

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

Aluna: Renata Dos Santos Baldissera

**AVALIAÇÃO DA PENETRABILIDADE DENTINÁRIA APICAL DOS
CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX POR MEIO DA MICROSCOPIA
CONFOCAL**

Porto Alegre, julho de 2013.

RENATA DOS SANTOS BALDISSERA

**AVALIAÇÃO DA PENETRABILIDADE DENTINÁRIA APICAL DOS
CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX POR MEIO DA MICROSCOPIA
CONFOCAL**

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

Orientador: Professor Doutor Marcus
Vinícius Reis Só.

Porto Alegre, 2013.
Renata Dos Santos Baldissera

**AVALIAÇÃO DA PENETRABILIDADE DENTINÁRIA APICAL DOS
CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX POR MEIO DA MICROSCOPIA
CONFOCAL**

Este trabalho de conclusão foi julgado adequado para a 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, 05 de julho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só

Prof.Dra. Renata Morgental

Prof.Dra. Márcia Wagner

Dedico este trabalho aos meus pais, por terem sempre me incentivado ao estudo. Vocês são exemplo de amor incondicional e dedicação. Obrigada pelos ensinamentos, pelos valores e princípios passados para mim e para meu irmão. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que tem me dado saúde, energia e têm me sustentado com sua mão amorosa até aqui.

Aos meus pais, Adão e Valéria, pelo incentivo, pelos sacrifícios sem medidas, pelo amor e dedicação. Por serem exemplos de profissionais, de caráter e de pessoas. Vocês são demais!

Ao meu irmão Renê Luiz, que sempre trouxe alegria à tona na minha vida! Obrigada pela parceria, companheirismo e amor!

Ao meu noivo Caio, que nos últimos tempos foi o responsável por estar ao meu lado nos momentos difíceis e me dar apoio incondicional! Amo você!

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcus Vinicius Reis Só, que privilégio ser orientada pelo senhor novamente! São cinco anos de convívio e aprendizado intensos, muito obrigada!

Aos professores da Especialização em Endodontia, pelo convívio amigável, pelos ensinamentos que vão muito além da Endodontia e pelas experiências endodônticas! Foram dois anos de muito conhecimento adquirido! A equipe de Endodontia é especial!

A secretária Andréa por ter sido nossa memória quando algo era esquecido, por seu sorriso sempre no rosto em todos os momentos, pela paciência e pela ajuda sem medida!

Aos doutorandos Ricardo Abreu da Rosa e Manuela Santini, por toda ajuda e apoio que vocês deram durante a pesquisa. Meu desejo é que vocês continuem com esse dom e talento para ajudar os futuros alunos de vocês! Muito obrigada!

E finalmente as colegas de turma, que fizeram com que esses dois anos tenham sido tão especiais, pelo companheirismo, ajuda, amizade e por todos os momentos divididos.

RESUMO:

O objetivo desse trabalho foi analisar comparativamente, por meio da microscopia confocal de varredura à *laser* (MCVL), a penetrabilidade de dois cimentos endodônticos à base de resina, na dentina radicular do terço apical, de dentes humanos. Trinta e dois dentes humanos foram distribuídos em dois grupos experimentais de 15 dentes cada e 02 controles: Grupo MTAF- os canais radiculares foram obturados pela técnica de condensação lateral da guta-percha e cimento à base de resina de salicilato (MTA Fillapex, Angelus, Londrina, PR); Grupo AHP- técnica da condensação lateral da guta percha e cimento à base resina epóxica AH Plus (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça); dois dentes não foram obturados e serviram como controle. Previamente à obturação, o corante Rhodamina B foi acrescentado aos cimentos, em uma proporção de 0,1%, para proporcionar fluorescência. As amostras foram armazenadas em 100% de umidade a 37°C por 1 semana e após, seccionadas horizontalmente a 2mm do ápice radicular e visualizadas através da MCF. A área de penetração dos cimentos endodônticos dentro dos túbulos dentinários, foi mensurada através do programa Adobe Photoshop(CS6 versão13.0) e posteriormente convertida em porcentagem de área. Não houve diferenças significativas entre os dois grupos experimentais ($P = 0,8195$). O MTA Fillapex e o AH Plus apresentaram similar penetração nos túbulos dentinários a despeito das suas diferentes composições químicas.

Palavras-chave: Endodontia, Microscopia Confocal, Obturação do Canal Radicular.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the penetrability of two resin-based sealers into dentin tubules using confocal laser scanning microscopy (CLSM). Thirty-two human teeth were divided in two groups (N = 15): MTAF group – canals were filled by lateral compaction and salicylate resin-based sealer (MTA Fillapex, Angelus, Londrina, Brazil); AHP group – canals were filled by lateral compaction and epoxy resin-based sealer AH Plus (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Two teeth were not filled and served as control. Previous to the root canal filling, Rhodamine B dye was mixed with the sealers in a ratio of 0.1% in order to provide fluorescence. For CLSM the samples were stored at 100% humidity and 37°C for one week and then transversally sectioned at 2mm from the apex. The sealer penetrability was measured using Adobe Photoshop software. The area of penetration of sealers into dentinal tubules was measured using the program Adobe Photoshop and then converted to percentage of the area. Both sealers penetrate into dentin tubules. The test did not reveal differences between the two experimental groups (P = 0.8195). MTA Fillapex and AH Plus presented similar penetrability into dentin tubules besides their different chemical composition.

Key Words: Endodontics, confocal laser scanning microscopy, Filling Root Canal.

LISTA DE FIGURAS

- Gráfico 1-** Mediana, valores mínimos e máximos, primeiro e terceiro quartil do percentual de penetração dos 2 cimentos16
- Figura 1.** Imagem da microscopia confocal, área total na amostra 3 do Grupo AH Plus.....17
- Figura 2.** Imagem central do canal radicular na amostra 11 do Grupo AH Plus.....17
- Figura 3.** Imagem da microscopia confocal, área total amostra 4 do Grupo MTA Fillapex.....18
- Figura 4.** Imagem central do canal radicular na amostra 8 do Grupo MTA Fillapex.....18

SUMÁRIO

1) INTRODUÇÃO	10
2) OBJETIVOS	13
3) MATERIAIS E MÉTODOS	14
4) RESULTADOS	17
5) DISCUSSÃO.....	20
6) CONCLUSÕES.....	24
7) REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	25

1) INTRODUÇÃO:

O sucesso da terapia endodôntica está intimamente vinculado à correta preparação biomecânica, bem como a obturação do sistema de canais radiculares de forma tridimensional (COHEN, 1998). A adaptação do cimento endodôntico às paredes de dentina do canal radicular é revestida de muita importância, pois esta terá um papel fundamental, funcionando como barreira e restringindo a infiltração de microrganismos, fluidos bucais e teciduais capazes de contribuir para o insucesso do tratamento (DE DEUS et al., 2002).

A guta-percha utilizada isoladamente no interior do canal radicular é incapaz de promover selamentos apical e coronário (DE DEUS et al., 2002; MONTICELLI et al., 2007). O cimento endodôntico possui funções de preenchimento dos espaços e imperfeições que a guta-percha é incapaz de preencher (canais laterais e acessórios), unir os cones principal e acessórios, além de aderir a massa de guta-percha às paredes dentinárias por embricamento mecânico (HATA et al., 1992).

A presença do cimento nas técnicas obturadoras não determina obturações livres de espaços vazios (GHARIB et al., 2007). Estudos têm indicado a fragilidade do cimento, sendo que obturações que apresentam espessas linhas de cimento podem ser comprometidas em função da solubilidade que ocorre com o passar do tempo (BAMIDURO et al., 1992). Com base nesses conhecimentos, as técnicas modernas de obturação procuram lançar mão de uma maior quantidade de guta-percha e de uma menor película de cimento, visto que hoje se tem a consciência de que o cimento representa a porção frágil da obturação (BAMIDURO et al., 1992).

O MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil) é um cimento à base de resina de salicilato que foi introduzido recentemente no mercado. Sua composição é basicamente de MTA (Agregado de Trióxido Mineral), silicato resinoso, resina natural, óxido de bismuto e sílica. Algumas de suas propriedades vem sendo estudadas: biocompatibilidade (MARQUES et al., 2013), bioatividade (SALLES et al., 2012); ação antimicrobiana (MORGENTAL

et al.,2011), adesividade (SAGSEN et al.,2011), ASSMANN et al., 2012) e solubilidade (BORGES et al., 2012).

O AH Plus é um cimento endodôntico disponível no mercado internacional desde 1996, é comercializado em duas pastas, sendo a pasta A composta por resina epóxica Bisfenol A, resina epóxica Bisfenol F, tungstato de cálcio, sílica, óxido de zircônio e pigmento de óxido de ferro. Por sua vez, a pasta B apresenta dibenzil-diamina, aminoadamantano, triciclododecanodiamina, tungstenato de cálcio, óxido de zircônio, sílica e óleo de silicone.

Scarparo et al. (2009) demonstraram que este cimento apresentou menor resposta inflamatória quando comparado com o cimento à base de óxido de zinco e eugenol, bem como ao EndoRez que é um cimento a base de resina de metacrilato. Além disso, apresenta destacadas propriedades tais como: ótima estabilidade dimensional, baixa solubilidade, boa radiopacidade (DUARTE et al., 2010) e uma significativa força de adesão quando comparado a outros cimentos (UNGLOR, ONAY, ORUCOGLU, 2006; NUNES et al. 2008).

Alguns estudos têm discutido sobre a importância da penetração do cimento nos túbulos dentinários. Sugere-se que essa penetração melhore o selamento da obturação (WHITE et al. 1984; C.ALT & SERPER, 1999; SALEH et al. 2003; KOKKAS et al. 2004). Porém, ainda não se conseguiu estabelecer se essa correlação é verdadeira. Uma das maneiras de se avaliar a penetrabilidade do cimento nos túbulos dentinários é por meio da microscopia confocal de varredura a laser. Essa técnica utiliza pontos de alto contraste para identificar a distribuição do cimento obturador dentro dos canais radiculares (GHARIB et al., 2007; Ordinola-Zapata R et al 2009; KOK et al., 2012).

KOK et al. (2012) avaliaram, *ex-vivo*, por meio da microscopia confocal a laser, a penetração do cimento obturador (AH-Plus) nos túbulos dentinários, a espessura da linha de cimento, bem como a área de cimento, no terço apical do canal radicular proporcionado por diferentes técnicas de obturação. Os autores concluíram que todas as técnicas proporcionaram penetração de AH

Plus no interior dos túbulos dentinários, sendo que a técnica Thermafil proporciona menor área de cimento na região apical.

2) OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi analisar comparativamente, através da microscopia confocal de varredura à *laser* a penetrabilidade de dois cimentos endodônticos à base de resina (MTA Fillapex e AH Plus), na dentina radicular, do terço apical, de dentes humanos.

3) MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo experimental, transversal, randomizado e controlado foi realizado no Laboratório de Endodontia da FO-UFRGS e Centro de microscopia eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo sido aprovado pelo Comitê de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (COMPESQ-ODO-UFRGS) e Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UFRGS).

Para o cálculo amostral foi utilizado o pacote estatístico BioEstat 5.0 (Fundação Mamirauá, Belém, Pará, Brasil) e o número de amostras necessário para a análise da penetração dentinária foi de 30 dentes humanos.

Foram utilizados neste estudo 32 dentes humanos anteriores, extraídos, obtidos de pacientes em postos de saúde do Rio Grande do Sul, após leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os dentes foram estocados em solução salina a 0,9%, após armazenagem em solução de hipoclorito de sódio a 2% por 48 horas. Posteriormente radiografias periapicais foram feitas para confirmar a existência de um canal radicular, ausência de reabsorção interna, calcificações e tratamento endodôntico prévio.

Os espécimes foram seccionados transversalmente próximos à junção amelo-cementária com disco diamantado de dupla face, sob refrigeração, a fim de obter raízes com comprimento de 15 mm. Canais radiculares com diâmetro anatômico foraminal não superior ao instrumento de número #25 foram selecionados. O comprimento real do dente foi estabelecido por meio de um instrumento tipo-K 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) posicionado no canal radicular até a abertura foraminal. O comprimento de trabalho foi determinado 1 mm aquém deste comprimento, sendo o preparo biomecânico realizado através da técnica de instrumentação de forças balanceadas até o instrumento apical final # 40 e irrigados com hipoclorito de sódio a 1%. Posteriormente, os canais radiculares foram preenchidos com EDTA 17% (Farmácia Marcela, Porto Alegre, RS, Brasil) e agitados durante 3 minutos com um instrumento #25.

Os dentes foram divididos randomicamente em dois grupos com quinze dentes cada um, de acordo com o cimento endodôntico utilizado:

Grupo AHP – Cimento à base de resina epóxica (AH Plus Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Grupo MTAF - Cimento à base de resina de salicilato (MTA FilLapex, Angelus, Londrina, PR). Dois dentes serviram como controle, foram preparados e não tiveram seu canais obturados.

Em seguida, os 30 espécimes foram obturados com cones de guta-percha principal # 40 (Tanariman Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil) e cones de guta-percha auxiliares B7 (Tanariman Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil) através da técnica de condensação latera I. Foi empregado o espaçador bidigital B (Dentsply,-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e a inserção de cones acessórios foi realizada até a percepção de não ser possível a colocação dos cones no limite do terço cervical e médio. Aos cimentos foram acrescentado o corante Rodhamina B em uma proporção de 0,1% (D'ALPINO et al. 2006) para proporcionar a fluorescência e a consequente visualização do cimento obturador através da microscopia confocal à laser.

Preparação das amostras para microscopia

Os canais radiculares obturados foram armazenados em 100% de umidade a 37^oC por 1 semana, a fim de permitir o tempo de presa do cimento obturador. Os espécimes foram seccionados horizontalmente a 2 mm do ápice radicular usando disco diamantado montado em uma máquina de corte (Extec Labcut 1010, Enfield, CT, EUA) sob refrigeração à água, com uma espessura de fatia de 2 mm. Posteriormente as superfícies foram polidas com pasta Arotec em uma politriz (Arotec, Cotia, SP, Brasil), sob refrigeração, para eliminar raspas oriundas do procedimento de corte.

As amostras foram examinadas com o microscópio à laser confocal Olympus Fluoview 1000 (Olympus Corporation, Tóquio, Japão), com excitação de luz no comprimento de onda de 559 nm. As imagens foram registradas no

modo de fluorescência em 10X com abertura numérica de 0,3 e 1,3 mm respectivamente.

A área de penetração dos cimentos endodônticos dentro dos túbulos dentinários, foi mensurada através do programa Adobe Photoshop CS6 Versão 13.0. Para obtenção da área foi selecionada a ferramenta “Laço” do programa e através de uma caneta virtual foi realizado traços contínuos delimitando esta área de interesse. O valor numérico em questão é informado sob a escala pixels. Para medir a área de penetração do cimento obturador foi calculada a área total do campo da imagem (até a superfície externa da raiz) através de uma ferramenta de área do programa, e subtraída a área referente ao canal radicular, compondo esta medida 100% da área. Em seguida, foi medida somente a área onde houve penetração de cimento, com a mesma ferramenta de área, para que posteriormente pudesse ser calculada a porcentagem de área penetrada pelo cimento.

A análise estatística empregada foi o teste de Mann Whitney em nível de significância de 5%.

4) RESULTADOS:

O percentual médio de penetração de cimento nos túbulos dentinários para o grupo-AHP foi de 6,78 e do grupo-MTAF foi de 6,63 (P=0,8195).

Gráfico 1- Mediana, Valores mínimos e máximos, primeiro e terceiro quartil do percentual de penetração dos 2 cimentos

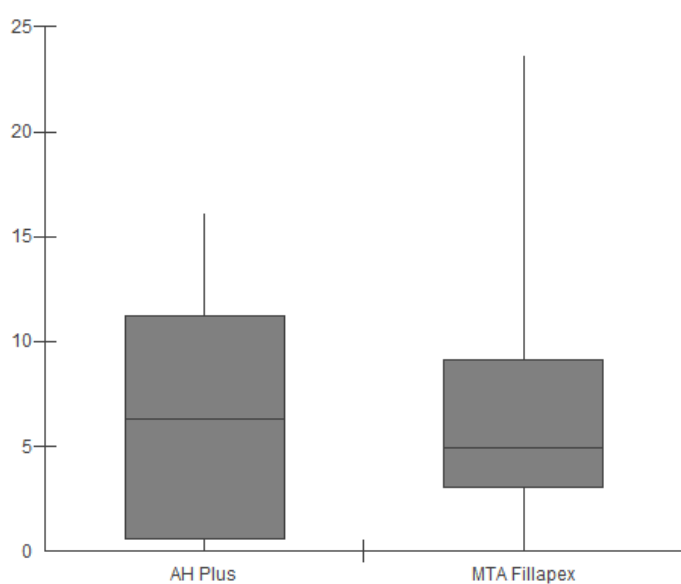




Figura 1. Imagem da microscopia confocal, área total amostra 3 do Grupo AHPlus

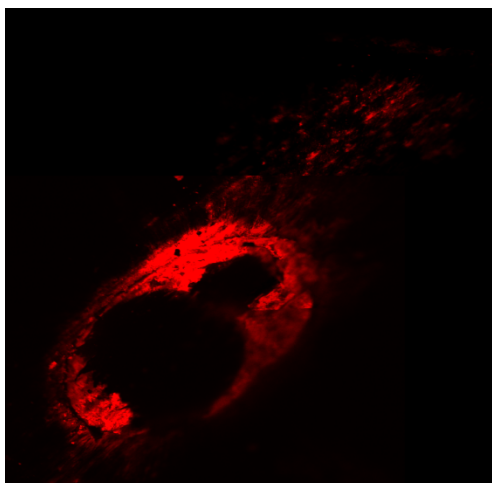


Figura 2. Imagem central do canal radicular amostra 11 do Grupo AH Plus.

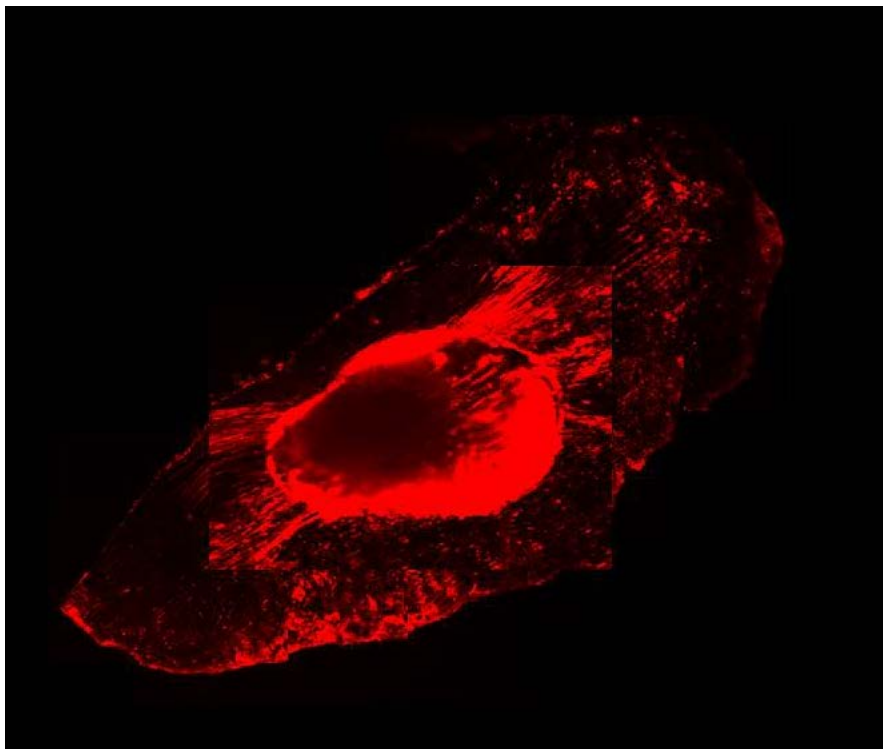


Figura 3. Imagem da microscopia confocal, área total amostra 4 do Grupo MTAFillapex.

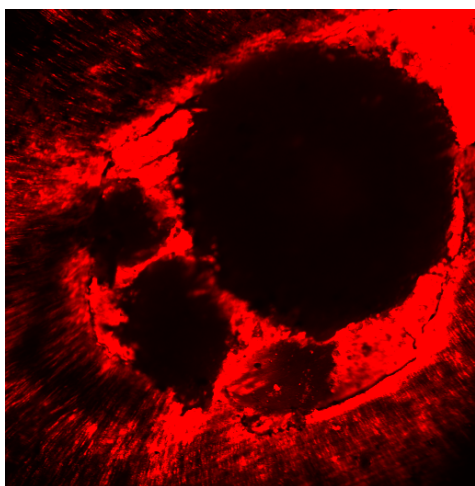


Figura 4. Imagem central do canal radicular amostra8 do Grupo MTAFillapex.

5) DISCUSSÃO

O preparo biomecânico e a obturação do canal radicular são elos indissociáveis para a busca do sucesso no tratamento endodôntico. O conceito de “Cleaning and Shaping” introduzido por Schilder em 1974, nos dias de hoje merece ter a conotação de “modelar para limpar” pois uma preparação mais alargada do terço apical conduz a uma menor quantidade de debris e proporciona uma maior quantidade de superfícies de paredes tocadas.

A escolha pela avaliação do terço apical foi baseada no fato de que ela representa a região mais crítica para a limpeza e acesso dos instrumentos, bem como pela sua complexidade anatômica. Wu e Wesselink (1995) demonstraram que independente da técnica de preparo empregada, o terço apical foi o que apresentou maior sujidade quando comparado ao médio e cervical. A opção pelo alargamento até um instrumento #40 foi pensada na possibilidade de se conseguir uma boa limpeza do terço apical com vistas a assegurar uma melhor adaptação do material obturador. Fornari et al. (2010) demonstraram que um maior alargamento do terço pode predir uma maior limpeza dessa região.

Os dois cimentos endodônticos empregados devem ser considerados como cimentos resinosos, embora o MTA Fillapex seja conhecido como um cimento à base de MTA. Na composição do referido cimento é possível observar a predominância de componentes resinosos (resina de salicilato). Estes cimentos assumem papel relevante em razão das suas propriedades físico-químicas, tais como escoamento, tamanho das partículas, pH, tensão superficial (Hovland ; Dumsha, 1985).

No presente trabalho, os canais foram obturados com a técnica da condensação lateral, motivado pelo fato de ser largamente utilizada, bem como conforme os resultados de Kok et al. (2012), diferentes técnicas obturadoras promovem uma penetração intratubular similar.

A microscopia confocal a laser utiliza pontos de alto contraste para identificar a distribuição do cimento obturador dentro dos túbulos dentinários (Gharib et al., 2007; Zapata, et al., 2008). Em combinação com as imagens em epifluorescência este método permitiu o estudo da distribuição do cimento nos túbulos dentinários bem como a sua relação com a parede do canal. Além disso apresenta vantagens quando comparadas a microscopia eletrônica de varredura nesse tipo de estudo. A MLC e o seu respectivo *software* possibilitam uma análise do eixo Z que possibilita uma captação de imagens sobrepostas (com n planos de corte), correspondente a uma determinada espessura do material examinado, diferente da MEV que trabalha a imagem em um plano.

A Rodamina B foi empregada neste estudo como o material fluorescente, possibilitando a visualização da penetração do cimento nos túbulos dentinários, bem como a delimitação de sua espessura na interface parede de dentina/material obturador. Uma possível preocupação, no sentido de que a mesma pudesse interferir na capacidade de selamento pode ser descartada em função da pequena quantidade de pó (0,1% da proporção do cimento) misturada ao AH Plus, quantidade esta já empregada em estudos prévios (De Deus et al., 2003; Ordinola-Zapata R et al 2009).

Estudos sobre as propriedades dos cimentos endodônticos mostram que existem diferenças quanto ao escoamento de cada material. Essa diferença pode ser justificada em função da diferente composição química. Quanto maior o escoamento do cimento, maior a habilidade de penetrar nas irregularidades e canais acessórios do sistema de canais (Almeida et al, 2007).

De acordo com os resultados do presente estudo, não houve diferença estatística entre os cimentos AH Plus e MTA Fillapex quanto à penetrabilidade na dentina. Os achados deste estudo divergem daqueles encontrados por Kok et al. (2012) para o cimento AH Plus. Aqueles autores encontraram uma maior penetrabilidade dentinária para o AH Plus que pode ser explicada pelo método de avaliação da área de penetração do cimento, que não levou em consideração a extensão total (parede do canal/superfície externa). SILVA et al. (2013), demonstraram que o MTA Fillapex apresentou maiores valores de

escoamento quando comparado ao AH Plus, isso se deve ao fato de a metodologia empregada ter sido diferente.

Estudos recentes mostraram valores de resistência ao deslocamento do cimento MTA Fillapex similares ao observados para o AH Plus (Assmann 2012; Nagas 2012), o que talvez seja explicado pelo fato de ambos os materiais penetrarem nos túbulos dentinário de maneira similar.

Ambos os grupos apresentaram penetração intratubular semelhante, embora essa penetração não tenha sido uniforme em todas as paredes do canal. Em algumas superfícies não foi possível observar a penetração dos cimentos, enquanto que em outras a observação foi evidente. Esta situação pode ser discutido sob duas formas: 1- Embora, previamente a obturação do canal radicular foi empregado o EDTA para a remoção da lama dentinária do terço apical, tal objetivo pode não ter sido alcançado de forma satisfatória, fato esse evidenciado em estudos que comprovaram a dificuldade de se obter paredes dentinárias completamente livres dessa camada residual; 2- A penetrabilidade dos cimentos na dentina pode ter sido favorecida pela manobra anteriormente citada, ou pelo fato de que áreas do canal radicular não tocadas pelos instrumentos (istmos e achatamentos) deixaram áreas com túbulos dentinários abertos e que favoreceram o escoamento dos cimentos. As imagens parecem justificar essas argumentações pois estão evidenciadas a penetração dos cimentos tanto em áreas com e sem complexidade anatômica.

Certamente os resultados obtidos com esse estudo não possibilitam fazer uma associação direta entre a penetração de cimento obturador com capacidade de selamento da obturação do canal radicular. Entretanto, não podemos esquecer que os túbulos dentinários compõe o sistema de canais radiculares, de tal forma que a entrada de cimento obturador favorecerá a formação de uma barreira intra tubular.

Por fim, é lícito acreditar que esse estudo possibilitou uma boa compreensão a respeito da penetrabilidade do MTA Fillapex no interior dos túbulos dentinários, uma vez que a literatura carecia dessa informação. Este estudo ao lado de vários outros que estudaram diferentes propriedades desses materiais poderão ajudar o clínico na decisão da escolha do cimento a ser empregado.

6) CONCLUSÕES

Com base no método e resultados obtidos é possível concluir que:

- Os dois cimentos empregados neste estudo penetraram nos túbulos dentinarios.
- O AH Plus e o MTA Fillapex apresentaram semelhante percentual de penetrabilidade dentinária, sendo este em torno de 6%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida JF, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J* 2007;40:692–9.

Assmann E, Scarparo RK, Bottcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod*. 2012 Feb;38:219–21.

Bamiduro R, Ogtenbi G, Shen O. Effect of different sealers on thermoplasticized gutta-percha root canal obturations. *J Endod*. Aug;1992; 18(8):363-6.

Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CE, Pécora JD. 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 May;45(5):419-28.

Calt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*. 1999 Jun; 25(6):431-3.

Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp*. St Louis: Mosby; 1998.

D'Alpino PH, Pereira JC, Svizero NR, Rueggeberg FA, Pashley DH. Factors affecting use of fluorescent agents in identification of resin-based polymers. *J Adhes Dent*. 2006 Oct;8(5):285-92.

De Deus G, Gurgel-Filho ED, Maniglia-Ferreira C, Coutinho-Filho T. Intratubular penetration of root canal sealers. *Braz Oral Res*, 2002; 14(4):332-6.

De Deus GA, Martins F, Gurgel-Filho ED, Maniglia-Ferreira C, Coutinho-Filho T. Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques. *Braz Oral Res*, 2003;17(2):119-25.

Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, de Moraes IG. Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. *J Endod.* 2010 Jun;36(6):1048-51.

Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pécora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 2010 Nov;43(11):988-94.

Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski,TA, Gary G. Goodell GG. A confocal laser scanning microscope investigation of the Epiphany obturation system. *J Endod.* 2007 Aug;33(8):957–961.

Hata I, Kawazoe S, Toda T, Weine F. Sealing ability of thermafil with and without sealer. *J Endod.* Jul; 1992; 18(7):322-36.

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

Int Endod J. 2011 Dec;44(12):1128-33.

Kok D, Húngaro Duarte MA, Abreu Da Rosa R, Wagner MH, Pereira JR, Só MV. Evaluation of epoxy resin sealer after three root canal filling techniques by confocal laser scanning microscopy. *Microsc Res Tech.* 2012 Sep;75(9):1277-80.

Kokkas AB, Boutsoukis ACh, 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 Feb;30(2):100-2.

Marques NC, Lourenço Neto N, Fernandes AP, Rodini Cde O, Duarte MA, Oliveira TM. Rat subcutaneous tissue response to MTA Fillapex® and Portland cement. *Braz Dent J.* 2013;24(1):10-4.

Monticelli F, Sword J, Martin RL, Schuster GS, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod*. 2007 May; 40(5):374–385.

Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Oliveira SD, Antunes FC, Cogo DM, Kopper PM. Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. *Int Endod J*. 2011 Dec;44(12):1128-33

Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, et al. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod* 2012 Feb;38:240–4.

Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Braz Dent J*. 2008;19(1):46-50.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MS, del Carpio Perochena A, Vivan RR, Camargo EJ, Garcia RB, Bernardineli N, Gutmann JL, de Moraes IG. 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*. 2009 Sep;108(3):450-7.

Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J*. 2011 Dec;44(12):1088-91.

Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J*. 2002 Oct;35(10):859-66.

Salles LP, Gomes-Cornélio AL, Guimarães FC, Herrera BS, Bao SN, Rossa-Junior C, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Mineral trioxide aggregate-based endodontic sealer stimulates hydroxyapatite nucleation in human osteoblast-like cell culture. *J Endod.* 2012 Jul;38(7):971-6.

Scarpato RK, Grecca FS, Fachin EV. Analysis of tissue reactions to methacrylate resin-based, epoxy resin-based, and zinc oxide-eugenol endodontic sealers. *J Endod.* 2009 Feb;35(2):229-32.

Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269-96.

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 Feb; 39 (2): 274-277.

Ungor M, Onay EO, 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.* 2006 Aug;39(8):643-7.

White RR, Goldman M, Lin PS. *J Endod.* 1984 Dec;10(12):558-62.

Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995 Apr;79(4):492-6.