada 2 mm para obtenção das fatias de 2, 4 e 6mm. Uma marca, em

uma das faces da fatia, foi colocada para se diferenciar a face apical da cervical. A figura 3 ilustra o diagrama do seccionamento.

Foram obtidas 45 fatias por grupo, totalizando 180 espécimes para serem analisadas. Estas secções adquiridas foram colocados em uma lâmina de vidro e fixadas com cera utilidade para, posteriormente, serem polidas em máquina para polimento (Politriz, Arotec, Cotia, SP, Brasil), sendo utilizadas lixas d'água de granulometria 600, 900 e 1200, em formato de disco de diâmetro de 320 mm (Figura 4).

Figura 2: (A) Máquina de corte Isomet. (B) Espécime sendo cortado com disco diamantado de 0.3mm.

Figura 3: Diagrama esquemático do seccionamento.

Figura 4: Secções fixadas em cera utilidade, polidas e enumeradas para a sua visualização no microscópio.

As análises tanto no estereomicroscópio, como no microscópio confocal de varredura a laser, foram efetuadas na face apical de cada fatia.

4.7 Análise no estereomicroscópio

Todos os espécimes foram fotografados utilizando-se o estereomicroscópio a 50x de aumento (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Jena, Alemanha) com a finalidade de identificar os defeitos na massa obturadora. Para isto, foi utilizado o software Axiovision (Carl Zeiss) (Figura 5). Foram medidos, em todas as secções (2,4,6 mm), a área total do canal, de guta-percha e os espaços vazios em micrômetros quadrados (μm^2). Para calcular a área total de cimento, os valores da área de guta-percha e de espaços vazios foram subtraídos da área total do canal. Posteriormente, foram obtidos as porcentagens de guta-percha, cimento e espaços vazios. O operador que fez todas as medidas usou uma análise cega, ou seja, não tinha conhecimento dos materiais analisados. As medições foram repetidas 2 vezes com objetivo de melhorar a reprodutibilidade dos resultados.

Figura 5: Estereomicroscópio e programa Axionvision empregado para medir as áreas de canal, guta-percha, espaços vazios e cimento.

4.8 Análise no microscópio confocal a laser

A interface cimento/dentina foi analisada no microscópio confocal a laser modelo Leica TCS-SPE (Leica Microsystems GmbH, Mannheim, Alemanha), em modo de fluorescência (Figura 6). Os comprimentos de onda de absorção e emissão para a fluorescência da rodamina B foram de 540 e 590nm, respectivamente. As diferentes secções foram visualizadas 10 μ m abaixo da superfície da amostra com aumento de 10X de zoom. Estas imagens foram gravadas em uma resolução de 1024 x 1024 pixels usando o programa Leica Application Suite-Advanced software de fluorescência (LAS AF; Leica Microsystems GmbH) e salvas em formato TIFF.

Para mensurar as falhas de adaptação dos cimentos às paredes do canal radicular na interface cimento/dentina (fendas) e o perímetro de penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, as imagens foram avaliadas no programa Image J V1.46r (National Institute of health, USA). A escala oferecida pelas imagens de microscopia confocal (100 μ m) foi regulada no programa Image J e foram medidos, em milímetros, então: o perímetro total do canal (Figura 7), o comprimento total de fendas (Figura 8) e o perímetro total de penetração do cimento nos túbulos dentinários (Figura 9). Uma vez obtidas estas medições, foram calculadas as porcentagens de fendas e o perímetro de penetração de cimento nos túbulos, para todas as secções avaliadas.

Figura 6: Microscópio confocal.

Figura 7: Perímetro total em(mm)da obturação sendo medido com o programa Image J.

Figura 8: Medição mediante a utilização do software Image J, das fendas na interface cimento/dentina (fenda). As setas brancas mostram estas fendas.

Figura 9: Medição do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários, mediante a utilização do software Image J.

4.9 Análise dos resultados

As médias dos valores obtidos no teste de infiltração após 7 e 30 dias, a partir da obturação dos canais, estereomicroscopia, e microscopia confocal, nos 4 grupos, foram submetidas ao teste de normalidade de D'Agostino & Pearson. Como resultado da ausência de normalidade, foi utilizado os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis e Dunn, para comparação entre os grupos.

As análises estatísticas foram feitas com auxílio do software GraphPad Prism 5 (Graphpad, La Jolla, CA, EUA). Para todos os testes foi adotado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Infiltração apical

As medições da infiltração de fluidos com o sistema de transporte de fluido Flodec constam na tabela 1. No grupo controle negativo (recoberto totalmente com esmalte) o fluxo não foi detectado em nenhum espécime e em nenhum dos períodos. O controle positivo obteve os maiores valores de infiltração ($p > 0,05$). Dos 4 grupos experimentais estudados, todos os espécimes demonstraram infiltração apical nos dois intervalos de tempo estudados (7 e 30 dias). No período de 7 dias, houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos AH Plus e MTA Fillapex, e Portland e Fillapex, sendo a infiltração menor para Fillapex. No intervalo de 30 dias, não houve diferença estatisticamente significativa entre todos os cimentos. A maioria dos cimentos diminuiu a passagem de líquido, significativamente, aos 30 dias, com exceção do cimento MTA Fillapex, que manteve valores semelhantes de infiltração apical. (Figura 10).

Tabela 1 - Comparação entre os grupos em relação à infiltração de fluidos ($\mu\text{L}/\text{min}^{-1}$) em 7 e 30 dias (média $\pm$ dp).

Tempo	Controle -	Controle +	AH Plus	MTA Fillapex	Sealepox	Portland
7 dias	<0,01	2,36 $\pm$ 0,05 ^d	0,36 $\pm$ 0,12 ^a	0,16 $\pm$ 0,10 ^b	0,25 $\pm$ 0,07 ^{abc}	0,34 $\pm$ 0,14 ^{ac}
30 dias	<0,01	2,58 $\pm$ 0,42 ^d	0,13 $\pm$ 0,03 ^a	0,16 $\pm$ 0,5 ^a	0,16 $\pm$ 0,13 ^a	0,12 $\pm$ 0,05 ^a

a, b, c letras diferentes, em cada linha, correspondem a diferenças estatísticas significativas entre os grupos $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste "a posteriori" de Dunn

Figura 10: Médias de infiltração ($\mu\text{L min}^{-1}$) aos 7 e 30 dias.

5.2 Estereomicroscopia

Os dados obtidos da área total do canal, guta-percha e espaços vazios foram transformados em porcentagem mediante a fórmula: área total de guta-percha x 100/área total do canal, e analisados estatisticamente (Tabela 2). A mesma fórmula foi empregada para se obter a porcentagem de espaços vazios e área total de cimento.

Em relação a área total de cimento, a 4mm, houve diferença entre os cimentos AH Plus e MTA Fillapex e entre MTA Fillapex e Portland. A 6mm, apenas houve diferença entre MTA Fillapex e Portland (Tabela 2) (figura 11).

Para a área total de guta-percha, houve diferença estatística entre o AH Plus e o MTA Fillapex a 4mm e entre o MTA Fillapex e o Portland a 6mm (Tabela 2) (Figura 12).

Em relação aos espaços vazios, não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos em nenhuma das variáveis (2, 4, 6mm) (Tabela 2) (figura 13).

Tabela 2 - Média e desvio padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios encontrados a 2, 4 e 6 mm do ápice (valores em %).

Variáveis		AH Plus	MTA Fillapex	Portland	Sealepox
Cimento	2 mm	47,64 ± 36,00 ^a	46,38 ± 44,77 ^a	71,02 ± 39,79 ^a	33,25 ± 36,10 ^a
	4 mm	24,93± 12,35 ^a	10,11 ± 6,71 ^b	20,36 ±10,82 ^{ac}	23,45± 30,68 ^{abc}
	6 mm	28,19± 17,45 ^{ab}	13,80± 10,64 ^a	30,75 ± 17, 49 ^b	24,69 ±12,88 ^{ab}
Gutapercha	2 mm	52,27 ± 36,01 ^a	51,73 ± 46,85 ^a	23,99 ±41,35 ^a	65,30 ± 38,10 ^a
	4 mm	73,90±13,17 ^a	89,16 ± 7,15 ^b	78,51±11,43 ^{ab}	76,33± 30,89 ^{ab}
	6 mm	70,59± 18,34 ^{ab}	84,85± 11,09 ^a	66,09 ± 18,30 ^b	74,26± 13,31 ^{ab}
Espaços	2 mm	0,09 ± 0,23 ^a	0,09 ± 0,23 ^a	4,98 ± 11,31 ^a	1,45 ± 4,89 ^a
	4 mm	1,17 ± 2,62 ^a	0,72 ± 0,68 ^a	1,12 ± 1,80 ^a	0,21 ± 0,28 ^a
	6 mm	1,22 ± 1,99 ^a	1,34 ± 1,41 ^a	3,16 ± 4,92 ^a	1,04 ± 1,58 ^a

a, b, c letras diferentes em cada linha correspondem a diferenças estatísticas significativas entre os grupos, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste “a posteriori” de Dunn.

Figura 11 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6mm do ápice.

Figura 12 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6mm do ápice.

Figura 13 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6mm do ápice.

5.3 Microscopia confocal

Os valores globais, em porcentagens, das fendas na interface cimento/dentina e da penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 2mm encontram-se descritos nas tabela 3 e 4, respectivamente, e na figura 11; a 4mm nas tabelas 5 e 6, respectivamente, e na figura 12; a 6mm nas tabelas 7 e 8, respectivamente, e na figura 13.

A 2mm, o MTA Fillapex obteve diferença estatisticamente significativa com os demais cimentos, tendo o maior valor de fendas na interface cimento/dentina. Os demais cimentos não diferiram, estatisticamente, entre si (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias, valores mínimos, máximos (em porcentagem), e desvios padrão (dp) das fendas na interface cimento/dentina a 2mm do ápice, nos grupos estudados.

Grupos	N	Média	Mínimo	Máximo	dp
AH Plus	15	9,038 ^a	0	69,68	17,67
MTA Fillapex	15	33,45 ^b	10	63,33	16,76
Portland	15	15,49 ^a	0	79,46	23,95
Sealepox	15	0,53 ^a	0	4,08	1,1

a, b letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significativas entre os grupos, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste "a posteriori" de Dunn.

Em relação ao seguimento do canal perímetro de penetração dos cimentos a 2mm, O cimento Portland apresentou valores maiores de penetração, com diferença estatisticamente significativa em relação ao MTA Fillapex e ao Sealepox (tabela 4).

Tabela 4 - Médias, valores mínimos, máximos (em porcentagem), e desvio padrão (dp) do perímetro de penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 2mm do ápice, nos grupos estudados.

Grupos	N	Média	Mínimo	Máximo	dp
AH Plus	15	19,84 ^{abc}	0	100	29,06
MTA Fillapex	15	11,87 ^{ac}	0	98,25	26,32
Portland	15	37,7 ^b	0	100	29,22
Sealepox	15	6,68 ^c	0	42	13,58

a, b, c letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significativas entre os grupos, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste “a posteriori” de Dunn.

Figura 14 - Representações gráficas de: **(A)** porcentagem da interface cimento/dentina e **(B)** porcentagem do perímetro de penetração de cimento, nos túbulos dentinários, a 2mm do ápice.

A 4mm, o MTA Fillapex obteve diferença estatisticamente significativa com o AH Plus e o Sealepox, obtendo o maior valor na interface cimento/dentina. Também houve diferença entre os cimentos Portland e Sealepox, sendo este o de menor porcentagem (Tabela 5).

Tabela 5 - Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão (dp) das fendas na interface cimento/dentina a 4mm do ápice, nos grupos estudados.

Grupos	N	Média	Mínimo	Máximo	dp
AH Plus	15	5,73 ^{ac}	0	17,48	6,11
MTA Fillapex	15	36,82 ^b	0	74,9	23,24
Portland	15	23,47 ^{ab}	2,88	57,14	20,13
Sealepox	15	0,74 ^c	0	10,03	2,57

a, b, c letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significativas entre grupos, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste “a posteriori” de Dunn.

Em relação ao segmento do perímetro de penetração dos cimentos a 4mm, o Sealepox mostrou o menor valor, diferindo estatisticamente do AH Plus e do Portland (tabela 6).

Tabela 6. Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão (dp) do perímetro de penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 4mm do ápice, nos grupos estudados.

Grupos	N	Médias	Mínimo	Máximo	dp
AH Plus	15	58,94 ^{ac}	23,1	93,75	22,43
MTA Fillapex	15	41,39 ^{abc}	0	100	32,65
Portland	15	64,61 ^c	0	100	32,81
Sealepox	15	20,48 ^b	0	80,84	24,7

a, b, c letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significativas entre grupos, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste “a posteriori” de Dunn.

Figura 15 - Representações gráficas de: **(A)** porcentagem interface cimento/dentina e **(B)** porcentagem do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários, a 4mm do ápice.

A 6mm, o MTA Fillapex obteve diferença estatisticamente significativa com o AH Plus e o Sealepox, obtendo o maior valor na interface cimento/dentina. Também houve diferença entre os cimentos Portland e Sealepox, sendo este o de menor porcentagem (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão (dp) das fendas na interface cimento/dentina a 6mm do ápice, nos grupos estudados.

Grupos	N	Médias	Mínimo	Máximo	dp
AH Plus	15	12,78 ^{ab}	0	46,21	16,51
MTA Fillapex	15	52,48 ^c	17,61	94,87	24,92
Portland/OZ	15	29,03 ^{ac}	4,86	95,16	23,37
Sealepox	15	1,47 ^b	0	12,09	3,1

a, b, c. letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significativas entre grupos, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste “a posteriori” de Dunn.

Em relação ao segmento do perímetro de penetração dos cimentos a 6mm, apenas os cimentos Portland e Sealepox apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si, sendo a menor porcentagem de penetração a do Sealepox (tabela 8).

Tabela 8 - Porcentagem de médias, valores mínimos, máximos e desvio padrão (dp) do perímetro de penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários a 6mm do ápice, nos grupos estudados.

Grupos	N	Médias	Mínimo	Máximo	dp
AH Plus	15	63,47 ^{ab}	4,61	100	33,06
MTA Fillapex	15	64,75 ^{ab}	12,45	100	29,84
Portland	15	78,09 ^a	32,98	100	22,5
Sealepox	15	44,26 ^b	0	100	30,14

a, b, c. letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significativas, $p < 0,05$. Teste estatístico de Kruskal-Wallis com teste “a posteriori” de Dunn.

Figura 16 - Representações gráficas de: **(A)** porcentagem da interface cimento/dentina e **(B)** porcentagem do perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários, a 6mm do ápice.

Exemplos dos espécimes a 2, 4 e 6mm do ápice, analisados mediante estereomicroscopia e microscopia confocal de varredura a laser, dos cimentos testados, podem ser visualizados em continuação nas figuras (17-20).

Figura 17 – a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento AH Plus.

Figura 18 – a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento MTA Fillapex.

Figura 19 – a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento Portland.

Figura 20 – a, b, c. Representações gráficas de microscopia confocal a 2,4,6mm do ápice respectivamente. d, e, f. Representações gráficas de estereomicroscopia a 2,4,6mm do ápice respectivamente, do cimento Sealepox.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 Sobre a metodologia

Para o presente estudo, os espécimes escolhidos foram dentes humanos, sendo incisivos superiores extraídos por terem aceitação ampla em muitos estudos de qualidade da obturação e infiltração, uma melhor simulação das condições clínicas do tratamento endodôntico, e anatomia semelhantes entre si, que fazem com que as condições do preparo sejam uniformes.

As coroas foram removidas em todos os espécimes com o objetivo de favorecer a padronização do tratamento dos mesmos e as demais fases do experimento.

Os forames de todos os espécimes foram padronizados com o objetivo de evitar variações dos resultados de infiltração (BIGGS et al., 2006; COBANKARA et al., 2002; HAIKEL et al., 1999; MILETIC et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2011). até o calibre 25/08 e o comprimento de trabalho foi confeccionado até o calibre 50/05, a 1mm aquém do ápice.

O hipoclorito de Sódio foi empregado como solução irrigadora visto sua eficácia para a remoção de detritos do interior do canal, a capacidade de dissolução de tecido pulpar e de lubrificação do mesmo, na etapa de preparo (MOHAMMADI, 2008).

Foi utilizado EDTA, após o preparo biomecânico, com a finalidade de remover a “smear layer”, que pode atuar como barreira física impedindo a correta adesão dos materiais obturadores às paredes do canal. O emprego desta solução melhora esse contato e expõe uma maior quantidade de túbulos dentinários diminuindo a interface de dentina/material obturador permitindo uma menor infiltração de fluidos (JHAMB; NIKHIL; SINGH, 2009; NISCHITH et al., 2012). Facilita a penetração do cimento obturador no interior dos túbulos dentinários.

Muitos estudos de infiltração apical de fluidos têm empregado, como técnica de obturação, a condensação lateral (BIGGS et al., 2006; HIRAI et al., 2010; MILETIC et al., 2002; ORUCOGLU; SENGUN; YILMAZ, 2005; SANTOS et al., 2010; ZMENER et al., 1997), outros estudos têm comparado a técnica do cone único com a condensação lateral, sem encontrar diferenças entre elas (AL-HADLAQ; AL-

JAMHAN; ALSAEED, 2010; INAN et al., 2009; PITOUT; OBERHOLZER, 2009; WU; OZOK; WESSELINK, 2000; WU; VAN DER SLUIS; WESSELINK, 2006). Como o objetivo deste estudo não foi comparar técnicas de obturação e sim observar o comportamento dos cimentos, optou-se pela técnica do cone único, de conicidade semelhante aos instrumentos rotatórios empregados no preparo, por utilizar maior quantidade de cimento, possibilitando a este cimento o desempenho de sua capacidade seladora, penetrando na maioria de espaços ao longo do canal radicular, sem ajuda ou de limitações de diferentes técnicas de obturação.

Todos os cimentos foram preparados de acordo as especificações do fabricante e levados primeiramente ao interior do conduto utilizando-se de uma lima do tipo kerr 30, em quantidades semelhantes, para assegurar o maior contato dos cimentos junto com as paredes do canal radicular. Em seguida, inseriu-se o cone de guta-percha com grande conicidade envolto pelo cimento, no interior do canal até o batente apical. Ao realizar a compactação na embocadura do canal observou-se o extravasamento de cimento e não de guta-percha, em todos os espécimes pelo forame apical, previamente alargado e padronizado em diâmetro #25, indicando a correta padronização dos forames.

Na primeira parte desta pesquisa, foi avaliada a capacidade dos cimentos de produzirem um correto selamento na porção apical. TIMPAWAT; VONGSAVAN; MESSER, em 2001 afirmaram que existem duas interfaces por onde pode se produzir infiltração apical: a interface entre o cimento e a guta-percha, e entre o cimento e/ou as paredes dentinárias. Por este motivo, o selamento apical é importante para impedir a passagem de qualquer tipo de fluido intersticial, ou exudato inflamatório no interior dos defeitos da obturação e nas fendas na interfase, induzindo a formação de periodontites apicais crônicas, retardando o reparo no tecido apical o periapical, que possam induzir processos inflamatórios crônicos onde as bactérias podem se estabelecer nas regiões periapicais retardando, ou impedindo o reparo dos tecidos periapicais (SUNDQVIST et al., 1998; VALERA et al., 2006). Também, os cimentos endodônticos, quando em contato com fluidos, podem liberar componentes tóxicos ou irritantes para os tecidos periapicais provocando uma resposta biológica inflamatória (BOUILLAGUET et al., 2008).

O sistema de transporte de fluidos tem sido avaliado, na endodontia, por vários pesquisadores sendo considerado um método sensível e eficaz (BOUILLAGUET et al., 2008; COBANKARA et al., 2002; DERKSON; PASHLEY;

DERKSON, 1986; VASCONCELOS et al., 2011; WU et al., 2003). No entanto, quando utilizados métodos de deslocação de bolha de ar, as medições são, relativamente, subjetivas porque dependem diretamente de leituras visuais. O Flodec, é um método computadorizado, totalmente eletrônico, de confiança e digital, depende, unicamente, do controle da pressão necessária para eliminar deficiências dos outros sistemas (ORUCOGLU; SENGUN; YILMAZ, 2005). A grande vantagem deste método, em comparação com outros métodos, como a infiltração de corante é a capacidade de conservar o espécime intacto e permitir a reprodução dos testes várias vezes, em qualquer período de tempo, podendo observar a tendência de diminuir o aumentar a infiltração de fluidos permitida pelos materiais obturadores, em diversos períodos de tempo (TUNGA; BODRUMLU, 2006). Outra vantagem do teste eletrônico de microinfiltração (Flodec), em comparação com a técnica de penetração de corante, é que esta última tem a desvantagem principal de ser semi-quantitativa, muitas vezes, envolvendo apenas um plano de vista, ou seja, unicamente mede o comprimento do vazio e não fornece qualquer informação sobre o volume de líquido que, realmente, penetra no vazio, nas diversas interfaces (KING et al., 1990; ORUCOGLU; SENGUN; YILMAZ, 2005).

Neste estudo, avaliaram-se dois períodos de infiltração de fluidos, aos 7 e 30 dias posteriores à obturação. A vantagem de se conservar os espécimes e não destruí-los permitiu as avaliações posteriores da qualidade de obturação e análises das interfaces, em microscopia.

O teste de infiltração de fluidos é um método baseado no líquido que é forçado e penetra através da obturação, ou entre os espaços vazios que possam existir entre o cimento, as paredes dentinárias e a guta-percha. Até agora não existe uma standardização quanto à pressão hidrostática. Neste estudo foi utilizada a pressão 1,2 atm ou equivalente a 17,4 psi. Este grau de pressão utilizado foi similar ao estudo de (TUNGA; BODRUMLU, 2006).

A aplicação da microscopia de varredura confocal a laser tem sido utilizada para a pesquisa em odontologia. Alguns estudos prévios já utilizaram esta microscopia para avaliar a qualidade de obturações endodônticas (GHARIB et al., 2007b) (MARCIANO et al., 2011b; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009b). A vantagem desta tecnologia é que permite diferenciar as fendas já que produzem poucos artefatos, coisas que não são possíveis de se observar na estereomicroscopia (MARCIANO et al., 2011a). Outra vantagem é que as amostras não precisam ser

processadas, então, os espécimes podem ser reavaliados várias vezes. O estereomicroscópio é utilizado, neste tipo de pesquisa, para quantificar e medir, mediante software específico, a quantidade de espaços vazios ao longo da obturação. Fato que é difícil de se observar no microscópio confocal devido a que materiais, como a guta-percha, têm a mesma fluorescência que o espaço vazio, ou seja, nula, podendo confundir-se entre eles.

6.2 Dos resultados do teste de infiltração de fluidos

Idealmente, os cimentos deveriam ser capazes de produzir um selamento completo entre as interfaces antes mencionadas para, assim, evitar a infiltração de fluidos. No entanto, todos os cimentos submetidos a este teste, nesta pesquisa, permitiram a passagem de líquidos, através das distintas interfaces, em todos os tempos avaliados, indicando que alguns vazios, possivelmente são contínuos e podem unir os terços apicais e coronários dos canais obturados.

A análise de infiltração de fluidos mostrou ser um método eficaz e confiável quanto aos resultados.

Os maiores graus de infiltração se observaram no período de 7 dias para o cimento AH Plus, em comparação com os demais cimentos avaliados. Este resultado poderia ser explicado devido ao curto tempo de presa deste cimento que pode produzir contração, causando uma prematura desadaptação das paredes dentinárias com o cimento (MILETIC et al., 2002), formando espaços entre o cimento, ou entre o cimento/dentina e a guta-percha com o cimento. Embora outros estudos demonstrem que o cimento AH Plus tem um tempo de presa 20 vezes maiores que outros cimentos devido a que os componentes pasta/pasta do cimento produzem uma lenta reação de polimerização das resinas aminas onde a conversão de monômeros em polímeros ocorre gradualmente (RESENDE et al., 2009). O estudo de BALDI et al., em 2012, demonstrou a variação dos valores no tempo de presa do AH Plus dependendo da porção do tubo de onde o cimento era extraído. Em alguns tubos, a consistência do cimento era muito fluida no começo, e muito espessa no final do tubo. Portanto, o tempo de presa foi alto quando o cimento era utilizado no começo do tubo.

Como todos os espécimes foram mantidos em 100% de umidade, pode-se

especular que os materiais que possuem óleo, como o AH Plus poderiam dificultar a sua correta adesão com a dentina úmida podendo resultar em má adaptação do material com a parede do canal radicular (ORUCOGLU; SENGUN; YILMAZ, 2005; ZMENER et al., 1997).

Mesmo assim, no que concerne ao período de 30 dias, observou-se que o cimento AH Plus teve sua capacidade de selamento melhorada em relação aos 7 dias, demonstrando um comportamento estável deste cimento, tendo como característica desejável uma boa estabilidade dimensional a longo prazo, expandindo-se continuamente, através do tempo (ORSTAVIK; NORDAHL; TIBBALLS, 2001). A importância de se avaliar a infiltração em vários períodos de tempo e o fenômeno de menor infiltração com o passar do tempo existe; consiste em que o selamento do canal radicular deve ser duradouro para ter êxito clínico, a longo prazo.

Em nosso estudo, o cimento MTA Fillapex nos períodos de 7 e 30 dias demonstrou estabilidade quando submetido aos testes de infiltração. SILVA et al., em 2013, avaliaram algumas propriedades físico-químicas do MTA Fillapex e do AH Plus, entre elas: citotoxicidade, radiopacidade, e escoamento. O MTA Fillapex mostrou ser mais citotóxico, e ter boa radiopacidade. O MTA Fillapex teve significativamente melhor escoamento que o AH Plus. Em nossos resultados, encontrados no período de 7 dias, o MTA Fillapex demonstrou significativamente menor infiltração que o AH Plus e que o cimento de Portland. Este maior grau de escoamento do cimento pode ter selado de melhor maneira as interfaces entre dentina e cimento, melhorando a qualidade do selamento, o que impediu no primeiro período, maior passagem de líquido no interior dos espécimes. Outro autor, (GOMES et al., 2012), utilizando infiltração de corantes verificou que, após 7 dias, o MTA Fillapex teve menor infiltração que os cimentos endo-CPM-Sealer e Sealapex.

Outro estudo utilizando a metodologia de infiltração de corantes mostrou que o MTA Fillapex, em período de 72 horas, possibilitou maior infiltração que o cimento AH Plus e o MTA, resultados contrários aos nossos achados (SONMEZ et al., 2012).

Outro trabalho de BORGES et al., em 2012, avaliou a solubilidade do MTA Fillapex, e explica que este cimento apresentou uma massa compacta e uma superfície homogênea antes de ser submetido ao teste de solubilidade. Após 7 dias, as superfícies externas e internas dos espécimes que foram submetidos aos testes de solubilidade foram analisadas mediante MEV. Estes espécimes diminuíram a

rugosidade, aparecendo porosidades e “cracks” na matriz resinosa. Portanto, este cimento obteve alta percentagem de solubilidade quando comparado aos cimentos AH Plus, Iroot SP e Sealapex. O cimento AH Plus demonstrou ter o menor grau de solubilidade em comparação com os demais cimentos.

O Cimento Sealepox é um cimento à base de resina epóxica desenvolvido na Faculdade de Odontologia de Bauru pelo Prof. Ivaldo Gomes de Moraes, com um trabalho iniciado no ano de 1984. A formulação tem sido melhorada durante estes últimos anos. Um cimento antecessor ao Sealepox chamado de MPB foi previamente testado por vários autores. BRANDÃO, em 1999; e DA SILVA NETO et al., em 2007 demonstraram que o MPB teve um comportamento estável, parecido com o AH Plus, diminuindo os níveis de infiltração com o decorrer dos dias. Outros resultados similares foram relatados por VASCONCELOS et al., em 2011. Na nossa pesquisa, o comportamento deste cimento foi estável diminuindo aos 30 dias a passagem de fluidos apicalmente. O Prof. Ivaldo Gomes de Moraes, avaliou algumas características do cimento MPB relatando que este cimento não apresentava contração e sim uma ligeira expansão.

O Sealepox, como o MPB, possui em sua formulação uma resina poliuretana vegetal que, provoca expansão do cimento durante sua polimerização, o que influenciaria, benéficamente, na qualidade do selamento e, por consequência, melhoraria a adesão às paredes dentinárias, diminuindo a infiltração apical.

O valores de microinfiltração em 7 e 30 dias do cimento de Portland foram muito similares aos do cimento AH Plus. Em 30 dias os níveis de microinfiltração deste cimento diminuíram drasticamente, de 0,34 vs 0,12 ($\mu\text{L}/\text{min}^{-1}$), demonstrando que com o passar do tempo a propriedade de selamento ao nível apical melhorou.

O propileno glicol, na odontologia, tem sido empregado como veículo nas pastas de hidróxido de cálcio e em cimento endodôntico revelando baixa citotoxicidade (CHANG et al., 2010).

Normalmente, a utilização de água é utilizada para a mistura do MTA. HOLLAND et al., em 2007, observaram que a substituição da água pelo propileno glicol melhorou a biocompatibilidade do material e, sobretudo a sua manipulação e inserção no interior do canal radicular. Recentemente, DUARTE et al., em 2012 misturando o MTA numa proporção de 80% de água destilada mais 20% de propileno glicol, visualizaram a melhora do escoamento, o aumento no tempo de presa e do pH, e a liberação de íons cálcio, quando comparado a outros veículos.

A escolha de se utilizar esta proporção de água/propileno glicol em nosso estudo, foi de aproveitar as suas propriedades e o escoamento que facilitou sua manipulação no momento de obturar os canais radiculares.

DUARTE et al., em 2012; e MARTIN et al., em 2007 observaram que o selamento com MTA, após 4 semanas, melhorou notavelmente em comparação a 48 horas. Eles discutem que este fator pode se dever a que os espécimes permaneceram em meio úmido, porém, existiu contínua liberação de íons cálcio e hidroxilas durante a tomada de presa do MTA, e que a sua interação com a solução buffer de fosfato salino em que os dentes estavam imersos se difundiu através da obturação podendo produzir deposição de hidroxiapatita, entre os diversos espaços das distintas interfaces existentes ao longo da obturação, obliterando parcialmente estes espaços com cristais de hidroxiapatita, reduzindo assim, o fluxo de líquidos após 4 semanas. BOZEMAN; LEMON; ELEAZER, em 2006, também relataram este fenômeno de que o MTA pode produzir grande quantidade de aposição de hidroxiapatita, e que esta poderia preencher alguns espaços vazios, diminuindo a infiltração.

É incerto, se em nosso estudo, este fator mencionado anteriormente possa ter acontecido, devido a que, os espécimes foram conservados em solução salina e não em solução tampão. Se bem, outros estudos têm demonstrado a expansão do MTA quando este encontra-se em meio úmido, favorecendo a capacidade seladora nas margens da interface cimento-dentina, melhorando o selamento e minimizando a infiltração (BENTZ et al., 2001; HAWLEY; WEBB; GOODELL, 2010).

6.3 Dos resultados da avaliação em estereomicroscopia microscopia confocal.

Os resultados das análises em estereomicroscopia mostraram, que em todos os níveis, existiram espaços vazios, independentemente dos cimentos utilizados. A análise estatística não demonstrou diferenças significantes entre os grupos ($p < 0.05$). O fato de ter utilizado um único cone com conicidade .08 para obturar os espécimes, teve como principal desvantagem, a pobre adaptação do mesmo nos terços coronais e médios que, por serem terços amplos, fizeram com que a quantidade de cimento fosse aumentada nestas regiões, aumentando a possibilidade do aparecimento de espaços vazios.

A 4mm do ápice, o MTA Fillapex apresentou diferença estatística na porcentagem de guta-percha, em relação à área do canal radicular, quando comparado com o cimento AH Plus, 89.16% vs 73.90%, respectivamente. No nível de 6mm, o MTA Fillapex obteve 84.85% quando comparado com o cimento Portland 66.09%, sendo significativa estatisticamente ($p < 0.05$). Esses valores podem ser explicados em razão da anatomia radicular que, por mais que sido tenha sido padronizada, escolhendo-se o mesmo grupo dentário, e selecionando radiograficamente o tipo de canal (reto e estreito), para todos os espécimes, variações anatômicas em cada canal sempre estão presentes. Por isso o instrumento rotatório não consegue padronizar a anatomia. Se levarmos em conta estas porcentagens de guta-percha, podemos observar que esta variável, pode estar em relação direta com os resultados obtidos em 7 dias, no teste de infiltração de fluidos, beneficiando indiretamente, algum cimento, neste caso o MTA Fillapex que apresentou maior quantidade de guta-percha. Esta variável está em relação direta com a anatomia radicular que, por mais que se tente controlar, com a padronização dos espécimes, é algo que foge ao controle. Essa variável seria controlada se a pesquisa fosse realizada em canais artificiais padronizados.

O cimento Portland teve maior quantidade que o MTA Fillapex, a 4 e 6mm do ápice, havendo diferença estatística significativa entre eles ($p < 0.05$). Esse fato talvez se deva à própria consistência do cimento Portland, mais pesada, bem como, à técnica obturadora, mais especificamente ao método de assentamento do cone (técnica clássica), o que pode ter dificultado a adaptação do cone às paredes. Pode-se, ainda, conjecturar sobre a própria standardização do cone de guta-percha, talvez, não reproduzindo fielmente o formato do instrumento endodôntico utilizado no preparo final do canal.

A existência das fendas na interface entre as paredes dentinárias e o cimento obturador consiste na possibilidade de que esses espaços vazios possam servir de depósito para que substratos provenientes dos tecidos bucais e periapicais como líquidos intersticiais e exudatos inflamatório, se convertam em grandes fontes de nutrição para as bactérias; o que, a longo prazo, poderia levar a um insucesso no tratamento endodôntico.

No nosso estudo, todos os cimentos tiveram falhas de adaptação entre dentina e cimento obturador. A maior porcentagem de fendas na interface foi visualizada a 6mm do ápice radicular. Nesta região, existiu maior quantidade de

cimento, certamente, devido à utilização da técnica de cone único como técnica de obturação, considerando-se a anatomia do canal. Nesta região existe um maior diâmetro do canal quando comparado com o terço médio e apical (GHARIB et al., 2007b) o que explicaria estes resultados.

Outro fator a considerar é que os resultados da avaliação em microscopia são dependentes dos testes prévios do Flodec. Os espécimes permaneceram em meio úmido durante todo o período de análise no Flodec. Então, em 30 dias os cimentos poderiam sofrer solubilidade, aumentando a interface entre cimento e dentina.

O cimento MTA Fillapex foi o que apresentou maior porcentagem de interface, em todos os níveis analisados. Se levarmos em conta os resultados do estudo de BORGES et al., em 2012 poderíamos supor que a grande solubilidade do MTA Fillapex causaria maior interface ao longo do tempo, comprometendo a qualidade do selamento da obturação. Outros estudos que comparassem apenas a qualidade de selamento deste material deveriam ser realizados.

Poucos são os relatos na literatura, sobre o MTA Fillapex quanto à sua capacidade ou qualidade de selamento. Por ser um cimento que está há pouco tempo no mercado, poucas evidências científicas na literatura estão disponíveis para serem discutidas e comparadas com os resultados deste estudo.

O cimento Portland teve percentagens de fendas na interface similares ao cimento AH Plus, mas a quantidade de espaços vazios ao longo da obturação, deixados pelo cimento Portland é discutível. A manipulação deste material e colocação no interior do canal foi mais dificultosa que os outros cimentos utilizados, mesmo com a adição de 20% de propileno glicol. Por não ter componente resinoso na sua formulação e seu escoamento ser limitado, isto pode ter colaborado na formação de maiores espaços vazios nas obturações. Os procedimentos de obturação dos canais radiculares, neste estudo, foram feitos pelo mesmo operador e com a mesma técnica para todos os grupos, com a intenção de que não existissem variações que pudessem alterar os resultados. A técnica de cone único também pode ter influenciado na formação de espaços vazios devido a que o cimento de Portland pela sua consistência pesada não foi capaz de selar adequadamente ao longo canal. Avaliar este cimento com outras técnicas de obturação como, por exemplo, a condensação lateral seria ideal para ver se seu comportamento melhora, já que em teoria, a quantidade de cimento que seria usada para produzir selamento, neste tipo de técnica, seria menor.

O perímetro de penetração dos cimentos AH Plus e Portland, nos túbulos dentinários, foi similar nos terços cervical (6mm) e médio (4mm). Já na região de 2mm, o Portland foi significativamente superior ao cimento MTA Fillapex e Sealepox. O cimento de Portland também foi superior em 4 e 6mm quando comparado com o Sealepox. A parte discutível deste resultado é que, pelo fato do cimento Portland não ter um componente resinoso, pode-se perguntar, o quê realmente penetrou no interior dos túbulos dentinários. Foi o componente aquoso deste cimento, unicamente?. KOMABAYASHI; SPANGBERG, em 2008 relataram que aproximadamente 70% do MTA tem tamanho de partículas de 1,5 μm , e o diâmetro destas partículas oscilava entre 3,05-2,44 μm . GARBEROGLIO; BRANNSTROM, em 1976, em estudo com microscopia eletrônica de varredura, verificaram que o diâmetro médio dos túbulos dentinários ao longo da raiz gira e, torno de 0,9-2,5 μm . Isto faz pensar que existe a possibilidade que nem todas as partículas do Portland possam penetrar no interior dos túbulos dentinários, ao longo do canal. Há que considerar, ainda, a técnica obturadora utilizada que não produz compressão do material obturador, contra as paredes dos canais, compressão essa que melhoraria a adaptação às paredes dentinárias.

Outro item a discutir seria a viabilidade de retratar um dente obturado com cimento Portland devido à dureza deste material, uma vez tomado presa. BOUTSIUKIS; NOULA; LAMBRIANIDIS, em 2008 observaram que o MTA não podia ser removido completamente do canal radicular independentemente de ter sido usado ultrassom ou sistemas rotatórios, como técnicas de remoção. Quando o canal foi obturado completamente com MTA estes instrumentos não conseguiram penetrar a consistência dura do material. No entanto, quando a obturação era combinada com cones de guta-percha, retratar esses canais com sistemas rotatórios, era mais fácil, e que o uso adicional do ultrassom para remover qualquer remanescente, também seria necessário. Apesar de terem sido utilizados dentes unirradiculados, o autor relata que, em alguns espécimes, foi impossível permeabilizar totalmente o canal radicular devido à presença densa do MTA no comprimento de trabalho, somado ao diâmetro pequeno na região apical. Em nosso estudo dentes unirradiculados também foram utilizados, porém, com anatomias mais simples, o que faz pensar que em dentes multirradiculados e com curvaturas complexas o procedimento de retratamento seria mais complexo.

Mesmo considerando que tenha ocorrido penetração, apenas de líquido, do

cimento Portland, no interior dos túbulos dentinários, tal líquido por ser altamente alcalino poderia propiciar propriedades antimicrobianas. O que não se saberia, com certeza, é por quanto tempo esse líquido permaneceria no interior dos túbulos dentinários sem perder suas propriedades alcalinas ou sofrer alguma alteração física como a evaporação da água, por exemplo.

Geralmente, este material é usado amplamente para selar diferentes tipos de perfurações, para apexificações, cirurgias para-endodônticas, pulpotomias, recobrimentos pulparem diretos, entre outros (PARIROKH; TORABINEJAD, 2010). A grande vantagem do cimento de Portland são as suas propriedades biológicas que, consistentemente, podem induzir fechamento do forame do canal principal por deposição de cimento, com a ausência de células inflamatórias ao fim de 6 meses e a capacidade de formar neoformação de tecido mineralizado (HOLLAND et al., 1999).

Finalmente, as propriedades físico-químicas do Sealepox deveriam ser analisadas. Em nosso estudo o perímetro de penetração no interior dos túbulos dentinários, deste cimento, a 2 e 4mm do ápice foi reduzida, quando comparada com os outros cimentos, mas a 6mm foi similar. Se bem, certos autores determinam que a penetração de cimento no interior dos túbulos dentinários estão em relação com a otimização da qualidade final da obturação (KOKKAS et al., 2004; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009b; PATEL et al., 2007), eles afirmam que esta penetração aumentaria a superfície de contato entre o cimento e a dentina produzindo uma melhor retenção mecânica. No entanto, DE-DEUS et al., em 2012 relatam que não houve correlação significativa entre a penetração do cimento nos túbulos dentinários com a qualidade de selamento, o que, para nosso estudo, esta afirmação também pode ser considerada, pois, apesar do Sealepox ter conseguido pouca penetração nos túbulos dentinários, a sua adesão às paredes foi superior aos demais cimentos, levando em consideração a baixa percentagem de interface deste material. Por isso, pode-se indicar que a penetração de cimentos no interior dos túbulos dentinários não é um indicador de melhor adaptação ou melhor selamento no interior dos canais radiculares, e que clinicamente não se saberia da sua relevância. Há cimentos que tem uma grande capacidade de penetrar nos túbulos dentinários, no entanto, podem sofrer contração ou mesmo solubilização intensa secundária a um processo de infiltração, deixando uma interface entre a obturação e as paredes do canal radicular.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Considerando a metodologia utilizada e os resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- 1.- Nenhum cimento endodôntico avaliado foi capaz de impedir a infiltração de fluidos em 7 e 30 dias.
- 2.- Em 30 dias, a maioria dos cimentos diminuiu as porcentagens de infiltração; demonstrando melhora no comportamento dos cimentos ao longo do tempo. O MTA Fillapex foi o único cimento que manteve o nível de infiltração.
- 3- Após os testes de infiltração de fluidos, todos os cimentos apresentaram fendas nas interfaces cimento/dentina nos níveis apical, médio e cervical.
- 4- Todos os cimentos penetraram nos túbulos dentinários sendo que a maior penetração ocorreu a 6mm do ápice e a menor, a 2mm.
- 5- Todos os espécimes apresentaram espaços vazios ao longo da obturação.
- 6- A 4 e 6mm, houve diferenças estatísticas quanto a porcentagem de cimento e guta-percha, com maior porcentagem de cimento para o Portland e, consequentemente, menor porcentagem de guta-percha.

Os cimentos testados utilizando a técnica de cone único proporcionaram selamento satisfatório baseado nestas observações,

Referências

REFERÊNCIAS

- Abedi H, Shahriari S, Jalalzadeh SM, Moradkhany R. A comparative study of density of obturated root canals by conventional and mechanical lateral condensation techniques. *Dent Res J (Isfahan)*. 2009;6(2):55-8.
- Al-Hadlaq SM, Al-Jamhan A, Alsaeed T. Comparison of the single cone and cold lateral compaction techniques in sealing 0.04 taper root canal preparations. *Gen Dent*. 2010;58(5):e219-22.
- Andelin WE, Browning DF, Hsu GH, Roland DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. *J Endod*. 2002;28(8):573-4.
- Baldi JV, Bernardes RA, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Moraes JC, et al. Variability of physicochemical properties of an epoxy resin sealer taken from different parts of the same tube. *Int Endod J*. 2012;45(10):915-20.
- Bentz DP, Jensen OM, Hansen KK, Olesen JF, Stang H, Haecker CJ. Influence of cement particle-size distribution on early age autogenous strains and stresses in cement-based materials. *Journal of the American Ceramic Society*. 2001;84(1):129-35.
- Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL, Pashley DH. An in vitro assessment of the sealing ability of resilon/epiphany using fluid filtration. *J Endod*. 2006;32(8):759-61.
- Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM. A Confocal Laser Scanning Microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *Int Endod J*. 2004;37(12):840-8.
- Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Junior FA, De-Deus G, Miranda CE, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J*. 2012;45(5):419-28.
- Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J*. 2008;41(3):219-26.

Boutsioukis C, Noula G, Lambrianidis T. Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. *J Endod*. 2008;34(10):1239-42.

Bozeman TB, Lemon RR, Eleazer PD. Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *J Endod*. 2006;32(5):425-8.

Brandão CG. Propriedades físico-químicas dos cimentos endodónticos resinosos Sealer 26, e dos experimentais, Sealer plus e MBP, comparadas as do Óxido de zinco e eugenol [Dissertação Mestrado]. Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1999.

Buchanan LS. The continuous wave of obturation technique: 'centered' condensation of warm gutta percha in 12 seconds. *Dent Today*. 1996;15(1):60-2, 4-7.

Buckley M, Spangberg LS. The prevalence and technical quality of endodontic treatment in an American subpopulation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;79(1):92-100.

Cavenago BC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, Carpio-Perochena AE, Bramante CM. Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. *Braz Dent J*. 2012;23(3):205-11.

Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of Penetration of Four Resin Sealers into Radicular Dentinal Tubules: A Confocal Microscopic Study. *J Endod*. 2012.

Chang MC, Lin LD, Chen YJ, Tsai YL, Cheng YA, Kuo CS, et al. Comparative cytotoxicity of five root canal sealers on cultured human periodontal ligament fibroblasts. *Int Endod J*. 2010;43(3):251-7.

Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *Int Endod J*. 2002;35(12):979-84.

D'Alpino PH, Pereira JC, Svizero NR, Rueggeberg FA, Pashley DH. Use of fluorescent compounds in assessing bonded resin-based restorations: a literature review. *J Dent*. 2006;34(9):623-34.

da Silva Neto UX, de Moraes IG, Westphalen VP, Menezes R, Carneiro E, Fariniuk LF. Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;104(2):e53-7.

de Deus GA, Martins F, Lima AC, Gurgel-Filho ED, Maniglia CF, Coutinho-Filho T. Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques. *Pesqui Odontol Bras*. 2003;17(2):119-25.

De-Deus G, Brandao MC, Leal F, Reis C, Souza EM, Luna AS, et al. Lack of correlation between sealer penetration into dentinal tubules and sealability in nonbonded root fillings. *Int Endod J*. 2012;45(7):642-51.

De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandao MC, Audi C, Fidel RA. Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;111(3):381-6.

Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. *J Prosthet Dent*. 1986;56(4):435-40.

Duarte MA, Alves de Aguiar K, Zeferino MA, Vivan RR, Ordinola-Zapata R, Tanomaru-Filho M, et al. Evaluation of the propylene glycol association on some physical and chemical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2012;45(6):565-70.

Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy--healing and functionality. *J Calif Dent Assoc*. 2004;32(6):493-503.

Garberoglio R, Brannstrom M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol*. 1976;21(6):355-62.

Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG. A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *J Endod*. 2007a;33(8):957-61.

Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG. A Confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *J Endod*. 2007b;33(8):957-61.

Gomes JE, Moreira JV, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LTA, Dezan E, et al. Sealability of MTA and calcium hydroxide-containing sealers. *Journal of Applied Oral Science*. 2012;20(3):347-51.

Gordon MP, Love RM, Chandler NP. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J*. 2005;38(2):87-96.

Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Bentaleb A, Allemann C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J Endod*. 1999;25(3):172-7.

Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, Alfredo E, Silva SC, Silva RG. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomed Laser Surg*. 2010;28(3):405-10.

Hawley M, Webb TD, Goodell GG. Effect of Varying Water-to-Powder Ratios on the Setting Expansion of White and Gray Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod*. 2010;36(8):1377-9.

Hirai VH, da Silva Neto UX, Westphalen VP, Perin CP, Carneiro E, Fariniuk LF. Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;109(2):e131-5.

Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan Junior E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*. 1999;25(11):728-30.

Holland R, Mazuqueli L, de Souza V, Murata SS, Dezan Junior E, Suzuki P. Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2007;33(6):693-7.

Holland R, Murata SS, Tessarini RA, Ervolino E, Souza V, J.E. D. Infiltração marginal apical relacionada ao tipo de cimento obturador e técnica de obturação. *Rev Fac Odontol Lins*. 2004;16(2):7-12.

Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J*. 2002;35(8):680-9.

Inan U, Aydin C, Tunca YM, Basak F. In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *J Can Dent Assoc.* 2009;75(2):123.

Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. *Ingle's endodontics* 6. Hamilton, Ontario ; Lewiston, NY: BC Decker; 2008.

Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections - an in vitro study of seven obturation techniques. *Int Endod J.* 2004;37(6):392-8.

Jhamb S, Nikhil V, Singh V. An in vitro study to determine the sealing ability of sealers with and without smear layer removal. *J Conserv Dent.* 2009;12(4):150-3.

Karagenc B, Gencoglu N, Ersoy M, Cansever G, Kulekci G. A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102(1):110-3.

King KT, Anderson RW, Pashley DH, Pantera EA, Jr. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J Endod.* 1990;16(7):307-10.

Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: An in vitro study. *J Endod.* 2004;30(2):100-2.

Komabayashi T, Spangberg LS. Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available mineral trioxide aggregates and Portland cement: a study with a flow particle image analyzer. *J Endod.* 2008;34(1):94-8.

Leonardo M. *Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares*. 9 ed. São Paulo: Artes Médicas; 2008.

Marciano MA, Guimaraes BM, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *J Endod.* 2011a;37(10):1417-21.

Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TV, Duarte MA, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *Int Endod J.* 2011b;44(4):321-9.

Martin RL, Monticelli F, Brackett WW, Loushine RJ, Rockman RA, Ferrari M, et al. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an in vitro apexification model. *J Endod*. 2007;33(3):272-5.

Michaud RA, Burgess J, Barfield RD, Cakir D, McNeal SF, Eleazer PD. Volumetric expansion of gutta-percha in contact with eugenol. *J Endod*. 2008;34(12):1528-32.

Miletic I, Anic I, Pezelj-Ribaric S, Jukic S. Leakage of five root canal sealers. *Int Endod J*. 1999;32(5):415-8.

Miletic I, Ribaric SP, Karlovic Z, Jukic S, Bosnjak A, Anic I. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. *J Endod*. 2002;28(6):431-2.

Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J*. 2008;58(6):329-41.

Monticelli F, Sword J, Martin RL, Schuster GS, Weller RN, Ferrari M, et al. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod J*. 2007;40(5):374-85.

Moreno A. Thermomechanically softened gutta-percha root canal filling. *J Endod*. 1977;3(5):186-8.

Neto UXD, de Moraes IG, Westphalen VPD, Menezes R, Carneiro E, Fariniuk LF. Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 2007;104(2):E53-E7.

Nischith KG, Srikumar GP, Razvi S, Chandra RV. Effect of smear layer on the apical seal of endodontically treated teeth: an ex vivo study. *J Contemp Dent Pract*. 2012;13(1):23-6.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Graeff MSZ, Garcia RB, de Moraes IG, et al. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 2009a;108(6):961-8.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MS, del Carpio Perochena A, Vivan RR, Camargo EJ, et al. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into

dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009b;108(3):450-7.

Orstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater.* 2001;17(6):512-9.

ØRstavik DAG. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics.* 2005;12(1):25-38.

Orucoglu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod.* 2005;31(12):886-90.

Paque F, Sirtes G. Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage. *Int Endod J.* 2007;40(9):722-9.

Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010;36(3):400-13.

Patel DV, Sherriff M, Ford TRP, Watson TF, Mannocci F. The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *Int Endod J.* 2007;40(1):67-71.

Pawinska M, Kierklo A, Tokajuk G, Sidun J. New endodontic obturation systems and their interfacial bond strength with intraradicular dentine - ex vivo studies. *Advances in Medical Sciences.* 2011;56(2):327-33.

Pitout E, Oberholzer TG. Leakage of teeth root-filled with GuttaFlow and a single GP cone compared to lateral condensation and warm vertical condensation. *SADJ.* 2009;64(3):104, 6-8.

Rekab MS, Ayoubi HR. Evaluation of the apical sealability of mineral trioxide aggregate and portland cement as root canal filling cements: an in vitro study. *J Dent (Tehran).* 2010;7(4):205-13.

Resende LM, Rached-Junior FJ, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CE, Silva-Sousa YT, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J.* 2009;42(9):785-93.

Robberecht L, Colard T, Claisse-Crinquette A. Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system An in vitro study. *J Oral Sci.* 2012;54(1):99-104.

Ruddle CJ. Three-dimensional obturation of the root canal system. *Dent Today.* 1992;11(3):28, 30-3, 9.

Santos J, Tjaderhane L, Ferraz C, Zaia A, Alves M, De Goes M, et al. Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. *Int Endod J.* 2010;43(6):455-60.

Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967;7:23-44.

Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271-5.

Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA. Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex. *J Endod.* 2013;39(2):274-7.

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

Sonmez IS, Oba AA, Sonmez D, Almaz ME. In vitro evaluation of apical microleakage of a new MTA-based sealer. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2012;13(5):252-5.

Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85(1):86-93.

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

Tunga U, Bodrumlu E. Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod.* 2006;32(9):876-8.

Valera MC, Camargo CH, Carvalho AS, Gama ER. In vitro evaluation of apical microleakage using different root-end filling materials. *J Appl Oral Sci.* 2006;14(1):49-52.

Vasconcelos BC, Bernardes RA, Duarte MA, Bramante CM, Moraes IG. Apical sealing of root canal fillings performed with five different endodontic sealers: analysis by fluid filtration. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(4):324-8.

Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1994;27(5):233-8.

Wu MK, Ozok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J.* 2000;33(4):340-5.

Wu MK, van der Sluis LW, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int Endod J.* 2003;36(8):533-40.

Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. A 1-year follow-up study on leakage of single-cone fillings with RoekoRSA sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(5):662-7.

Yildirim T, Orucoglu H, Cobankara FK. Long-term evaluation of the influence of smear layer on the apical sealing ability of MTA. *J Endod.* 2008;34(12):1537-40.

Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *Int Endod J.* 1997;30(5):332-4.

Anexos

ANEXO A – Parecer comitê de ética e pesquisa

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru**

Comitê de Ética em Pesquisa

Processo nº 130/2011

Bauru, 4 de outubro de 2011.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa, encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado **"Avaliação in vitro da capacidade seladora e da qualidade da obturação de quatro cimentos endodônticos utilizando a técnica do cone único"**, de autoria de Pablo Andres Amoroso Silva, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação e apreciado em reunião realizada no dia **28 de setembro de 2011**.

O CEP-FOB/USP considerou o projeto APROVADO lembrando que a condição de aprovação da pesquisa propriamente dita exige o que segue:

- que sejam encaminhados ao CEP-FOB/USP relatórios anuais sobre o andamento da pesquisa (parciais e finais), conforme o cronograma apresentado;
- que sejam notificados ao CEP-FOB/USP, com a devida justificativa, qualquer modificação na metodologia e/ou título e a inclusão ou exclusão de autores;
- na apresentação do relatório final, incluir todos os TCLEs e/ou termos de doação de dentes devidamente assinados e rubricados.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Flávio Augusto Cardoso de Faria
Coordenador

Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes

Docente do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-101 – C.P. 73

e-mail: cep@fob.usp.br – Fone/FAX (0xx14) 3235-8356