

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

ELOÍSA ASSMANN

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA DOS CIMENTOS À BASE
DE MTA E À BASE DE RESINA EPÓXICA, ATRAVÉS DO TESTE DE MICRO PUSH-
OUT**

Porto Alegre, RS

2010

ELOÍSA ASSMANN

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA DOS CIMENTOS À BASE DE MTA E À BASE DE RESINA EPÓXICA, ATRAVÉS DO TESTE DE MICRO PUSH-OUT

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Endodontia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientadora: Prof. Dra. Fabiana Soares Grecca.

Porto Alegre, RS
2010

ELOÍSA ASSMANN

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA DOS CIMENTOS À BASE DE MTA E À BASE DE RESINA EPÓXICA, ATRAVÉS DO TESTE DE MICRO PUSH-OUT

Este trabalho de conclusão foi julgado adequado para obtenção do título de Especialista em Endodontia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Especialização em Endodontia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 21 de janeiro de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Fabiana Soares Grecca
Orientadora

Prof. Ms. Roberta Kochenborger Scarparo

Prof. Dr. Régis Burmeister dos Santos

Dedico este trabalho de conclusão de curso aos meus pais Carlos e Elga, pela determinação e pelo amor incondicional que sempre dedicaram à família. Vocês são exemplo de uma vida de amor, trabalho, honestidade e sucesso profissional. Obrigado por estarem sempre ao meu lado, me apoiando em todos os momentos da minha vida. Agradeço pelos ensinamentos que me deram, os quais influenciam na minha conduta, nos meus valores morais e no meu caráter. Obrigado também por dedicarem suas vidas à mim e à minha irmã, para que pudéssemos encontrar nosso caminho e nossa felicidade.

Pai, Mãe e Maíra, amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela saúde, paz e força que me permitem seguir o meu caminho nesta vida.

À minha irmã Maíra, pela sua parceria, amizade e amor. Apesar de estarmos morando um pouco longe nesses últimos dois anos, tenho a certeza que poderemos contar uma com a outra pelo resto de nossas vidas.

À minha orientadora, Fabiana Soares Grecca, pelo seu auxílio, empenho, profissionalismo, ensinamentos e amizade.

Aos Professores do curso de especialização, Roberta Kochenborger Scarparo, Elaine Freitas Fachin, Régis Burmeister dos Santos, João Ferlini Filho e Fabiana Soares Grecca, que, além de mestres, também foram companheiros, amigos, incentivadores e fonte de inspiração profissional pelo seu amor à Endodontia.

Aos meus colegas do Curso de Especialização, Ana Gabriela, Ludmila, Rafaela, Débora, Lenise, Gustavo, Flávio e Guilherme, pela amizade e companheirismo. Sentirei saudades das conversas durante os inúmeros almoços e lanches compartilhados durante o curso.

À Alessandra, secretária do curso, por ter me ajudado todas as vezes em que precisei. E aos pacientes, pela confiança no meu trabalho.

Ao Laboratório de Materiais Dentários (LAMAD) e ao Laboratório de Bioquímica e Microbiologia (LABIM) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ao Fabrício Mezzomo, João Vicente Leitune e Renata Baldissera, pelo auxílio na parte laboratorial e estatística deste trabalho.

Ao Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Dr. Alexandre Bier, por ter me recebido de maneira tão acolhedora para que eu pudesse usar a máquina de push-out daquela universidade. E à Marina Amaral, mestranda que me acompanhou e auxiliou durante os testes. Obrigada por terem sido tão gentis, prestativos e simpáticos.

Aos meus avós Affonso e Serena, aos meus tios e tias, primos e primas e a toda família, pelo apoio, e por proporcionar tantos momentos felizes em minha vida. Sem vocês minha vida seria mais vazia. E também aos meus cães Pedrita, Choco e Dino, fiéis companheiros, que tornam os meus dias mais alegres.

Aos meus amigos, que tornam minha vida mais completa e feliz. Em especial ao Roberto, que muito mais do que me oferecer um cantinho para dormir em Porto Alegre, foi aquela pessoa com quem pude contar sempre quando precisei de um ombro amigo, desde os nossos velhos tempos de colégio.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram nesta etapa da minha vida.

“A Odontologia é uma profissão singular.

Exige dos que a ela se dedicam
os conhecimentos científicos de um médico,
o senso estético de um artista,
e a paciência de um monge.” (Papa Pio XII)

RESUMO

Objetivo: Avaliar a resistência de união à dentina de três cimentos endodônticos, dois à base de MTA, Endo-C.P.M.-Sealer[®] e Fillapex, e um à base de resina epóxica, AH Plus[®], através do teste de micro *push-out*. **Materiais e métodos:** Um total de 45 dentes humanos monorradiculares extraídos foram preparados através da técnica escalonada. Realizou-se irrigação com NaOCl 2,5% a cada troca de instrumento e irrigação final com EDTA 17% e água destilada. Os canais foram obturados da seguinte maneira: grupo I, Endo-C.P.M.-Sealer e guta-percha; grupo II, Fillapex e guta-percha; e grupo III, AH Plus e guta-percha. Os dentes foram cortados em fatias transversais após sete dias. Cada fatia foi submetida ao teste de micro *push-out*. Os dados obtidos foram analisados através do teste de Kruskal-Wallis e *PostHoc* de Dunn com nível de significância de 5%. **Resultados:** O cimento Endo-C.P.M.-Sealer apresentou os valores mais altos de resistência de união à dentina (8,265 MPa). Já os espécimes obturados com Fillapex (2,041 MPa) e AH Plus (3,034 MPa) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre eles. **Conclusões:** A força de resistência de união à dentina através do teste de micro *push-out* foi maior nos espécimes obturados com o cimento à base de MTA, Endo- C.P.M.-Sealer.

Palavras-chave: endodontia, obturação do canal radicular, força de união.

ABSTRACT

Aim: To evaluate the bond strength to root dentin of three root canal sealers, two of them MTA-based, Endo-C.P.M.-Sealer[®] and Fillapex, and one epoxy resin-based, AH Plus[®], using the micro push-out test. **Methods:** A total of 45 extracted human teeth with single canal were prepared by the scale technique. Irrigation was performed with 2.5% NaOCl between each instrument and a final rinse with 17% EDTA and distilled water. Canals were filled as follows: group I, Endo-C.P.M.-Sealer and gutta-percha; group II, Fillapex and gutta-percha; and group III, AH Plus and gutta-percha. After seven days, the samples were cut into sections. The slices obtained were subjected to the micro push-out test. The data were analyzed using the Kruskal-Wallis and Dunn PostHoc test at a significance level of 5%. **Results:** Endo-C.P.M.-Sealer showed the highest values of bond strength to root dentin (8.265 MPa). The specimens filled with Fillapex (2.041 MPa) and AH Plus (3.034 MPa) showed lower levels and no statistically significant difference between each other. **Conclusions:** The Bond strength through the micro push-out test was higher in specimens filled with cement MTA-based, Endo-C.P.M.-Sealer.

Keywords: endodontics, root canal obturation, compressive strength.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Cimento Endo-C.P.M.-Sealer [®] (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Argentina)....	29
FIGURA 2. Cimento Fillapex (Angelus, Londrina, Brasil).....	29
FIGURA 3. Cimento AH Plus [®] (De Trey-Dentsply, Konstanz, Germany).....	30
FIGURA 4. Aspecto radiográfico das obturações com (A) Endo-C.P.M.-Sealer [®] ; (B) Fillapex; e (C) AH Plus [®]	30
FIGURA 5. Desenho esquemático do teste de push-out. Fonte: TEIXEIRA et al., 2009.....	31
FIGURA 6. Medidas de espessura das fatias e raio da massa obturadora realizadas com paquímetro digital.....	33
TABELA 1. Mediana da resistência de união à dentina.....	34
GRÁFICO 1. Comparação da resistência de união à dentina entre os grupos.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A OBTURAÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES	13
2.2 MATERIAIS USADOS NA OBTURAÇÃO ENDODÔNTICA.....	13
2.2.1 Material em estado sólido	13
2.2.2 Cimentos Endodônticos	15
2.2.3 Cimento resinoso à base de resina epóxica	16
2.2.4 Agregado de Trióxido Mineral (MTA)	17
2.3 ADESÃO DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS	22
2.4 TESTE DA FORÇA DE ADESÃO	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 OBTENÇÃO DA AMOSTRA	27
3.2 ENSAIO	27
3.2.1 Protocolo de Instrumentação	27
3.2.2 Protocolo de Irrigação	28
3.2.3 Protocolo de Obturação	28
3.2.4 Ensaio de Micro Push-out	31
4 RESULTADOS	34
5 DISCUSSÃO	35
5.1 DA RELEVÂNCIA DO ESTUDO	35

5.2 DA METODOLOGIA EMPREGADA	35
5.3 DOS RESULTADOS	37
6 CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende de uma limpeza profunda do sistema de canais radiculares, do controle dos microrganismos patogênicos e, finalmente, do completo selamento do canal radicular prevenindo a sua reinfecção.

É essencial que materiais usados na obturação sejam capazes de produzir um bom selamento entre o sistema de canais e os tecidos periapicais. Uma vez que a guta-percha não possui adesão à superfície dentinária (SIQUEIRA; RÔÇAS; LOPES, 1999), o cimento endodôntico deveria apresentar bom escoamento e adesão, para que pudesse penetrar nas irregularidades e preencher todo o espaço entre os cones de guta-percha e as paredes dos canais radiculares.

Os avanços na tecnologia adesiva reforçaram a busca de meios para minimizar a infiltração, aumentando o selamento entre o material obturador e as paredes do canal (TAY et al., 2005). Com esse objetivo, diversos cimentos à base de resina foram desenvolvidos para o uso endodôntico. Entre eles, o AH Plus® (De Trey-Dentsply, Konstanz, Germany), que possui propriedades importantes como selamento de longa duração, grande estabilidade dimensional, alta radiopacidade, mostrando uma elevada força de adesão quando comparado a outros cimentos (GETTLEMAN; MESSER; EI DEEB, 1991; UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006), além de boa propriedade biológica (SCARPARO; GRECCA; FACHIN, 2009).

O Agregado de Trióxido Mineral (MTA), que consiste de uma combinação de trióxidos, foi introduzido inicialmente para ser usado em perfurações patológicas ou iatrogênicas, bem como em retroobturações apresentando propriedades físico-químicas (TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993) e de biocompatibilidade superiores (GOMES-FILHO et al., 2009). Proporciona um selamento efetivo à dentina e cimento, é estéril, radiopaco, não apresenta contração de polimerização, e promove reparo biológico e regeneração do ligamento periodontal (BOGEN; KUTTLER, 2009).

Por apresentar dificuldades na manipulação e pouco tempo de trabalho, seu uso como cimento obturador de canal radicular era limitado (CAMILLERI, 2008). Porém, sua formulação está sendo aprimorada no sentido de agregar polímeros e outras substâncias para melhorar características como escoamento, tempo de presa e força de adesão, sem alterar sua propriedade de biocompatibilidade (CAMILLERI, 2009).

Segundo Camilleri e Pitt Ford (2006), estudos recentes sobre os constituintes deste material têm esclarecido que o MTA é um cimento à base de silicato de cálcio ao invés de uma mistura de óxidos. Com isso, os cimentos à base de silicato de cálcio mais recentes no mercado são o Endo-C.P.M.-Sealer[®] (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Argentina) e o ProRoot Endo Sealer[®] (Dentsply Tulsa Dental Specialties). Neste mesmo seguimento, se encontra em desenvolvimento o cimento Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil).

De acordo com o fabricante, a composição química do Endo-C.P.M.-Sealer[®] é similar ao MTA, mas com a adição de carbonato de cálcio para reduzir o pH. Além disso, o C.P.M. também contém cloreto de cálcio para redução do tempo de presa e aperfeiçoamento das propriedades de manipulação e selamento (BORTOLUZZI et al., 2006).

O teste de micro *push-out* se tornou um bom método para determinar a efetividade da adesão entre os materiais endodônticos e a estrutura dentária (UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006; HUFFMAN ET AL., 2009).

Em vista disso, o objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a resistência de união à dentina dos cimentos endodônticos à base de MTA: Endo-C.P.M.-Sealer[®] e Fillapex, e do cimento à base de resina epóxica AH Plus[®], através do teste de micro *push-out*.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A OBTURAÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

A obturação é definida e caracterizada como um preenchimento tridimensional do canal radicular, sendo necessárias quantidades mínimas de cimento endodôntico, usadas em conjunto com a guta-percha, para estabelecer um vedamento adequado (GUTMANN; WITHERSPOON, 2000).

Através da obturação elimina-se o espaço vazio anteriormente ocupado pela polpa dental, que poderia funcionar como local de estabelecimento de microorganismos. Além disso, resíduos de irritantes persistentes após os procedimentos de desinfecção podem ser sepultados, não tendo acesso aos tecidos perirradiculares. Da mesma forma, estando o canal devidamente preenchido e selado, os microorganismos seriam impedidos de ingressar no sistema de canais radiculares (SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999).

2.2 MATERIAIS USADOS NA OBTURAÇÃO ENDODÔNTICA

2.2.1 Material em estado sólido

Diversos materiais já foram propostos para a obturação dos canais radiculares. Atualmente, o material sólido mais utilizado na obturação do sistema de canais radiculares é o cone de guta-percha, que é aceito universalmente e considerado até hoje padrão de ouro nas obturações endodônticas (KAYA et al., 2008).

Em 1843, o Dr. José de Almeida apresentou espécimes de guta-percha à *Royal Asiatic Society*, em Londres. Mais tarde, em 1867, Bowman introduziu o uso dessa substância em Endodontia (SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999).

A guta-percha é um polímero do metilbutadieno ou isopreno, apresentando assim um isomerismo com a borracha, sendo, porém, mais dura, mais quebradiça e menos elástica que esta. A verdadeira guta-percha é obtida a partir da coagulação do látex de árvores da Malásia, dos gêneros *Payena* ou *Palaquium*, da família das sapotáceas. Na verdade, muitos produtos disponíveis comercialmente podem não ser guta-percha. Alguns fabricantes admitem a utilização da *balata*, extraída da árvore *Manilkara bidentata*, também da família das sapotáceas, a qual é abundante no Brasil, principalmente na Amazônia (SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999).

Os cones apresentam uma composição básica de guta-percha (19 a 20%), óxido de zinco (60 a 75%), radiopacificadores, como o sulfato de bário (1,5 a 17%) e outras substâncias, como resinas, ceras e corantes (1 a 4%). A presença do óxido de zinco confere rigidez e atividade antibacteriana aos cones de guta-percha (SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999; GUTMANN; WITHERSPOON, 2000).

Os cones de guta-percha adaptam-se facilmente às irregularidades do canal quando utilizados em várias técnicas de obturação, são bem tolerados pelos tecidos periapicais, são radiopacos, podem ser facilmente plastificados por meios físicos e químicos, possuem estabilidade dimensional, não alteram a cor da coroa do dente e podem ser facilmente removidos do canal radicular. Porém, possuem desvantagens como pequena resistência mecânica, dificultando seu uso em canais curvos e atresiadados, e pouca adesividade, o que exige a complementação da obturação com cimentos endodônticos (SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999).

Dessa forma, o adequado selamento do sistema de canais radiculares depende do emprego do cimento endodôntico (SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999; GUTMANN; WITHERSPOON, 2000; LEE et al., 2002; MAMOOTIL; MESSER, 2007). A adesão do cimento obturador tanto à guta-percha quanto à dentina é desejável para a obtenção de melhor selamento apical após a obturação endodôntica (SAUNDERS; SAUNDERS; RASHID, 1991).

2.2.2 Cimentos Endodônticos

O uso de um cimento endodôntico durante a obturação do canal radicular é fundamental para o sucesso do tratamento, pois melhora a possibilidade de obtenção de um selamento impermeável, além de servir como material de preenchimento das irregularidades do canal e dos espaços entre as suas paredes e os cones. Além disso, os cimentos podem passar através dos canais laterais e acessórios e auxiliar no controle microbiano (GUTMANN; WITHERSPOON, 2000).

Segundo Schwartz (2006), o cimento endodôntico ideal deveria apresentar as seguintes propriedades:

- ser de fácil manipulação;
- passível de uso em diferentes técnicas de obturação;
- ser insolúvel nos fluidos orais;
- apresentar estabilidade dimensional e não degradar com o tempo;
- ser radiopaco;
- apresentar adesividade às paredes do canal sem ser afetado por agentes oxidantes;
- não apresentar contração de polimerização;
- apresentar biocompatibilidade;
- ter atividade antibacteriana;
- ser de fácil remoção em caso de retratamento e colocação de retentores e
- aumentar a resistência radicular.

Infelizmente, um cimento que apresente todos estes critérios ainda não foi desenvolvido.

Existem várias formulações de cimentos utilizados na Endodontia. Os mais antigos são os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, amplamente difundidos

e usados. Esses cimentos apresentam baixa resistência à compressão e alta solubilidade e, ainda, pouca adesão à dentina (LEE et al., 2002; TAGGER et al., 2002).

Com os avanços na tecnologia adesiva surgiram os cimentos resinosos, com o objetivo de aumentar o selamento entre as paredes do canal e o material obturador (TAY et al, 2005). Cimentos à base de resina epóxica, como o AH Plus, têm demonstrado uma força de adesão mais alta à dentina comparados com os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, ionômero de vidro e hidróxido de cálcio (TAGGER et al, 2002).

2.2.3 Cimento resinoso à base de resina epóxica

O cimento resinoso AH Plus[®] (De Trey-Dentsply, Konstanz, Germany), usado como referência em muitas investigações, possui propriedades biológicas e físico-químicas importantes.

O AH Plus[®] é comercializado em 2 pastas, sendo a pasta A composta por resina epóxica Bisfenol-A, resina epóxica Bisfenol-F, tungstato de cálcio, sílica, óxido de zircônio e pigmentos de óxido de ferro. Já a pasta B contém dibenzil-diamina, aminoadamantano, triciclododecanodiamina, tungstenato de cálcio, óxido de zircônio, sílica e óleo de silicone. A manipulação do cimento deve ser feita pela mistura do mesmo volume da pasta A e B (1:1) com uma espátula metálica até atingir a consistência homogênea. O tempo de trabalho é de 4 horas a uma temperatura de 23°C e o tempo de presa é de 8 horas a 37°C.

Scarparo; Grecca; e Fachin (2009) demonstraram que este cimento apresenta resposta inflamatória em tecido conjuntivo de ratos inferior aos cimentos de óxido de zinco e eugenol (EndoFill) e resinoso (Endo-Rez).

Além disso, apresenta selamento de longa duração, grande estabilidade dimensional, alta radiopacidade, baixa solubilidade, mostrando uma elevada força de adesão quando comparado a outros cimentos (GETTLEMAN; MESSER; EI DEEB, 1991; UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006; NUNES et al., 2008).

Ungor; Onay; e Orucoclu (2006) mostraram que a força de adesão da combinação AH Plus/guta-percha foi mais alta que a de um novo sistema de obturação à base de resina metacrilato, Resilon/Epiphany.

Num estudo realizado por Rahimi et al (2009), o cimento à base de resina epóxica AH Plus demonstrou possuir força de adesão mais alta se comparado aos cimentos à base de resina UDMA EndoREZ e RealSeal através do teste de tração. Além disso, a força de adesão com uma camada de cimento mais espessa foi significativamente maior do que quando o cimento foi testado em uma camada fina.

2.2.4 Agregado de Trióxido Mineral (MTA)

O agregado de trióxido mineral (MTA) foi introduzido para ser usado em perfurações patológicas ou iatrogênicas, bem como em retroobturações. Estudos têm demonstrado que o MTA promove reações teciduais favoráveis, caracterizadas pela ausência de diversas respostas inflamatórias, a presença de uma cápsula fibrosa e a indução da formação de um tecido mineralizado de reparo (GOMES-FILHO et al., 2009). A natureza hidrofílica das partículas de pó do MTA permite seu uso até mesmo na presença de umidade (TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993).

O agregado de trióxido mineral é baseado no cimento de Portland, e consiste de uma combinação de trióxidos minerais (Al_2O_3 - óxido de alumínio; Fe_2O_3 – óxido férrico; SO_3 – óxido de enxofre; Bi_2O_3 – óxido de bismuto) com outras partículas minerais hidrofílicas, o qual se cristaliza na presença de umidade.

Seu uso vem sendo ampliado, como por exemplo, como material de capeamento pulpar (PITT FORD et al., 1996; BAKLAND, 2000), em pulpotomias de dentes permanentes e nos dentes decíduos (EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001), em procedimentos de apicificação em sessão única de dentes com ápice incompleto e polpa necrosada (WITHERSPOON; HAM, 2001), atuando como material de barreira apical (SHABAHANG; TORABINEJAD, 2000), e como cimento de obturação de canais radiculares (HOLLAND et al, 1999).

As características físico-químicas do MTA dependem do tamanho das partículas, da proporção pó-líquido, da temperatura, e da presença de água e bolhas de ar incorporadas durante a mistura. Seu pH é 10.2 quando preparado e aumenta para 12.5 depois de 3 horas, permanecendo constante. Apresenta uma resistência à compressão de 40 MPa em 24 horas e 67 MPa após 21 dias. Devido à sua natureza hidrofílica, não requer campo seco para ser utilizado. Além disso, estudos *in vitro* revelaram uma boa capacidade de selamento (TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993; BORTOLUZZI et al., 2009).

Apesar das características favoráveis, o MTA não apresenta propriedades físicas para ser usado como cimento endodôntico. O cimento resultante da mistura do pó e água é difícil de manipular e o tempo de presa é de duas horas e 45 minutos, mas o tempo de trabalho é menor do que quatro minutos (GOMES-FILHO et al., 2009).

A ampliação das indicações de uso do MTA como material para obturação de canal radicular exigiu o desenvolvimento de uma nova formulação, otimizando sua força de adesão e seu tempo de presa, sem comprometer sua biocompatibilidade (CAMILLERI, 2008). Com esse objetivo, o aditivo mais utilizado tem sido o cloreto de cálcio, que diminui o tempo de presa do MTA e melhora sua capacidade seladora (BORTOLUZZI et al., 2006; KOGAN et al., 2006).

Segundo Camilleri (2009), os cimentos com estas características mais recentes no mercado são o Endo-C.P.M.-Sealer[®] (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Argentina) e o ProRoot Endo Sealer[®] (Dentsply Tulsa Dental Specialties) e são conhecidos como cimentos à base de silicato de cálcio.

Bortoluzzi et al (2009) realizaram uma pesquisa em que a adição de 10% de cloreto de cálcio no MTA branco promoveu uma redução em torno de 50% no tempo de presa inicial e 35,5% no tempo de presa final. Não houve desintegração do cimento na água e a solubilidade foi reduzida com o acréscimo do cloreto de cálcio. Em relação ao pH, houve um aumento significativo.

O cloreto de cálcio parece melhorar as propriedades físico-químicas dos cimentos, reduzindo o tempo de presa e a solubilidade e mantendo o pH alto. Uma possível explicação para os resultados observados no estudo anterior é a

penetração do cloreto de cálcio nos poros do cimento, acelerando fortemente a hidratação dos silicatos, levando a uma cristalização mais rápida, reduzindo, assim, o tempo de presa. Isso também pode alterar a composição química, área de superfície e características dos poros dos cimentos, fornecendo uma maior resistência à compressão e reduzindo a permeabilidade. Um cimento menos permeável evita a solubilidade de seus componentes. Além disso, com a adição de cloreto de cálcio, a quantidade de água necessária para uma adequada textura foi menor. Isso também é uma vantagem, pois quanto maior a quantidade de água, maior será a formação de poros capilares, que torna o cimento mais permeável e reduz sua resistência mecânica (BORTOLUZZI et al., 2009).

O Endo-C.P.M.-Sealer[®] foi desenvolvido na Argentina em 2004 (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Argentina), similar ao MTA, para ser usado como cimento endodôntico, apresentando na sua composição o cloreto de cálcio. A composição do Endo-C.P.M.-Sealer após a mistura é 50% MTA (SiO_2 , K_2O , Al_2O_3 , SO_3 , CaO e Bi_2O_3), 7% de dióxido de silício (SiO_2), 10% de carbonato de cálcio (CaCO_3), 10% de trióxido de bismuto (Bi_2O_3), 10% de sulfato de bário (BaSO_4), 1% de alginato de propilenoglicol, 1% de propilenoglicol, 1% de citrato de sódio e 10% de cloreto de cálcio (GOMES-FILHO et al., 2009).

Segundo seu fabricante, o Endo-C.P.M.-Sealer[®] apresenta as seguintes propriedades: insignificante contração de presa, baixo grau de solubilidade aos fluidos teciduais, boa adaptação e aderência às paredes dentais, fácil manipulação, adequado tempo de trabalho, alto grau de fluidez, que facilita sua inserção, não pigmenta a estrutura dentária, biocompatibilidade com os tecidos periapicais, fácil remoção em casos de retratamento, capacidade de indução de formação óssea, adequado pH, toma presa na presença ou ausência de umidade, forma uma barreira impermeável não reabsorvível na luz do canal, favorece a carbonatação calcárea de zonas mecanicamente inacessíveis.

A proporção pó-líquido é de 5:1, com espatulação enérgica por 40 segundos. O tempo de trabalho é de aproximadamente 30 minutos a uma temperatura de 25°C.

De acordo com Gomes-Filho et al. (2009), a composição química do Endo-C.P.M.-Sealer[®] é similar ao MTA, e a adição de carbonato de cálcio reduziu o pH de 12,5 para 10 após a presa.

Os mesmos autores avaliaram a resposta tecidual e a capacidade do cimento Endo-C.P.M.-Sealer[®] de estimular mineralização em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos, comparados com o Sealapex (SybronEndo, Glendora, CA) e MTA Angelus (Angelus, Londrina, Brasil). Os resultados observados com o Endo-CPM-Sealer[®] foram similares ao MTA Angelus e grupo controle. Uma resposta inflamatória crônica moderada em 7 e 15 dias, que reduziu com o tempo, foi observada em uma fina cápsula de tecido conjuntivo fibroso ao redor do tubo com o cimento. Além disso, este material estimulou a formação de tecido mineralizado. Foi ressaltado que o C.P.M. contém em sua fórmula cloreto de cálcio, que reduz o tempo de presa, melhora as características de manipulação e selamento, sem mudanças nas respostas teciduais.

Orosco et al. (2008) avaliaram a capacidade de selamento de plugs apicais de MTA cinza (Angelus, Londrina, Brasil), Endo-C.P.M.-Sealer e um cimento experimental à base de resina epóxica denominado MBPC Sealer através da infiltração pelo corante Rodamina B a 0,2%. Neste trabalho o MBPC mostrou resultados melhores do que o MTA e o Endo-C.P.M.-Sealer.

Ainda em relação à infiltração, no estudo de Costa et al. (2009), o Endo-C.P.M.-Sealer apresentou maior penetração do corante Rodamina B em comparação com o AH Plus, Endo-Rez e Sealapex. O AH Plus apresentou a melhor capacidade de selamento, ou seja, exibiu a menor infiltração de corante.

ProRoot Endo Sealer[®] (Dentsply Tulsa Dental Specialties) é um cimento à base de silicato de cálcio, apresentando em sua composição o sulfato de cálcio para aumentar o tempo de trabalho e óxido de bismuto como radiopacificador. O líquido do ProRoot Endo Sealer é composto de água e um polímero viscoso solúvel em água. Huffman et al. (2009) estudaram a resistência ao deslocamento deste cimento através do teste de push-out mostrando resultados superiores aos cimentos AH Plus e Pulp canal Sealer.

Camilleri (2009) realizou um estudo para determinar a quantidade ideal de polímero necessário para alcançar o escoamento e a espessura de filme e transformar o MTA branco (Dentsply Tulsa Dental Products) em um cimento endodôntico obturador de canal. Neste estudo, o MTA foi manipulado de duas maneiras: somente com água; e com água e acréscimo de um polímero solúvel em

água. O cimento Pulp canal sealer foi usado como controle. O polímero adicionado aumentou o escoamento do cimento mesmo em proporções mais altas de pó para líquido. A mesma dosagem adicionada também proporcionou uma espessura de película de cimento adequada. Além disso, o uso deste polímero não alterou as características de hidratação do MTA, e o cimento apresentou radiopacidade suficiente. Dessa forma, a adição de um polímero solúvel em água ao MTA resultou em um material com propriedades adequadas para ser usado como cimento endodôntico.

Com uma proposta diferente, o MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil), ainda não lançado no mercado, está na classe dos cimentos endodônticos obturadores, na subdivisão cimentos poliméricos. Segundo o fabricante, trata-se de um cimento pasta-pasta, onde em uma tem-se o princípio ativo MTA e na outra pasta uma composição a base de disalicilato. Ao misturar as pastas, obtém-se um polímero iônico.

Em uma pesquisa para avaliar sua bioatividade, ou seja, sua capacidade de produzir hidroxiapatita na presença de solução salina saturada com fosfato, este novo cimento produziu a maior quantidade de precipitados se comparado ao MTA branco, Pro Root MTA, cimento de Portland com o acréscimo de óxido de bismuto e cimento de Portland com o acréscimo de cloreto de cálcio (REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2009).

Outro estudo foi realizado por Bernardes et al. (2010), denominando-o de MTA Obtura. Foi comprovado que o cimento AH Plus apresenta escoamento maior comparado aos cimentos Sealer 26 (cimento à base de resina epóxica com hidróxido de cálcio) e o MTA Obtura. Este último apresentou o escoamento mais baixo, porém o valor foi superior ao mínimo exigido pela especificação n°. 57 da ADA.

2.3 ADESÃO DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS

O avanço na tecnologia adesiva tem reforçado a busca por meios de minimizar a infiltração apical e coronária de dentes tratados endodonticamente - por ser uma possível causa de insucesso do tratamento endodôntico - pelo aprimoramento do selamento entre o material obturador e as paredes do canal radicular (TAY et al., 2005; KAYA et al., 2008; NUNES et al., 2008).

Bouillaguet et al. (2008) realizaram um estudo para avaliar a capacidade de selamento a longo prazo dos cimentos endodônticos Pulp Canal Sealer, AH Plus, Guttaflow e Epiphany, através da técnica de infiltração de fluidos. Neste estudo, nenhum dos cimentos selou completamente os canais. Foi sugerido que a infiltração no AH Plus pode ter sido causada pela falta de adesão entre o cimento e os cones de guta-percha, permitindo a movimentação dos fluidos na interface. Porém, a expansão do AH Plus com o tempo, melhora sua capacidade de selamento a longo prazo (ØRSTAVIK; NORDAHL; TIBBALLS, 2001).

Apesar da correlação entre a propriedade de selamento de um cimento endodôntico e suas características adesivas não estar bem estabelecida, é essencial que a resistência ao deslocamento do cimento endodôntico à dentina não seja adversamente afetada pela passagem de fluidos corporais quando houver uma falha no selamento apical ou coronário (HUFFMAN et al., 2009).

Muitos autores que mediram a resistência ao deslocamento dos cimentos endodônticos em suas pesquisas, chamaram-na de força de adesão à dentina (TAGGER et al., 2002). Entretanto, a adesão é definida como a atração molecular ou atômica entre duas superfícies que se tocam, causada pela força de atração interfacial existente entre as moléculas ou átomos dos dois materiais. A adesão pode ser química, mecânica (entrelaçamento estrutural) ou a combinação de ambos os tipos (ANUSAVICE, 2005).

Em amplo sentido, o termo força de adesão é algumas vezes usado para um simples processo de união, que deveria ser especificado pelo tipo de atração intermolecular existente (ANUSAVICE, 2005). No caso de cimentos endodônticos, este processo seria melhor definido como ligação mecânica, pois a adesão não é

causada pela atração molecular, mas por um embricamento mecânico (TAGGER et al, 2002; UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006). O termo união ou ligação mecânica seria favorável, porém, a maioria dos autores usa a palavra adesão como sinônimo para o embricamento mecânico. O mecanismo de união micromecânica tem sido comumente utilizado na odontologia em virtude da inexistência de cimentos verdadeiramente adesivos (ANUSAVICE, 2005).

A força de adesão dos cimentos endodônticos à dentina é importante para a manutenção da integridade do cimento na obturação do canal radicular (TAGGER et al., 2002), tanto em uma situação estática quanto dinâmica. Em uma situação estática, o cimento deveria eliminar qualquer espaço que permitiria a passagem de fluidos entre a obturação e a parede dentinária. Em uma situação dinâmica, é necessário que haja resistência ao deslocamento da obturação durante manipulação subsequente (ØRSTAVIK; ERIKSEN; BEYER-OLSEN, 1983; UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006; KAYA et al., 2008).

Para um cimento endodôntico, a capacidade de resistir ao rompimento de um selamento via retenção micromecânica ou fricção é altamente desejável durante a função intraoral dos dentes ou preparação de núcleos nos terços cervical e médio das paredes do canal (HUFFMAN et al., 2009).

2.4 TESTE DA FORÇA DE ADESÃO

Com o objetivo de obter resultados reproduzíveis e comparações mais confiáveis entre os resultados encontrados nas pesquisas, a especificação 57 da American Dental Association (ADA; American International Standards Institute 1984) padronizou os seguintes testes de propriedades físicas dos cimentos endodônticos: tempo de trabalho, escoamento, espessura de película, tempo de presa, radiopacidade, solubilidade, desintegração e estabilidade dimensional. Porém, até hoje não foi realizada nenhuma especificação para os testes de adesão e infiltração (SOUSA-NETO et al., 2005).

O teste de força de adesão se tornou bastante utilizado para determinar a efetividade da adesão entre os materiais endodônticos e a estrutura dentária (UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006; HUFFMAN et al., 2009). Existem diferentes métodos para medir a força de adesão dos cimentos endodônticos, como o teste de tração ou cisalhamento, e teste de push-out, porém, a falta de orientações específicas da ADA (American Dental Association), levou ao desenvolvimento de uma vasta gama de modelos experimentais e metodologias sem uma padronização.

O teste de *push-out* tem se mostrado efetivo, reproduzível e permite que os cimentos sejam avaliados mesmo que a força de adesão seja baixa (UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006). Fornece uma avaliação melhor do que os testes convencionais de cisalhamento, pois a fratura ocorre paralela à interface dentina-cimento, o que o torna um verdadeiro teste de cisalhamento para amostras de lados paralelos. Ele tem o benefício de simular a condição clínica de maneira mais fiel (KAYA et al., 2008). Nunes et al. (2008) também relataram que a força obtida com esse modelo é derivada da resistência ao cisalhamento, ao invés de apenas resistência à tração.

Gancedo-Caravia; e Garcia-Barbero (2006) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência da umidade na força de adesão do MTA (ProRoot MTA, Dentsply-Maillefer). Os espécimes mantidos em umidade de três a vinte e um dias mostraram um aumento da força de adesão ao *push-out*, de 3.6405 MPa para 10.4067 MPa. Neste trabalho também foi concluído que o MTA necessita de vinte e um dias para tomar presa.

Ungor; Onay; e Orucoglu (2006) usaram o teste de *push-out* para comparar a adesividade dos cimentos AH Plus e Epiphany. Neste estudo, a combinação Epiphany/Resilon não foi superior ao AH Plus/guta-percha.

Com o push-out, em 2007, Jainaen; Palamara; e Messer avaliaram a força de adesão na interface dentina-cimento com e sem cone principal de três cimentos resinosos (AH Plus, EndoREZ e Resilon/RealSeal). Os resultados demonstraram que o AH Plus apresentou valores mais altos de adesão. Além disso, a força de adesão foi muito maior nos canais preenchidos somente com cimento, sem o cone principal, o que demonstra padrões diferentes de comportamento do cimento quando este é usado em uma camada fina.

Em 2008, Nunes et al. avaliaram a força de adesão à dentina tratada com diferentes soluções dos cimentos AH Plus e Epiphany através do *push-out*. O cimento AH Plus apresentou valores de adesividade superiores, independente do tratamento realizado nas paredes dentinárias. Porém, os dentes que sofreram irrigação com NaOCl a 1% associado ao uso do EDTA a 17% apresentaram os valores mais altos de adesão do que aqueles tratados apenas com água destilada ou NaOCl a 1%.

Kaya et al. (2008) compararam três tipos de cimento (AH Plus, Ketac-Endo e Epiphany) e as técnicas de condensação lateral e condensação a quente, usando o System B e Obtura II, através do *push-out*. Foi concluído que o cimento Ketac-Endo associado à guta-percha e condensação lateral apresentou os valores de adesão mais altos.

Bezzon (2008), em sua dissertação de mestrado, testou os cimentos Endofill, AH Plus, Epiphany, Activ GP, cimento endodôntico experimental (derivado da mamona - Polifil), MTA branco, MTA acrescido de cloreto de cálcio e Endo-C.P.M.-Sealer, através do *push-out*. Os resultados demonstraram os seguintes valores médios de adesão à dentina para cada cimento, em MPa: Endofill – 3,32 + (1,04); AH Plus – 6,26 + (2,29); Epiphany – 10,63 + (2,50); Activ GP – 1,08 + (0,22); Polifil – 5,28+ (1,01); MTA branco – 2,16 + (0,94); MTA acrescido de CaCl_2 – 4,53 + (1,87) e Endo CPM Sealer – 3,76 + (1,32). Neste estudo, o Epiphany apresentou os maiores valores de adesão à dentina.

Huffman et al. (2009) avaliaram a resistência ao deslocamento da dentina de três cimentos endodônticos - ProRoot Endo Sealer, AH Plus Jet e Pulp Canal sealer - com e sem imersão em fluido corporal simulado usando um modelo de *push-out* modificado, no qual foram produzidos espaços de canal simulados de dimensões uniformizadas e sob condições idênticas de limpeza e modelagem. Não foram utilizados cones de guta-percha neste estudo. Quando os espécimes foram testados sem imersão em fluido corporal simulado, o cimento à base de silicato de cálcio (ProRoot Endo Sealer) produziu o valor mais alto de força no *push-out* (16.2 ± 6.5 MPa), seguido pelo AH Plus Jet (3.5 ± 1.7 MPa) e Pulp Canal sealer (0.7 ± 0.6 MPa). Após imersão em fluido corporal simulado por 4 semanas, os valores aumentaram para o ProRoot Endo sealer e AH Plus Jet (ProRoot Endo sealer 22.4 ± 5.0 MPa; AH Plus Jet 6.6 ± 1.7 MPa; Pulp Canal Sealer 0.4 ± 0.3 MPa). As falhas foram avaliadas

microscopicamente e classificadas em adesivas, quando ocorreram na interface cimento-dentina, coesivas, quando ocorreram dentro do próprio cimento; e mistas. O Pulp Canal Sealer não apresentou falha coesiva e exibiu um aumento de falha adesiva após imersão em fluido corporal simulado. O AH Plus exibiu uma predominância de falhas mistas, enquanto o ProRoot Endo Sealer apresentou predominância de falhas coesivas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental *in vitro*, controlado, cego e aleatorizado, realizado no Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e concluído no Laboratório de Materiais Dentários da FO - UFSM (Universidade Federal de Santa Maria).

3.1 OBTENÇÃO DA AMOSTRA

Foram selecionados 45 dentes monorradiculares, sem reabsorções, calcificações ou curvaturas acentuadas e com canal único. A porção coronária foi removida através de disco diamantado em baixa rotação permanecendo raízes que apresentavam no mínimo 11 e no máximo 13 mm de comprimento.

3.2 ENSAIO

Na sequência da adequação dos dentes foram executados os seguintes procedimentos: instrumentação, irrigação e obturação dos canais. A aleatorização ocorreu no momento da obturação dos canais. Após a obturação, os dentes foram armazenados em recipientes e mantidos em estufa a 37°C em 100% de umidade por sete dias.

3.2.1 Protocolo de Instrumentação

Previamente ao início do preparo químico-mecânico, foi determinado o comprimento de trabalho. A odontometria foi realizada introduzindo uma lima endodôntica de calibre #10 no canal radicular até que fosse possível a visualização

da ponta do instrumento na saída do forame apical. O comprimento de trabalho foi definido 1 mm aquém desse limite.

O preparo do terço cervical foi realizado com brocas de Gates-Glidden 2 e 3 em baixa rotação. Os canais radiculares foram instrumentados com limas endodônticas do tipo K-flex (Maillefer®, Ballaigues, Suíça), através da técnica escalonada associada à irrigação. Foram imprimidos aos instrumentos movimentos de penetração e limagem, usando como instrumento memória uma lima tipo K# 40, a qual determinou um diâmetro padronizado dos canais.

3.2.2 Protocolo de Irrigação

Os canais foram irrigados com 1,0 ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Iodontosul, Porto Alegre, RS, Brasil) a cada troca de instrumento. Ao final do preparo, os canais receberam irrigação com 1,0 ml de EDTA trissódico 17% (Biodinâmica Quim. Farm. LTDA, Ibiporã, PR, Brasil) por 3 minutos, sendo posteriormente lavados com água destilada e secados com cones de papel absorvente.

3.2.3 Protocolo de Obturação

Os cimentos obturadores foram manipulados de acordo as recomendações dos fabricantes. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos:

- Grupo I: 15 dentes obturados com guta-percha e cimento Endo-C.P.M.-Sealer (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Argentina) (Figura 1);
- Grupo II: 15 dentes obturados com guta-percha e cimento Fillapex (Angelus, Londrina, Brasil) (Figura 2) e
- Grupo III: 15 dentes obturados com guta-percha e cimento AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Germany) (Figura 3).

Foi selecionado o cone principal que apresentou o melhor travamento no limite apical do preparo do canal. A obturação foi então complementada com o cimento e cones acessórios de guta-percha através da técnica de condensação lateral com o uso de espaçador digital associada à condensação vertical final.



FIGURA 1. Cimento Endo-C.P.M.-Sealer® (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Argentina).



FIGURA 2. Cimento Fillapex (Angelus, Londrina, Brasil).



FIGURA 3. Cimento AH Plus® (De Trey-Dentsply, Konstanz, Germany).

Depois de concluída a obturação, as amostras foram radiografadas para assegurar sua qualidade (Figura 4).

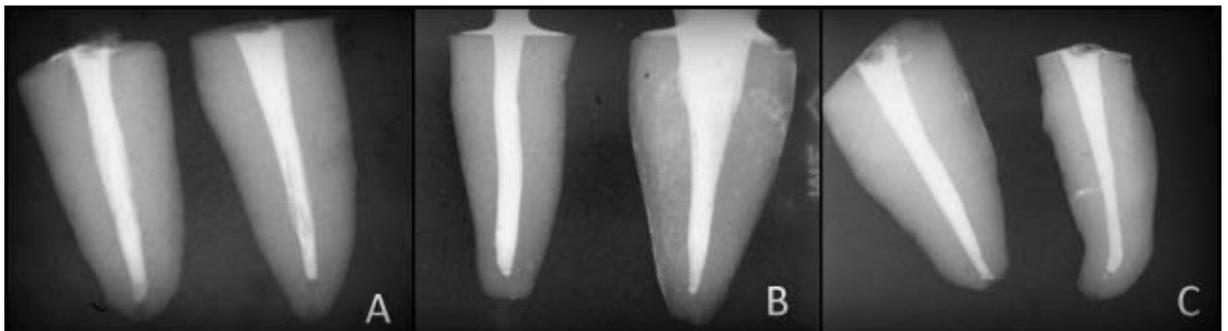


FIGURA 4. Aspecto radiográfico das obturações com (A) Endo-C.P.M.-Sealer®; (B) Fillapex; e (C) AH Plus®.

3.2.4 Ensaio de Micro Push-out

Após o armazenamento, as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo, com o auxílio de uma máquina de corte de precisão (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) sob refrigeração constante, obtendo-se fatias com, aproximadamente, 0,7mm de espessura.

As fatias radiculares foram posicionadas em um dispositivo metálico com uma abertura central de diâmetro maior que o diâmetro do preparo radicular. A face mais cervical da fatia ficou voltada para baixo, apoiada no dispositivo cilíndrico. O conjunto base e fatia foi posicionado em uma máquina de ensaios mecânicos (DL-1000, EMIC, São José dos Pinhais, Brasil). Um dispositivo cilíndrico com diâmetro de 0,8 mm foi posicionado sobre a massa obturadora (cimento e guta-percha) na face apical da fatia, o qual induziu uma força no sentido ápico-cervical. Foi utilizada uma célula de carga de 100N e velocidade de aplicação de carga de 1 mm por minuto (Figura 5).

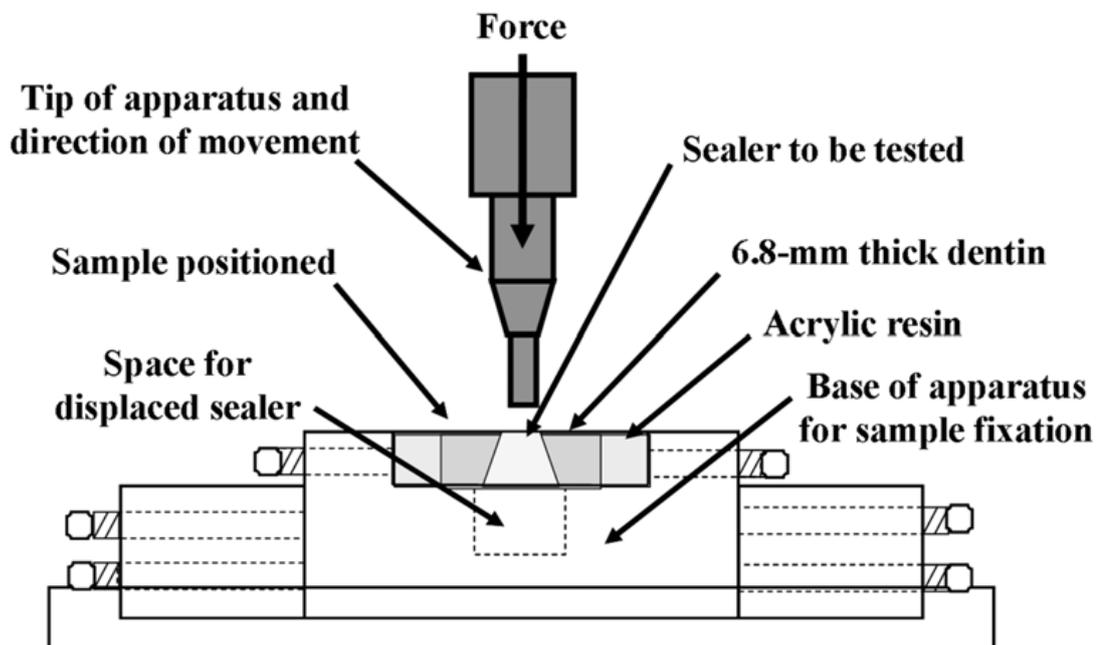


FIGURA 5. Desenho esquemático do teste de push-out. Fonte: TEIXEIRA et al., 2009.

A resistência ao deslocamento do cimento para fora do canal radicular (resistência da união ou força de adesão) foi obtida em MPa, dividindo-se a força necessária para o deslocamento do cimento (N) pela área adesiva (mm²). A área adesiva foi calculada através das fórmulas 1 e 2:

$$g=(h^2 + (R2 -R1)^2)^{1/2} \quad (1)$$

Onde:

g= conicidade do canal radicular

h= espessura da fatia

R1 = raio da luz radicular da face apical da raiz

R2 = raio da luz radicular da face cervical da raiz.

$$A= \pi.g.(R1+R2) \quad (2)$$

Onde:

A= área adesiva

$\pi = 3,14$

g = conicidade da raiz

R1 = raio da luz radicular da face apical da raiz

R2 = raio da luz radicular da face cervical da raiz.

A espessura das fatias (h) foi medida com paquímetro digital com precisão de 0,03mm. As medidas de R1 (raio da massa obturadora no sentido méso-distal) e R2 (raio da massa obturadora no sentido vestibulo-lingual) tanto da porção cervical quanto da apical de cada fatia foram também obtidas com o paquímetro (Figura 6).

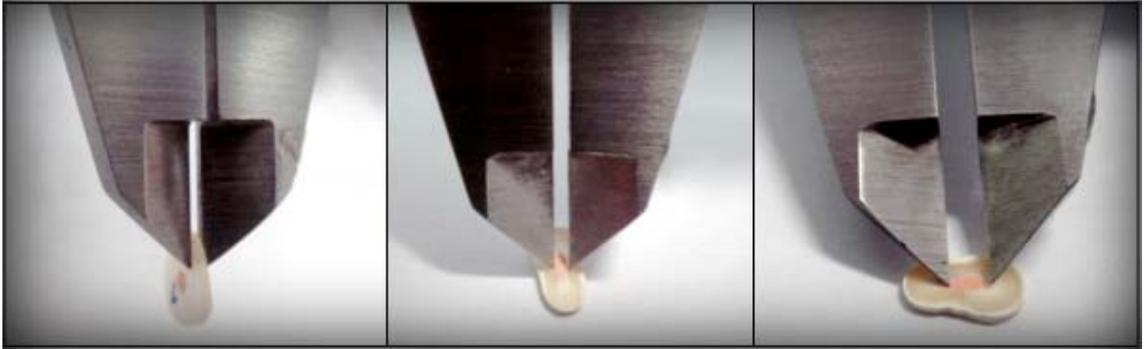


FIGURA 6. Medidas de espessura das fatias e raio da massa obturadora realizadas com paquímetro digital.

Os dados foram analisados através do teste de Kruskal-Wallis e teste *PostHoc* de Dunn ao nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

As medianas são apresentadas na tabela 1 e gráfico 1. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos AH Plus e Fillapex. O cimento Endo-C.P.M.-Sealer apresentou os melhores resultados de resistência de união em relação aos outros cimentos testados, com diferença estatisticamente significativa.

Grupo	N	Mediana da Resistência	25%	75%
Endo-C.P.M.	15	8,265 ^B	6,143	9,687
Fillapex	15	2,041 ^A	1,490	3,039
AH Plus	15	3,034 ^A	2,358	3,634

Letras maiúsculas diferentes (^A e ^B) indicam diferença estatística ($p < 0,05$)

Tabela 1. Mediana da resistência de união à dentina.

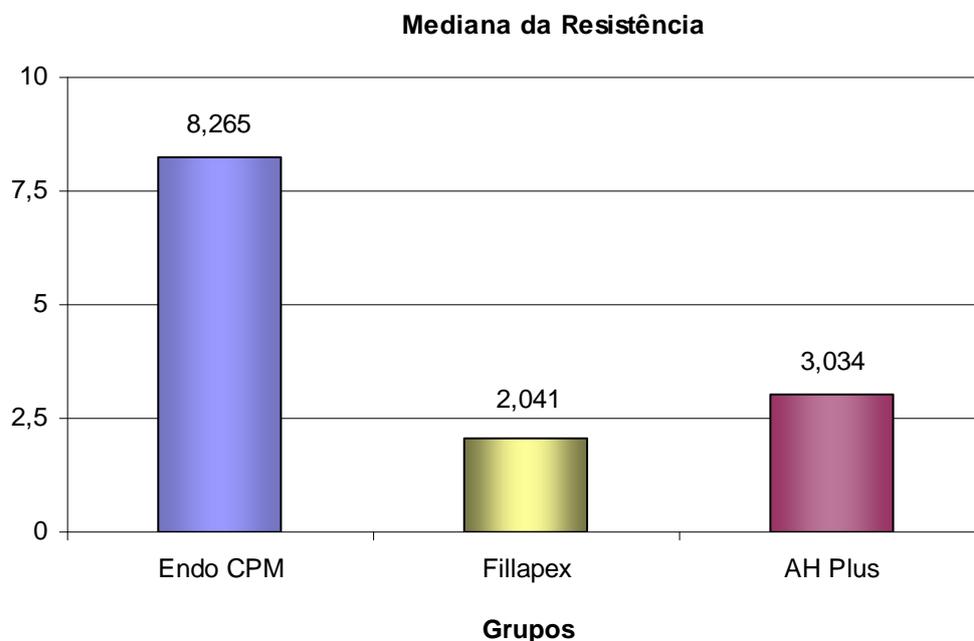


Gráfico 1. Comparação da resistência de união à dentina entre os grupos.

5 DISCUSSÃO

5.1 DA RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A obturação do sistema de canais radiculares é a última etapa do tratamento endodôntico. Seus objetivos são alcançados ao serem eliminadas todas as vias de infiltração a partir da cavidade oral ou dos tecidos periapicais para o interior do sistema de canais radiculares, e ao serem selados dentro do sistema quaisquer irritantes que não possam ser totalmente removidos durante os procedimentos de limpeza e modelagem dos canais (GUTMANN; WITHERSPOON, 2000).

A guta-percha é o material mais usado nas obturações endodônticas até hoje, porém a falta de adesão desta com as paredes dentinárias exige o uso dos cimentos endodônticos (SAUNDERS; SAUNDERS; RASHID, 1991; SIQUEIRA JR; RÔÇAS; LOPES, 1999; GUTMANN; WITHERSPOON, 2000; KAYA et al., 2008).

Considerando-se a importância da adesão do material obturador para o sucesso da terapia endodôntica, e o surgimento de diferentes cimentos endodônticos no mercado, torna-se oportuno e relevante avaliar o comportamento destes.

5.2 DA METODOLOGIA EMPREGADA

Não existe uma norma para a padronização da avaliação da propriedade de adesão dos cimentos (SOUSA-NETO et al., 2005).

Diferentes metodologias podem ser usadas para testar a adesão dos cimentos endodônticos, tornando muitas vezes, impossível a comparação dos resultados quantitativamente (TAGGER et al., 2002; NUNES et al., 2008). Além disso, muitos cimentos testados não são mais comercializados e cimentos endodônticos novos são lançados no mercado frequentemente.

A vantagem do teste do push-out sobre o teste de tração ou teste de resistência ao cisalhamento para a adesão é o fato deste ser menos sensível a pequenas variações entre os espécimes e a variações na distribuição do stress durante a aplicação da carga. O teste de push-out varia dentro do mesmo grupo, refletindo a situação clínica, onde grandes diferenças são encontradas entre os dentes (UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006; TEIXEIRA et al. 2009).

Algumas variáveis podem interferir com o resultado e a compreensão da adesão do cimento às paredes do canal, como a metodologia empregada, o tratamento de superfície da dentina e o tipo de cimento (NUNES et al., 2008). Neste estudo, procurou-se simular a situação clínica através do uso de dentes humanos extraídos com comprimento e anatomia semelhantes. As etapas do preparo químico-mecânico foram realizadas simulando um tratamento endodôntico convencional, padronizando o instrumento de memória, bem como a obturação através do uso de um cone principal de guta-percha, cones acessórios e o cimento endodôntico.

O uso do EDTA antes da obturação está embasado em estudos que mostram que as paredes do canal tratadas assim exibiram valores mais altos de adesão dos cimentos (ØRSTAVIK; ERIKSEN; BEYER-OLSEN, 1983; NUNES et al., 2008). De acordo com Hülsmann et al. (2003), o EDTA é capaz de agir na matriz mineralizada dos dentes e promover a remoção do smear layer formado durante o preparo biomecânico, o que permite uma melhor penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, aumentando a superfície de contato dos materiais obturadores com a dentina.

Um recente estudo de Nandini et al. (2010) concluiu que o uso do gluconato de clorexidina a 2% como solução irrigadora deve ser evitado por 24 horas quando for usado o MTA, pois pode causar desintegração do mesmo. Já a solução de EDTA a 17% não causou desintegração do MTA, sendo recomendado o seu uso.

No estudo de Jainaen, Palamara e Messer (2007), foi comprovado que os valores da força de adesão com o push-out de cimentos resinosos foram muito mais baixos quando o cimento foi usado numa fina camada na técnica do cone único, comparando-se à obturação do canal somente com cimento. Foi concluído que o cimento apresenta padrões diferentes de comportamento quando usado em uma fina camada.

Na clínica - e conforme realizado neste estudo – recomenda-se que o cimento seja aplicado numa fina camada em conjunto com cone principal e cones acessórios de guta-percha, pois o cimento pode contrair durante a presa e pode se dissolver com o tempo causando infiltração (UNGOR; ONAY; ORUCOGLU, 2006). Além disso, o uso de cimento sem cones de guta-percha dificultaria os casos em que fosse necessário o retratamento endodôntico.

5.3 DOS RESULTADOS

O cimento Endo-C.P.M.-Sealer apresentou os melhores resultados de resistência de união (8,26 MPa) em relação aos cimentos Fillapex (2,04 MPa) e AH Plus (3,03 MPa), com diferença estatisticamente significativa. Gomes-Filho et al. (2009) ressaltam que este cimento contém em sua fórmula cloreto de cálcio, que reduz o tempo de presa, melhora as características de manipulação e selamento.

Porém, a relação entre a propriedade de adesão e o selamento é controversa. O ideal numa obturação endodôntica é que o espaço do canal radicular seja preenchido sem espaços vazios ou lacunas (JAINAEN; PALAMARA; MESSER, 2007). Para que isto ocorra, o cimento deve ter um bom escoamento para que possa penetrar em todas as irregularidades do canal, bem como um tempo de trabalho adequado para que não comece a tomar presa antes de preencher adequadamente os espaços entre os cones de guta-percha e a dentina.

Durante o uso do cimento Endo-C.P.M.-Sealer neste trabalho, foram encontradas dificuldades com o curto tempo de trabalho e escoamento. Isso se refletiu numa qualidade inferior da obturação quando foi realizada a análise radiográfica, podendo-se perceber a presença de alguns espaços nos canais obturados. O que nos faz pensar que a adição do cloreto de cálcio não melhorou as propriedades de manipulação deste material.

Ørstavik; Eriksen; e Beyer-Olsen (1983) não encontraram correlação entre os resultados dos testes de infiltração e de adesão em estudo realizado in vitro, onde foram comparados diferentes cimentos endodônticos. Os autores sugerem que um valor alto de força de adesão pode não refletir uma adaptação homogênea do

cimento às paredes de dentina e guta-percha. Os pontos de contato causando a adesão podem ser intercalados com espaços vazios, permitindo a infiltração.

Em relação ao escoamento, um estudo realizado por Bernardes et al. (2010) comprovou que o cimento AH Plus apresenta escoamento maior comparado aos cimentos Sealer 26 (cimento à base de resina epóxica com hidróxido de cálcio) e MTA Obtura (cimento à base de MTA em desenvolvimento pela Angelus, Londrina, Brasil). Este último apresentou o escoamento mais baixo, porém o valor foi superior ao mínimo exigido pela especificação n°. 57 da ADA.

Diversos estudos apontaram o cimento AH Plus com valores mais altos no teste do *push-out*. Ungor; Onay; e Orucoglu (2006) mostraram que a força de adesão da combinação AH Plus/guta-percha foi mais alta que a de um novo sistema de obturação à base de resina metacrilato, Resilon/Epiphany. Rahimi et al (2009), também demonstraram maior força de adesão quando comparados com cimentos à base de resina UDMA EndoREZ e RealSeal através do teste de tração. Por isso, este cimento foi escolhido como referência no presente estudo para ser comparado aos novos cimentos endodônticos à base de MTA. Porém, os resultados mostraram que o AH Plus apresentou resultado inferior ao Endo-C.P.M.-Sealer.

O cimento Fillapex, ainda em desenvolvimento, apresentou resultados inferiores ao Endo-C.P.M.-Sealer. Observamos comportamento semelhante ao AH Plus frente aos resultados de força de adesão e na manipulação deste cimento, provavelmente por ser um cimento polimérico. Porém, necessita de mais estudos quanto às suas propriedades físico-químicas.

6 CONCLUSÕES

A força de resistência de união através do teste de micro *push-out* foi maior nos espécimes obturados com o cimento à base de MTA, Endo-C.P.M.-Sealer. Os cimentos Fillapex e AH Plus apresentaram valores inferiores comparados ao Endo-C.P.M.-Sealer e não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUSAVICE, K. J. **Phillips, materiais dentários**. Rio de Janeiro: Elsevier, 11. ed, p. 19-37, 2005.

BAKLAND, L. K. Management of traumatically injured pulps in immature teeth using MTA. **J Calif Dent Assoc.**, Sacramento, v. 28, no. 11, p. 855-858, 2000.

BERNARDES, R. A.; CAMPELO, A. A.; SILVA JUNIOR, D.; PEREIRA, L. O.; DUARTE, M. A. H.; MORAES, I. G.; BRAMANTE, C. M. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, St. Louis, v. 109, no. 1, p. e47-e49, Jan. 2010.

BEZZON, F. Adesividade de cimentos endodônticos às paredes do canal radicular [Dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.

BOGEN, G.; KUTTLER, S. Mineral Trioxide Aggregate Obturation: A Review and Case Series. **J Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 6, p. 777-790, June 2009.

BORTOLUZZI, E. A.; BROON, N. J.; BRAMANTE, C. M.; GARCIA, R. B.; MORAES, I. G.; BERNARDINELLI, N. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. **J Endod.**, Baltimore, v. 32, no. 9, p. 897-900, Sept. 2006.

BORTOLUZZI, E. A.; BROON, N. J.; BRAMANTE, C. M.; FELIPPE, W. T.; TANOMARU FILHO M.; ESBERARD, R. M. The influence of Calcium Chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement with a Radiopacifier. **J Endod.**, Baltimore, v.35, n. 4, p. 550-554, Apr. 2009.

BOUILLAGUET, S.; SHAW, L.; BARTHELEMY, J.; KREJCI, I.; WATAHA, J. C. Long-term Sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, Guttaflow and Epiphany. **Int Endod J.**, Oxford, v. 41, no. 3, p. 219-226, Mar. 2008.

CAMILLERI, J. Modification of MTA. Physical and mechanical properties. **Int Endod J.**, Oxford, v. 41, no. 10, p. 843-849, Oct. 2008.

CAMILLERI, J. Evaluation of Selected Properties of Mineral Trioxide Aggregate Sealer Cement. **J Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 10, p. 1412-1417, Oct. 2009.

CAMILLERI, J.; PITT FORD, T. R. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. **Int Endod J.**, Oxford, v. 39, no. 10, p. 747-754, Oct. 2006.

COSTA, C. C. R.; ROCHA, V. G. N.; HABITANTE, S. M.; RALDI, D. P.; LAGEMARQUES, J. L. Análise da Infiltração apical de um novo cimento endodôntico à base de MTA. **Cienc Odontol Bras.**, São José dos Campos, v. 12, n. 2, p. 35-40, abr./jun. 2009.

EIDELMAN, E.; HOLAN, G.; FUKS, A. B. Mineral Trioxide Aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. **Pediatr Dent.**, Chicago, v. 23, no. 1, p. 15-18, Jan. 2001.

GETTLEMAN, B. H.; MESSER, H. H.; EI DEEB, M. E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. **J Endod.**, Baltimore, v. 17, no. 1, p. 15-20, Jan. 1991.

GOMES-FILHO, J. E.; WATANABE, S.; BERNABÉ, P. F. E.; COSTA, M. T. M. A Mineral Trioxide Aggregate Sealer Stimulated Mineralization. **J Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 2, p. 256-260, Feb. 2009.

GUTMANN, J. L.; WITHERSPOON, D. E. Obturação do Sistema de Canais Radiculares Limpo e Modelado. In: COHEN, S.; BURNS, R. C. **Caminhos da Polpa**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 7.ed, 2000. p. 243-341.

HOLLAND, R.; de SOUZA, V.; NERY, M. J.; BERNABÉ, P. F.; DEZAN JÚNIOR, E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **J Endod.**, Baltimore, v. 25, no. 11, p. 728-730, Nov. 1999.

HUFFMAN, B. P.; MAI, S.; PINNA, L.; WELLER, R. N.; PRIMUS, C. M.; GUTMANN, J. L.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. **Int Endod J.**, Oxford, v. 42, no. 1, p. 34-46, Jan. 2009.

HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, Á. Chelating agentes in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **Int Endod J.**, Oxford, v. 36, no. 12, p. 810-830, Dec. 2003.

JAINAEN, A.; PALAMARA, J. E.; MESSER, H. H. Push-out Bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. **Int Endod J.**, Oxford, v.40, no. 11, p. 882-890, Nov. 2007.

JAINAEN, A.; PALAMARA, J. E. A.; MESSER, H. H. The effect of a Resin-based Sealer Cement on Micropunch Shear Strength of Dentin. **J Endod.**, Baltimore, v. 34, no. 10, p. 1215-1218, Oct. 2008.

KAYA, B. U.; KEÇEÇI, A. D.; ORHAN, H.; BELLI, S. Micropush-out bond strenghts of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems – an ex vivo study. **Int Endod J.**, Oxford, v. 41, no. 3, p. 211-218, Mar. 2008.

KOGAN, P.; HE, J.; GLICKMAN, G. N.; WATANABE, I. The effects of various additives on setting properties of MTA. **J Endod.**, Baltimore, v. 32, no. 6, p. 569-572, June 2006.

LEE, K. W.; WILLIAMS, M. C.; CAMPS, J. J.; PASHLEY, D. H. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. **J Endod.**, Baltimore, v. 28, no. 10, p. 684-688, Oct. 2002.

MAMOOTIL, K.; MESSER, H. H. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. **Int Endod J.**, Oxford, v. 40, no. 11, p. 873-881, Nov. 2007.

NANDINI, S.; NATANASABAPATHY, V.; SHIVANNA, S. Effect of Various Chemicals as Solvents on the Dissolution of Set White Mineral Trioxide Aggregate: An In Vitro Study. **J Endod.**, Baltimore, v. 36, no.1, p. 135-138, Jan. 2010.

NUNES, V. H.; SILVA, R. G.; ALFREDO, E.; SOUZA-NETO, M. D.; SILVA-SOUZA, Y. T. C. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. **Braz Dent J.**, London, v. 19, p. 46-50, 2008.

OROSCO, F. A.; BRAMANTE, C. M.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELI, N.; MORAES, I. G. Sealing ability of Gray MTA ANGELUS, CPM and MBPC used as apical plugs. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v.16, no. 1, p. 50-54, Jan./Feb. 2008.

ØRSTAVIK, D.; ERIKSEN, H. M.; BEYER-OLSEN, E. M. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. **Int Endod J.**, Oxford, v. 16, no. 2, p. 59-63, Apr. 1983.

ØRSTAVIK, D.; NORDAHL, L.; TIBBALLS, J. E. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 17, no. 6, p. 512-519, Nov. 2001.

PITT FORD, T. R.; ANDREASEN, J. O.; DORN, S. O.; KARIYAWASAM, S. P. Effect of various sealers with gutta-percha as root-end fillings on healing after replantation. **Endod Dent Traumatol.**, Copenhagen, v. 12, no. 1, p. 33-37, Feb. 1996.

RAHIMI, M.; JAINAEN, A.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Bonding of resin-based sealers to root dentin. **J Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 1, p. 121-124, Jan. 2009.

REYES-CARMONA, J. F.; FELIPPE, M. S.; FELIPPE, W. T. Biomineralization Ability and Interaction of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement With Dentin in a Phosphate-containing Fluid. **J Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 5, p. 731-736, May 2009.

SAUNDERS, E. M.; SAUNDERS, W. P.; RASHID, M. Y. A. The effect of post space preparation on the apical seal of root fillings using chemically adhesive materials. **Int Endod J.**, Oxford, v.24, no. 2, p. 51-57, Mar. 1991.

SCARPARO, R. K.; GRECCA, F. S.; FACHIN, E. V. F. Analysis of Tissue Reactions to Methacrylate Resin-based, Epoxy Resin-based, and Zinc Oxide–Eugenol Endodontic Sealers. **J Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 2, p. 229-232, Feb. 2009.

SCHWARTZ, R. S. Adhesive Dentistry and Endodontics. Part 2: Bonding in the Root Canal System – The Promise and the Problems: A Review. **J Endod.**, Baltimore, v. 32, no.12, p. 1125-1134, Dec. 2006.

SHABAHANG, S.; TORABINEJAD, M. Treatment of teeth with open apices using mineral trioxide aggregate. **Pract Periodontics Aesthet Dent.**, New York, v. 12, no. 3, p. 315-320, 2000.

SIQUEIRA JR, J. F.; RÔÇAS, I. N.; LOPES, H. P. Materiais Obturadores. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F. **Endodontia – Biologia e Técnica**. Rio de Janeiro: Medsi, 1999. p. 427- 450.

SOUSA-NETO, M. D.; SILVA COELHO, F. I.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentin submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG lasers. **Int Endod J.**, Oxford, v. 38, no.12, p. 866-870, Dec. 2005.

TAGGER, M.; TAGGER, E.; TJAN, A. H. L.; BAKLAND, L. K. Measurement of Adhesion of endodontic sealers to dentin. **J Endod.**, Baltimore, v. 28, no. 5, p. 351-354, May 2002.

TAY, F. R.; LOUSHINE, R. J.; WELLER, R. N.; KIMBROUGH, W. F.; PASHLEY, D. H.; MAK, Y. F.; LAI, C. N. S.; RAINA, R.; WILLIAMS, M. C. Ultrastructural evaluation of the apical Seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. **J Endod.**, Baltimore, v. 31, no.7, p. 514-519, July 2005.

TEIXEIRA, C. S.; ALFREDO, E.; THOMÉ, L. H. C.; GARIBA-SILVA, R.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; SOUSA-NETO, M. D. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v. 17, no. 2, p. 129-135, Mar./ Apr. 2009.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITT FORD, T. R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J Endod.**, Baltimore, v. 19, no. 12, p. 591-595, Dec. 1993.

UNGOR, M.; ONAY, E. O.; ORUCOGLU, H. Push-out Bond strengths: the Epiphany-resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. **Int Endod J.**, Oxford, v. 39, no. 8, p. 643-647, Aug. 2006.

WITHERSPOON, D. E.; HAM, K. One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. **Pract Proced Aesthet Dent.**, New York, v. 13, no. 6, p. 455-460, 2001.