**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

CARLA CRISTINA CAMILO ARAÚJO

**Avaliação da técnica de obturação usando cone único de sistemas
reciprocantes com diferentes cimentos, em relação ao selamento
apical e adesividade à dentina**

“versão corrigida”

Ribeirão Preto

2014

CARLA CRISTINA CAMILO ARAÚJO

**Avaliação da técnica de obturação usando cone único de sistemas
reciprocantes com diferentes cimentos, em relação ao selamento
apical e adesividade à dentina**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para a obtenção do grau de Doutor em Ciências
– Programa: Odontologia Restauradora – Área de
Concentração: Odontologia Restauradora
(Opção: Endodontia)

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

Ribeirão Preto

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Camilo, Carla Cristina Araújo

Avaliação da técnica de obturação usando cone único de sistemas reciprocantes com diferentes cimentos, em relação ao selamento apical e adesividade à dentina. Ribeirão Preto, 2014.

82 p.: il.; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora-Endodontia.

“Versão corrigida da Tese. A versão original se encontra disponível na Unidade que aloja o Programa”.

Orientador: Sousa-Neto, Manoel Damião

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Instrumentos reciprocantes. 4. Obturação

CAMILO, C. C. A. **Avaliação da técnica de obturação usando cone único de sistemas reciprocantes com diferentes cimentos, em relação ao selamento apical e adesividade à dentina.** 2014. 82 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

Aprovado em:_____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto (Orientador)

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto FORP/USP

Julgamento:_____

Assinatura:_____

Prof(a). Dr(a):_____

Instituição_____

Julgamento:_____

Assinatura:_____

Prof(a). Dr(a):_____

Instituição_____

Julgamento:_____

Assinatura:_____

Prof(a). Dr(a):_____

Instituição_____

Julgamento:_____

Assinatura:_____

Prof(a). Dr(a):_____

Instituição_____

Julgamento:_____

Assinatura:_____

Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

DEDICATÓRIA

“Mãe, quando acabar o Doutorado você vai ficar comigo e Bel?”, “Mãe, você não vai mais viajar sem a gente, não é?” Essas foram perguntas freqüentes que ouvi das minhas filhas **Isabel e Manuela**, ainda muito pequenas quando iniciei o Doutorado e durante toda a etapa. Dedico este trabalho a elas, pela forma corajosa que enfrentaram a ausência, pela compreensão e paciência, pelo entendimento e pelo amor e carinho incondicionais.

Ao meu marido, **Manoel Brito Júnior**, ingressamos juntos no Doutorado que você sonhou, articulou, arquitetou e conseguiu com muito esforço tornar realidade para a Unimontes. Conheço sua determinação há muito tempo, mesmo quando parece que não vai dar certo, você não desanima. Aliado a isso, somam sua competência e desprendimento em ajudar todo o grupo. Reconhecemos sua liderança e buscamos ouvir suas considerações em todos os trabalhos. Ficou evidenciada a sua capacidade de tornar simples mesmo os trabalhos mais complexos. Obrigada pelo companheirismo, pela ajuda, pela parceria, na vida e na profissão.

Aos meus pais, **Elesbão Camilo da Hora e Maria da Piedade Araújo da Hora**, aprendi com meus pais, pelo exemplo, a me guiar por princípios de ética e moral, muitas vezes ausentes nos dias atuais. A dedicação e doação deles a mim e aos meus irmãos nos tornaram pais e filhos semelhantes a eles. O estímulo deles possibilitou a conclusão deste trabalho.

Aos meus irmãos, **Ana Maria Camilo da Hora e Rocha e Carlos Alberto Camilo Araújo**, pela amizade, incentivo, exemplo, companheirismo e presença constante e aos meus sobrinhos, **Vitória e Davi**, pelo auxílio, estímulo e apoio.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Deus, Pai de infinita bondade.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo** e ao **Departamento de Odontologia Restauradora, à Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes** e ao **Departamento de Odontologia**, pela parceria interinstitucional oportunizando a realização do curso de Doutorado.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, pelos conhecimentos transmitidos e orientação segura, possibilitando aprendizagem e visão crítica durante a condução deste trabalho. Agradeço também pela dedicação, liderança e firmeza na Coordenação do Doutorado Interinstitucional.

Aos professores do curso de Doutorado **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. Luiz Carlos Pardini, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof. Dr. Marcelo Oliveira Mazzetto, Profa Dra. Regina Guenka Palma Dibb, Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva, Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo**, pelos conhecimentos transmitidos.

A **Rodrigo Dantas Pereira**, pela valiosa colaboração neste trabalho.

Aos colegas da disciplina de Endodontia da Unimontes, **Prof. João Américo Normanha Novaes** e **Prof. Alex Fabiany de Carvalho Quintino**, pelo apoio para a realização do Doutorado.

Ao Prof. **Dr. Neilor Mateus Antunes Braga**, pela colaboração no Doutorado Interinstitucional.

À Coordenadora do Curso de Odontologia da Unimontes, **Profa Maria de Lourdes Carvalho Bonfim** e à **Profa Maria Cleonice de Oliveira Nobre**, pelo apoio na Chefia de Departamento durante a realização do curso de Doutorado.

Aos colegas de Doutorado e professores do curso de Odontologia da Unimontes **Adrianne Calixto Freire de Paula, Agnaldo Rocha de Souza Júnior, Altair Soares de Moura, Cássia Pérola dos Anjos Braga Pires, Deícola Coelho Filho, José Mendes da Silva, Soraya Mameluque Ferreira, Tânia Coelho Rocha Caldeira**, pela convivência harmoniosa nesta etapa.

Aos funcionários **Carlos Feitosa dos Santos** e **Reginaldo Santana da Silva**, pela atenção e disponibilidade em ajudar.

À **FAPEMIG** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais– pela viabilização de recursos financeiros necessários à realização do Doutorado.

RESUMO

CAMILO, C. C. A. **Avaliação da técnica de obturação usando cone único de sistemas reciprocantes com diferentes cimentos, em relação ao selamento apical e adesividade à dentina.** 2014. 82 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

O objetivo deste estudo *ex vivo* foi avaliar o selamento apical e a resistência de união à dentina radicular da obturação de canais radiculares usando a técnica do cone único dos sistemas WaveOne e Reciproc com diferentes cimentos, em comparação à técnica da condensação lateral. Foram selecionados caninos superiores humanos cujas coroas foram removidas permanecendo as raízes com 15 mm. A amostra foi distribuída aleatoriamente de acordo com o sistema de instrumentação/ técnica de obturação: Reciproc R40/Cone único R40; WaveOne *Large*/Cone único *Large* e ProTaper Universal (até instrumento F4)/Condensação lateral. Posteriormente, 9 subgrupos (n=20) foram estruturados conforme o cimento endodôntico: AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex. Após preparo biomecânico e obturação dos canais radiculares, os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade por período correspondente a três vezes o tempo de endurecimento dos cimentos. O método de filtração de fluidos foi utilizado para verificação do selamento apical em 10 espécimes de cada subgrupo. Espécimes apenas com cone de guta-percha e sem cimento (n=6) e outros completamente impermeabilizados (n=2) foram os controles positivos e negativos, respectivamente. Dos 10 espécimes remanescentes de cada subgrupo foram obtidas fatias de dentina com 1 mm de espessura (3 por terço radicular: cervical, médio e apical), sendo 6 (2 fatias por terço) utilizadas para o teste de *push-out*. O tipo de falhas ocorridas após a desunião foi avaliado em microscópio óptico (25X de aumento). Dentre as outras fatias, foram selecionadas 5 de cada terço, em cada subgrupo, para análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) (1000X de aumento). Foram mensurados doze pontos na interface material obturador/dentina e os seguintes escores foram atribuídos para a adaptação da obturação: 0 (seções sem lacunas); 1 (seções com pequenas falhas, <1 µm); 2 (seções com muitas lacunas, entre 1 µm e 10 µm) e 3 (sem adaptação, lacunas >10 µm). Os dados de infiltração apical e resistência de união (RU) foram analisados pelo teste ANOVA duas vias e teste de Tukey (p<0,05). Os testes de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls (p<0,05) foram utilizados para análise dos dados referentes à adaptação da obturação. Em relação ao selamento apical, as três técnicas apresentaram diferenças entre si, com melhores resultados para a condensação lateral (p<0,05). A técnica WaveOne propiciou menor índice de filtração de fluido que a Reciproc, sem diferença estatisticamente significativa entre os cimentos (p>0,05). As técnicas de cone único apresentaram menores valores de RU que a condensação lateral (p<0,05), enquanto nesta última técnica o cimento AH Plus apresentou os maiores valores de RU, sendo estatisticamente superior ao MTA Fillapex e Epiphany SE (p<0,05). Houve predominância de falhas adesivas à dentina no terço apical e mistas nos terços médio e cervical. A análise por MEV mostrou melhor adaptação na interface dentina/material obturador para o cimento AH Plus que para os cimentos MTA Fillapex e Epiphany SE (p<0,05). Concluiu-se que as técnicas de cone único apresentaram maior infiltração apical e menor resistência de união que a condensação lateral. Melhor adaptação marginal foi obtida com o cimento AH Plus, independentemente da técnica de obturação utilizada.

ABSTRACT

CAMILO, C. C. A. **Evaluation of single-cone obturation techniques of reciprocating systems with different sealers related to the apical sealing and bond strength to dentin.** 2014. 82 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

The aim of this *ex vivo* study was to evaluate the apical sealing and bond strength (BS) of root canal filling using single-cone from WaveOne and Reciproc systems associated to different sealers compared with the lateral condensation technique. The crowns of maxillary human canines were sectioned in order to standardize the root length to 15 mm. The sample was randomly allocated according to instrumentation system /obturation technique: R40 Reciproc file/ R40 single cone; WaveOne Large/Large single cone; ProTaper Universal (up to F4 file)/ Lateral condensation. Subsequently, 9 subgroups (n=20) were defined according to root canal sealer: AH Plus, Epiphany SE and MTA Fillapex. After the preparation and filling procedures, the specimens were stored at 37°C and 100% humidity for a period three times longer than the setting time of the sealers. The fluid filtration method was used to investigate the apical sealing in 10 specimens of each subgroup. Specimens with only cone and without sealer (n=6) and others completely sealed (n=2) were used as positive and negative controls, respectively. Slices with 1 mm thickness (3 per root third: cervical, middle and apical) were obtained from the remaining specimens of each subgroup, while 6 slices (2 per third) were submitted to push-out test. Failures modes were evaluated in optical microscope (magnification 25X). Among the other slices for each experimental condition, five were selected from each third for analysis by scanning electron microscopy (SEM) (magnification 1000X). Twelve points were measured in filling material/dentin interface, and the following scores were used in order to evaluate the root filling adaptation: 0 (sections without gaps); 1 (sections with small gaps, <1µm); 2 (sections with many gaps, between 1 µm and 10 µm) and 3 (without adaptation, gaps>10 µm). The data on apical infiltration and BS were analyzed by two way ANOVA test and Tukey's test (p<0.05). The Kruskal-Wallis test followed by Student-Newman-Keuls test (p<0.05) were used for data analysis concerning the adaptation of the root filling. Regarding the apical sealing, there was statistical difference between the obturation techniques, whereas the lateral condensation showed the best results (p<0.05). The WaveOne technique provided lower rate of fluid filtration than Reciproc, and no statistically significant differences were observed between the sealers (p>0.05). The single-cone techniques showed lower values of BS than lateral condensation, in which AH Plus showed the highest BS values, with statistical difference from MTA Fillapex and Epiphany SE (p<0.05). There was predominance of adhesive failures in the apical third and mixed failures in the middle and cervical thirds. The SEM analysis revealed better adaptation in the filling material/dentin interface for AH Plus than MTA Fillapex and Epiphany SE. It was concluded that the single-cone techniques resulted in highest apical infiltration and lowest BS than lateral condensation one. Better marginal adaptation was obtained with AH Plus, regardless of obturation technique used.

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Introdução 1

Proposição 9

Materiais e Métodos 13

Resultados 33

Discussão 49

Conclusões 61

Referências 65

Anexo 77

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica nas últimas décadas para os procedimentos de preparo e obturação do sistema de canais radiculares (SCR) tem propiciado maior eficácia e qualidade do tratamento endodôntico. Destaca-se o desenvolvimento de instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi), os quais mudaram os conceitos de preparo do SCR, mantendo a anatomia original dos canais com poucas alterações (MOORE et al., 2009; YIN et al., 2010; PAQUÉ; PETERS, 2011; HASHEM et al., 2013; CELIK et al., 2013). Além disso, a instrumentação rotatória de NiTi propicia superfícies regulares e conicidades uniformes das paredes dos canais radiculares, que favorecem a inserção do material obturador e selamento do espaço pulpar (NAGAS et al., 2009). Diferentes sistemas rotatórios de NiTi passaram a disponibilizar cones de guta-percha com conicidades e calibres de ponta idênticos aos instrumentos rotatórios utilizados para a finalização do preparo, permitindo a obturação com cone único (GORDON et al., 2005; EPLEY et al., 2006; NAGAS et al., 2009; SCHÄFER et al., 2012).

Com o objetivo de otimizar o preparo dos canais radiculares, foi proposta nova geração de instrumentos de NiTi, acionados com o movimento recíprocante, em que um único instrumento é utilizado para o preparo (BÜRKLEIN et al., 2012; KIM et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013; SHEN et al., 2013; VERSIANI et al., 2013a; BÜRKLEIN et al., 2014). No movimento recíprocante, o corte do instrumento é estabelecido no sentido anti-horário seguido pela sua liberação por rotação menos ampla no sentido horário, favorecendo o avanço do instrumento em direção apical (DE-DEUS et al., 2013; BÜRKLEIN et al., 2014). Esses instrumentos são fabricados a partir da liga M-Wire, que se origina de tratamento térmico da liga convencional de NiTi (BÜRKLEIN et al., 2012; BERUTTI et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013; SHEN et al., 2013).

O processo de fabricação desses instrumentos resulta em maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica quando comparados aos instrumentos convencionais de NiTi (PEDULLÀ et al., 2013; SHEN et al., 2013). Os instrumentos reciprocantes são comercializados com os sistemas WaveOne (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) e Reciproc (VDW, Munique, Alemanha). Cada sistema é constituído por três instrumentos, a saber: 21.06, 25.08 e 40.08 para o WaveOne e 25.08, 40.06 e 50.05 para o Reciproc (VERSIANI et al., 2013a). Para cada instrumento é disponibilizado cone de guta-percha correspondente, para obturação pela técnica do cone único (SCHÄFER et al., 2013; CAPAR et al., 2014).

Após o preparo do SCR com instrumentos rotatórios convencionais ou reciprocantes, as técnicas de obturação com cone único têm sido investigadas principalmente com relação ao percentual de área do canal preenchida por guta-percha e cimento (GORDON et al., 2005; SCHÄFER et al., 2012). Em canais com secção transversal circular essas técnicas proporcionam melhor capacidade de preenchimento (ROMANIA et al., 2009; SCHÄFER et al., 2012); já em canais irregulares e/ou achatados podem acarretar vazios e maior volume de cimento na obturação (EPLEY et al., 2006; SCHÄFER et al., 2012), embora alguns estudos (GORDON et al., 2005; RODRIGUES et al., 2012) não tenham reportado espaços vazios em canais achatados. Maior quantidade de guta-percha na obturação é desejável, pois esse material obturador é estável dimensionalmente, enquanto o cimento pode contrair durante a presa e também solubilizar ao longo do tempo (NAGAS et al., 2009; WU et al., 2009; SCHÄFER et al., 2013).

Idealmente, o cimento obturador deve preencher as irregularidades da interface guta-percha/parede dentinária formando fina camada, uniformemente distribuída para prevenir infiltração apical (SALEH et al., 2003; LI et al., 2014). Para

esse fim, o cimento AH Plus (Dentsply-De Trey, Konstanz, Alemanha) tem sido considerado o padrão-ouro, uma vez que possui boa capacidade de escoamento e selamento apical (VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009; NAGAS et al., 2009; DE-DEUS et al., 2012), biocompatibilidade (SILVEIRA et al., 2011), além de apresentar união química à rede de colágeno da dentina radicular (FISHER et al., 2007; NEELAKANTAN et al., 2011).

Avanços na tecnologia adesiva propiciaram o surgimento de cimentos resinosos à base de resina metacrilato para utilização com o Resilon (Pentron Clinical Technologies), um poliuretano industrial, apresentado como alternativa à guta-percha (KIM et al., 2010). O cimento de metacrilato Epiphany SE é uma evolução do Epiphany, o qual conservou em sua formulação as duas principais bases de matriz de resina e foi acrescido de ácidos e do composto 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), passando a ser autocondicionante e, conseqüentemente, dispensando o condicionamento inicial da parede dentinária (DE-DEUS et al., 2009; KIM et al., 2010). O principal conceito da obturação com Resilon e cimentos de metacrilato seria a união cimento/material sólido/parede dentinária com a formação de possível monobloco intracanal, a fim de minimizar a infiltração marginal e aumentar a resistência à fratura radicular (SHIPPER et al., 2004; MONTEIRO et al., 2011; NAGPAL et al., 2012). Os cimentos Epiphany e Epiphany SE também têm sido utilizados conjuntamente com a guta-percha (MANICARDI et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012).

Recentemente, um novo cimento obturador à base de salicilato de cálcio foi lançado no mercado, o MTA Fillapex (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda, Londrina, Brasil). Esse cimento foi idealizado a partir do agregado trióxido mineral (MTA), melhorando-se as características de escoamento, tempo de presa

e adesividade. Apresenta em sua composição resina salicilato, nanopartículas de sílica, resina diluente, resina natural, óxido de bismuto e pigmentos, além do MTA (ASSMANN et al., 2012; NAGAS et al., 2012). Vários estudos têm reportado satisfatórias propriedades físico-químicas do MTA Fillapex, como baixa solubilidade e desintegração (VITTI et al., 2013), bom escoamento (SILVA et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014), pH alcalino (SILVA et al., 2013), radiopacidade adequada (SILVA et al., 2013; TANOMARU-FILHO et al., 2013), além de atividade antimicrobiana (OZCAN et al., 2013). No entanto, esse cimento tem apresentado menores valores de resistência de união à dentina radicular que o AH Plus, em diferentes condições experimentais (SAGSEN et al., 2011; AMIN et al., 2012).

A resistência de união de materiais obturadores à dentina radicular tem sido avaliada pelo teste de *push-out*, usando a dentina intrarradicular como substrato. Nesta condição, ocorre a imbricação do material obturador na dentina de maneira similar à que ocorre no interior do canal radicular obturado (SOUSA-NETO et al., 2005). Além disso, durante o teste de *push-out* a força é aplicada paralelamente à interface dentina-material obturador, simulando melhor as condições clínicas e, por esse motivo, tem sido considerado o método mais adequado para avaliação da adesividade (TEIXEIRA et al., 2009; CARNEIRO et al., 2012).

Em relação à capacidade de selamento apical de materiais obturadores, metodologias comumente empregadas incluem a infiltração linear de corantes (SOUSA-NETO et al., 2002; NAGAS et al., 2009; AL-HADLAQ et al., 2010; KQIKU et al., 2011), penetração de bactérias (SHIPPER et al., 2004; DE-DEUS et al., 2008; NAWAL et al., 2011), infiltração de glicose (SHEMESH et al., 2006; KARAPINAR-KAZANDAĞ et al., 2010; DE-DEUS et al., 2012) e filtração de fluidos (YILMAZ et al., 2009; NEELAKANTAN et al., 2011; DE-DEUS, 2012; EL SAYED et al., 2013).

A filtração de fluidos destaca-se por quantificar a microinfiltração apical (SHAHRAVAN et al., 2007; DE-DEUS, 2012) por meio da quantidade de fluido que penetra em determinada área na unidade de tempo. Baseia-se no princípio de que nenhum movimento de fluido será detectado se o sistema de canais radiculares estiver completamente selado (PAQUÉ; SIRTES, 2007; DE-DEUS et al., 2008; YILMAZ et al., 2009; ONAY et al., 2009; HIRAI et al., 2010; MAHDI et al., 2013).

Outro aspecto relacionado à obturação de canais radiculares que tem despertado grande interesse de pesquisadores é a avaliação microscópica da interface massa obturadora/paredes do canal radicular, evidenciando a espessura e uniformidade da camada de cimento e a profundidade de penetração desse material obturador nos túbulos dentinários (HAMMAD et al., 2009; DE-DEUS et al., 2012; HARAGUSHIKU et al., 2012; VIAPIANA et al., 2013). As metodologias utilizadas para a análise da interface incluem microscopia óptica e análise digital de imagens (WEIS et al., 2004; ZASLANSKY et al., 2011), MEV e espectrometria de energia dispersiva (MORADI et al., 2009a; HARAGUSHIKU et al., 2012; SOUZA et al., 2012; VIAPIANA et al., 2013), microscopia de varredura confocal a laser (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; MARCIANO et al., 2011; CAVENAGO et al., 2012; DE-DEUS et al., 2012; VIAPIANA et al., 2013; RACHED-JÚNIOR et al., 2014) e microtomografia computadorizada (HAMMAD et al., 2009; ZASLANSKY et al., 2011; GANDOLFI et al., 2013; WOLF et al., 2014). Além das variações metodológicas, fatores como a técnica de obturação empregada, o ângulo entre a parede dentinária e o túbulo, o diâmetro do túbulo e o tipo de cimento obturador podem exercer influência na espessura e penetração dos cimentos nos túbulos dentinários (RAVINDRANATH et al., 2011; DE-DEUS et al., 2012; VIAPIANA et al., 2013).

Diante do exposto, o advento dos sistemas de instrumentos reciprocantes, WaveOne e Reciproc, vinculados às respectivas técnicas de cone único, trouxe nova perspectiva para o preparo e obturação do sistema de canais radiculares (SCHÄFER et al., 2013). No entanto, limitadas informações estão disponíveis sobre a capacidade de selamento apical e a resistência de união à dentina radicular proporcionadas por essas técnicas, principalmente quando associadas a cimentos obturadores de diferentes composições químicas.

PROPOSIÇÃO

A proposta desse estudo *ex vivo* foi avaliar, usando diferentes metodologias, a capacidade de selamento apical e a resistência de união à dentina radicular da obturação de canais radiculares com cone único de sistemas reciprocantes com cimentos resinosos e à base de salicilato de cálcio. Assim, foram avaliados:

- A infiltração apical em obturações de cone único dos sistemas WaveOne e Reciproc, em relação à técnica da condensação lateral, utilizando os cimentos obturadores AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex, por meio do método de filtração de fluido.
- A resistência de união ao cisalhamento por extrusão (*push-out*) de obturações realizadas pela técnica de cone único dos sistemas WaveOne e Reciproc e técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex.
- O padrão de falha ocorrido durante a desunião, por meio de microscópio óptico, nas técnicas de obturação e cimentos supracitados.
- A interface adesiva formada entre os materiais obturadores e a dentina, por meio de análise quali-quantitativa em microscopia eletrônica de varredura (MEV).

MATERIAIS E ***M***ÉTODOS

Delineamento experimental

Os fatores em estudo investigados foram as técnicas de obturação dos canais radiculares em três níveis (técnicas de cone único Reciproc e WaveOne e condensação lateral), os cimentos obturadores (AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex) e os terços radiculares, (cervical, médio e apical), que foram analisados como sub-parcela. As variáveis respostas foram o selamento apical, a resistência de união e a adaptação das obturações à dentina radicular. Para melhor compreensão da sequência metodológica empregada, os procedimentos adotados foram expressos no fluxograma abaixo:

Figura 1. Fluxograma da sequência metodológica do estudo.

Seleção e preparo das amostras

O projeto do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes, em 19 de abril de 2013, pelo parecer nº 250.009, CAAE nº 15278013.0.0000.5146 (Anexo). Após a aprovação, foram obtidos caninos superiores humanos provenientes do Banco de Dentes do Curso de Odontologia da Unimontes.

Os dentes foram armazenados em solução de timol 0,1% e posteriormente lavados em água corrente durante 24h para eliminação dos resíduos de timol. Após esse procedimento, a superfície radicular externa foi submetida à raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Em seguida, os dentes foram examinados macroscopicamente e radiografados nos sentidos orto e méso-radial em aparelho de radiografia digital (WYS, Softys Dental, Paris, França).

Foram selecionados 204 dentes, seguindo os seguintes critérios: unirradiculares com raiz reta e completamente formada, sem achatamentos pronunciados, apresentando um único canal, sem calcificações ou reabsorções. Além disso, os ápices dos dentes foram analisados com lupa estereoscópica (25X) e fotografados para verificação da forma do forame apical e a distância do mesmo ao vértice radicular. Foram incluídos no estudo apenas dentes com forames apicais únicos, centralizados (Figura 2) e com formatos semelhantes.

Figura 2. Dente com a coroa inserida em suporte de acrílico possibilitando a fotografia com lupa estereoscópica (25X) para verificação da posição e forma do forame apical.

As coroas dentárias foram removidas na região cervical utilizando disco diamantado (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação, sob refrigeração, resultando em raízes com 15 mm de comprimento (Figura 3 A). Os espécimes foram inseridos separadamente em tubos de polipropileno tipo Eppendorf (Eppendorf do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil), contendo 1 mL de água destilada (Figura 3 B). Em seguida, foram armazenados em estufa (37°C, 100% de umidade) por 72 horas, visando sua reidratação.

Figura 3. (A) Corte transversal próximo da região cervical do dente utilizando um disco diamantado. (B) Espécime sem a parte coronária inserido em tubo de polipropileno (Eppendorf).

Após sua remoção do tubo Eppendorf, cada espécime teve o canal radicular irrigado com 2 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% (Farmácia Real, Manipulação, Montes Claros, MG, Brasil) usando-se seringa plástica (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip 0,30 mm (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Uma lima tipo K#15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi introduzida no canal até sua ponta se apresentar no forame apical sendo observada com uma lupa estereoscópica (25X). O comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido subtraindo-se 1 mm dessa medida.

Preparo dos canais radiculares

As raízes foram distribuídas aleatoriamente em três grupos conforme sistema de instrumentação/técnica de obturação: Reciproc R40 (40.06)/Cone único R40 (VDW, Munique, Alemanha); WaveOne *Large* (40.08)/Cone único *Large* (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) e ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) até instrumento F4/Condensação lateral com cone padronizado 40.02 (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) (Figura 4).

Figura 4. (A) Instrumento WaveOne Large e cone WaveOne Large; (B) Instrumento Reciproc R40 e cone Reciproc R40. (C) Instrumento ProTaper F4 e cone padronizado 40.02.

Em cada um dos sistemas mecanizados, os canais foram preparados seguindo-se as recomendações dos respectivos fabricantes. Inicialmente, foram definidas na tela do motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) as funções do movimento recíprocante correspondentes aos instrumentos Reciproc e, posteriormente, aos instrumentos WaveOne. Os instrumentos foram utilizados nos canais radiculares de forma passiva, com pequenos avanços (2 a 3 mm) em direção apical até atingirem o CT. Cada instrumento foi empregado para o preparo de dois canais radiculares (VERSIANI et al., 2013a).

A irrigação com NaOCl 2,5% foi realizada antes da instrumentação, no decorrer da mesma, após três avanços do instrumento usando o movimento de vaivém e também após a finalização do preparo. Volume de 2 mL de NaOCl foi utilizado cada vez que os canais radiculares foram irrigados, por meio de seringa plástica descartável de 5 mL e agulha NaviTip #30. Após cada procedimento de irrigação, os canais radiculares foram aspirados com cânula de sucção para remoção do excesso de líquido. Finalizado o preparo, os canais foram irrigados com 5 mL de NaOCl, aspirados e em seguida, preenchidos com 5 mL de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 17% (Farmácia Real Manipulação, Montes Claros, MG, Brasil), durante 5 minutos, para remoção da camada de *smear*. Em seguida, os canais foram irrigados com 10 mL de água destilada para neutralizar os efeitos residuais do NaOCl e do EDTA (NAGAS et al., 2009). Realizou-se a secagem com pontas de papel absorvente Reciproc R40 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) e pontas de papel WaveOne *Large* (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça), respectivamente, para as técnicas Reciproc e WaveOne.

Para o sistema ProTaper foi adotado o movimento de rotação contínua, que foi programado no motor elétrico VDW Silver. Os instrumentos foram

utilizados na seguinte sequência: SX até o terço médio do canal radicular (velocidade: 250 rpm; torque: 300 g.cm); S1 até o CT (velocidade: 250 rpm; torque: 300 g.cm); S2 até o CT (velocidade: 250 rpm; torque: 100 g.cm); os instrumentos F1, F2 e F3, consecutivamente, até o CT (velocidade: 250 rpm; torque: 150 g.cm) e F4 até o CT (velocidade: 250 rpm; torque: 200 g.cm). Os instrumentos foram utilizados de forma passiva, com movimentos de avanços de 2 a 3 mm no sentido apical até atingirem o CT. Cada instrumento ProTaper foi empregado para o preparo de cinco canais (UNAL et al., 2012). Após o uso de cada instrumento, os canais foram irrigados e a camada de *smear* removida conforme o protocolo descrito para os instrumentos de uso único. Para a secagem dos canais radiculares foram utilizadas pontas de papel absorvente padronizadas 40.02.

Obturação dos canais radiculares

Para a obturação dos canais radiculares foram utilizados os cimentos obturadores AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex (Figura 5).

Figura 5. Cimentos obturadores utilizados: (A) AH Plus; (B) Epiphany SE. (C) MTA Fillapex.

A composição química dos cimentos utilizados e seus respectivos fabricantes estão descritos na Tabela I.

Tabela I. Fabricantes e composição química dos cimentos obturadores utilizados no estudo.

Cimento	Fabricante	Composição química*	
AH Plus	Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha	<i>Pasta A</i> Resina epóxi de Bisfenol-A Resina epóxi de Bisfenol-F Tungstênio de cálcio Óxido de zircônio Silício Óxido de ferro	<i>Pasta B</i> Dibenzil-diamina Aminoadamantana Tungstênio de cálcio Óxido de zircônio Silício Óleo de silicone
Epiphany SE	Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallinford, CT, EUA	EBPADMA, HEMA, BISGMA, Resina de metacrilato, bário-boro-silicato, sílica, hidroxiapatita, cálcio- alumínio-flúor-silicato, óxido de alumínio, oxicleto de bismuto, aminas, peróxido, foto iniciador, estabilizadores e pigmentos.	
MTA Fillapex	Angelus, Londrina, PR, Brasil	Resina salicilato, resina diluente, resina natural, óxido de bismuto, sílica nanoparticulada, agregado de trióxido mineral e pigmentos.	

*Conforme informações dos fabricantes.

Os cones de guta-percha Reciproc R40, WaveOne *Large* e padronizado 40.02 foram inseridos até o CT. A adaptação dos cones foi aferida por meio tátil e visual e, em seguida, foram realizadas tomadas radiográficas orto e méso-radial para a confirmação radiográfica de adaptação na região apical. Os cimentos obturadores foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Em todos os espécimes, previamente ao procedimento de obturação, uma lima tipo K #25 (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) foi utilizada em movimento de rotação no sentido anti-horário para inserir pequena quantidade de cimento nas paredes dos canais radiculares (SCHÄFER et al., 2012).

Nas técnicas de cone único, os cones de guta-percha selecionados foram untados com os cimentos obturadores e introduzidos nos canais radiculares com movimentos circulares e gradativos, até o CT. Em seguida, o excesso de material obturador foi removido na entrada do canal radicular com auxílio de condensador (Odous, Belo Horizonte, MG, Brasil) previamente aquecido. Com a guta-percha ainda plastificada, realizou-se a condensação vertical da massa obturadora usando condensador manual #4 (Odous, Belo Horizonte, MG, Brasil), com pressão leve e firme em direção apical por 5 segundos. Em seguida, foi realizada a limpeza final com pensos de algodão umedecidos com álcool. Devido à natureza dual do cimento Epiphany SE, os espécimes obturados com esse cimento foram fotoativados na região cervical (Ultralux; Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 40 segundos (MARIN-BAUZA et al., 2010).

Nos espécimes obturados pela técnica da condensação lateral, o cone padronizado 40.02 foi untado com o cimento e introduzido com movimento circular e gradativo, até o CT. Espaçadores digitais tipo C (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) foram introduzidos nos canais radiculares lateralmente ao cone de guta-percha principal, alcançando profundidade de 2 a 3 mm aquém do CT. Cones de guta-percha acessórios *Fine* (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça), untados com cimento foram inseridos nos espaços criados. A inserção dos cones acessórios ocorreu até que foi verificado o completo preenchimento dos canais radiculares. Os procedimentos de corte do material obturador em nível cervical, condensação vertical, limpeza da região cervical, radiografias finais orto e méso-radial das obturações dos canais radiculares foram realizados conforme descrito para as técnicas de cone único.

De acordo com o protocolo, foram obturados três espécimes de cada

subgrupo por vez, intercalando, assim, os nove subgrupos. Todas as etapas do tratamento endodôntico foram executadas por um único operador.

Após a obturação, os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade, aguardando-se 24 h, período pelo menos três vezes maior do que o tempo de endurecimento de cada cimento (CARNEIRO et al., 2012).

Teste de filtração de fluido

O teste de filtração de fluidos foi realizado em aparelho desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Odontologia do Doutorado Interinstitucional entre a Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e o Curso de Odontologia da Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes. Para a realização do teste, além dos subgrupos experimentais (n=10 de cada cimento) foram estabelecidos dois grupos controle. No controle positivo, seis espécimes tiveram seus canais radiculares preparados com os instrumentos Reciproc R40 (n=2), WaveOne *Large* (n=2) e ProTaper (n=2) e foram preenchidos, respectivamente, com os cones de guta-percha Reciproc R40, WaveOne *Large* e cone padronizado 40.02, sem cimento obturador. No controle negativo, dois espécimes foram preparados e obturados conforme os subgrupos (n=2) e tiveram sua superfície radicular externa completamente impermeabilizada com três camadas de esmalte cosmético (Colorama Ceil Coml. Exp. Ind. Ltda. São Paulo, Brasil) e uma camada de adesivo cianocrilato (Super Bonder, Loctite Henkel Ltda, Itapevi, SP, Brasil), incluindo o forame apical e o corte cervical superior.

Os espécimes dos subgrupos experimentais tiveram sua superfície radicular externa impermeabilizada, com exceção de 2 mm ao redor do forame apical e do corte cervical superior, com três camadas de esmalte cosmético (Colorama Ceil Coml. Exp. Ind. Ltda. São Paulo, Brasil) e após a secagem

receberam uma camada de adesivo cianocrilato (Super Bonder, Loctite Henkel Ltda, Itapevi, SP, Brasil).

Concluída a impermeabilização, os espécimes foram inseridos em tubos de plástico (ponteira tipo Universal, CRAL Artigos para Laboratório Ltda, Cotia, São Paulo, Brasil) e fixados com adesivo cianocrilato. A interface raiz/tubo foi impermeabilizada com três camadas de esmalte cosmético e o conjunto conectado ao aparelho de filtração de fluidos (Figura 6 A-B).

Figura 6. (A) Aparelho de filtração de fluidos usado: 1. Cilindro de ar comprimido; 2. Manômetro para manutenção da pressão (10 psi); 3. Válvula para regulação da liberação do ar; 4. Sistema capilar de polietileno; 5. Câmara de pressão contendo béquer (100 mL) para reservatório de água destilada; 6. Lupa estereoscópica com máquina fotográfica para registro do deslocamento da bolha; 7. Micropipeta graduada em microlitros; 8. Micro-seringa para inserção da bolha de ar no sistema. (B) Detalhe da fixação do espécime no aparelho. (C) Detalhe da bolha inserida na micropipeta.

Esse aparelho foi preenchido com água destilada sob pressão de 10 psi e, em seguida, uma bolha de ar foi introduzida no sistema com uma micro-seringa. O

índice de infiltração foi mensurado pelo deslocamento da bolha de ar na micropipeta de vidro (Figura 6 C). Para o aparato de medição foi utilizada uma lupa estereoscópica (aumento de 10X) onde foi fixada a micropipeta graduada em microlitros. A capacidade da micropipeta equivaleu a 100 microlitros, graduada de 10 em 10 microlitros e cada intervalo de traços correspondia a 1 microlitro. Após a verificação de que não havia nenhum vazamento nas conexões, o aparelho foi calibrado por período de 4 minutos. Neste momento, a posição inicial da bolha foi registrada por meio de foto na lupa estereoscópica e após 8 minutos uma segunda foto registrou a posição final da bolha.

As imagens obtidas foram sobrepostas no programa Adobe Photoshop (Adobe Systems, Inc, San Jose, CA, EUA) e posteriormente incluídas no programa Image J (Wayne Rasband; National Institute of Health, Bethesda, MA, EUA), permitindo a mensuração do deslocamento linear da bolha. As mensurações digitais foram conduzidas por único examinador calibrado, independente e cego em relação aos grupos experimentais. Dessa maneira, foi possível avaliar a quantidade de fluido infiltrado no canal radicular via apical, uma vez que o deslocamento do fluido equivaleu ao movimento da bolha. Calculou-se o deslocamento da bolha em microlitro por minuto ($\mu\text{L}/\text{min}$). Durante o teste, não houve infiltração em todos os espécimes do controle negativo e nos espécimes do grupo controle positivo o fluxo do fluido mostrou-se ininterrupto, não sendo possível registrar o movimento da bolha.

Teste de *push-out*

Os espécimes (n=10 por cimento) foram fixados em placas de resina acrílica com cera para escultura (Asfer Ind. Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil), com seu longo eixo paralelo à superfície planificada dos mesmos. As

placas de resina com os espécimes fixados foram individualmente acopladas à máquina de corte de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Forest, IL, EUA). Utilizou-se um disco diamantado de 0,5 mm de espessura (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA), sob refrigeração, para realizar cortes no sentido mésio-distal, perpendicularmente ao longo eixo da raiz, à velocidade de 350 rpm. Em cada terço radicular foram obtidas três fatias de dentina com 1,0 mm ($\pm 0,1$ mm) de espessura (Figura 7 A-B).

Figura 7. (A) Vista superior do espécime após o corte para obtenção das fatias de 1 mm de espessura. (B) Nove fatias obtidas do espécime, três em cada terço radicular.

Para o teste de *push-out* foram selecionadas duas fatias de cada terço, totalizando seis por espécime. Os espécimes foram posicionados, individualmente, em base metálica de aço inoxidável acoplada à porção inferior da máquina universal

de ensaios (Instron Modelo 3344, Instron, Canton, MA, EUA), contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro em sua porção central (Figura 8 A). Os espécimes foram posicionados na mesma direção do orifício da base metálica com a face cervical voltada para baixo. Esse método garantiu o alinhamento do espécime de forma reproduzível e também evitou o contato do eixo com a dentina durante o teste (SOUSA-NETO et al., 2002). Foram utilizadas hastes metálicas com ponta ativa de 0,6 mm, 0,4 mm e 0,25 mm de diâmetro (Figura 8 B), compatíveis com o diâmetro do canal radicular nos terços cervical, médio e apical, respectivamente. Essas hastes foram fixadas na porção superior da máquina de ensaio e posicionadas sobre o material obturador (Figura 8 C).

Figura 8. (A) Máquina de ensaio Instron modelo 3344 utilizada para o teste de *push-out*. (B) Hastes metálicas com pontas ativas com diâmetros de 0,6 mm, 0,4 mm e 0,25 mm (da esquerda para direita) utilizadas nas fatias dos terços cervical, médio e apical, respectivamente. (C) Haste metálica posicionada sobre uma fatia do terço médio durante a realização do teste.

A máquina Instron foi acionada com velocidade de $0,5 \text{ mm/min}^{-1}$ até o deslocamento do material obturador. A força necessária para o deslocamento do material obturador foi aferida em QuiloNewtons (KN). Para calcular a resistência de união, a força resultante foi transformada em Newtons (N) e convertida em MegaPascal (MPa), pela divisão da área lateral do material obturador. Para o cálculo exato da área lateral aderida, o aspecto geométrico do material obturador foi considerado de acordo com o nível do corte realizado para obtenção das fatias de dentina. Para esse fim, a altura de cada fatia foi mensurada com o auxílio de paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão) e a área de adesão (em mm^2) foi calculada pela fórmula da área lateral do tronco de cone (SL):

$$S_L = \pi(R+r)\sqrt{h^2+(R-r)^2}$$

Nesta fórmula, “R” é a medida do raio do material obturador em sua porção coronal, “r” é medida do raio do material obturador em sua porção apical e “h” é a altura/espessura da fatia de dentina. A partir destes dados, foi calculada a resistência de união (RU), em MPa, dividindo-se a força necessária para o deslocamento do material obturador pela sua área lateral ($RU=F/SL$).

Para a análise do tipo de falha, todas as fatias foram avaliadas em aumento de 25x em microscópio óptico (ISM- PM200S; Insize Co. Ltda, Suzhou, China). As falhas foram determinadas em percentuais e classificadas em um dos seguintes subtipos: a) adesiva à dentina: se o material obturador deslocou-se da dentina; b) adesiva ao material obturador: se a guta-percha deslocou-se do cimento obturador; c) mista: quando a guta-percha deslocou-se tanto da dentina quanto do cimento obturador; d) coesiva na dentina: quando ocorreu fratura na dentina; e) coesiva no cimento obturador: quando ocorreu fratura no cimento obturador.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A análise por meio de MEV foi realizada nas fatias de dentina obtidas das regiões cervical, média e apical que não foram submetidas ao teste de *push-out*. Foram selecionadas aleatoriamente cinco fatias por terço de cada subgrupo, totalizando quinze fatias de cada cimento. O preparo para MEV foi realizado a partir do polimento das fatias de dentina com lixas d'água de granulação decrescente até a gramatura 1200. Em seguida, os espécimes foram enxaguados em água destilada e superficialmente descalcificados em ácido clorídrico (HCl) 6M por 30 segundos e desproteinizados em NaOCl 2% durante 10 minutos.

Após isso, os espécimes foram enxaguados com água deionizada. Em sequência, foram fixados com glutaraldeído 3% tamponado ao pH de 7,4 (Farmácia Minas Brasil, manipulação, Montes Claros, MG, Brasil) com 0,1 M de cacodilato de sódio, por 12 horas a 4° C. Após a fixação, as fatias de dentina foram imersas em cacodilato de sódio 0,1 M (pH 7,4) por 1 hora, com 3 trocas sucessivas, e enxágue com água destilada por 1 minuto. Após esse procedimento, foram desidratados em bateria alcoólica em crescentes concentrações (25°, 50°, 60°, 70°, 80°, 96° GL) por 20 minutos cada, e em concentração de 100° GL por 1 hora, seguido de sua imersão em hexametildisilizano por 10 minutos.

Uma vez desidratados, os espécimes foram fixados em estruturas cilíndricas de alumínio (10 X 10 mm) utilizando fita adesiva de dupla face. Após metalização a vácuo, os espécimes foram analisados em microscópio eletrônico de varredura (JSM 5410, JEOL Ltda., Tóquio, Japão) operando a 20 KV. Foram feitas eletromicrografias em aumentos de 120, 500 e 1000 vezes.

Com aumentos de 1000X foram realizadas doze mensurações, em pontos equidistantes, na interface obturação-dentina (Figura 9) para identificar espaços vazios (lacunas ou *gaps*).

Figura 9. Ilustração da metodologia de mensuração de lacunas em 12 pontos na interface entre dentina (D) e obturação (O).

Para avaliação da adaptação do material obturador na parede do canal radicular foram atribuídos os seguintes escores: 0 (a maioria das seções não mostrou lacunas entre o cimento e a dentina); 1 (a maioria das seções mostrou algumas pequenas falhas, $<1\ \mu\text{m}$ entre o cimento e a dentina); 2 (a maioria das seções mostrou muitas lacunas, de $1\ \mu\text{m}$ a $10\ \mu\text{m}$, entre o cimento e a dentina) e 3 (a maioria das seções não mostrou adaptação entre o cimento e a dentina, com lacunas $>10\ \mu\text{m}$). As mensurações foram realizadas por único examinador calibrado, conforme metodologia descrita em estudo prévio (BALGUERIE et al., 2011). A Figura 10 ilustra os tipos de escores de adaptação das obturações às paredes dentinárias.

Figura 10. Eletromicrografias (MEV) obtidas nas interfaces obturação/paredes dentinárias (1000X aumento). (A) Escore 0 (seção sem lacunas). (B) Escore 1 (seção com pequenas falhas, $<1\mu\text{m}$). (C) Escore 2 (seção com muitas lacunas, entre $1\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$). (D) Escore 3 (sem adaptação, lacunas $>10\mu\text{m}$). Legenda: D: Dentina; O: Obturação.

Análise Estatística

Uma vez que os dados de filtração de fluido apresentaram distribuição normal (Shapiro-Wilk, $p>0,05$) e homogeneidade de variância (teste de Levene, $p>0,05$), a Análise de Variância (ANOVA) de duas vias foi utilizada para avaliar a influência da técnica de obturação (Reciproc, WaveOne e condensação lateral) e cimento (AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex) nos valores de filtração de fluido.

Os dados de resistência de união foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) de duas vias para avaliar o efeito dos fatores “técnica de obturação” (Reciproc, WaveOne ou condensação lateral) e “cimento obturador” (AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex). Os dados, por não apresentarem normalidade

(Shapiro-Wil, $p < 0,05$), foram transformados em $\log_{10}$, alcançando normalidade e homogeneidade de variância. O teste de Tukey foi utilizado para as comparações múltiplas ($\alpha = 0,05$).

Para avaliar o efeito da sub-parcela “terço radicular” na resistência de união, os dados foram submetidos ao teste ANOVA de medidas repetidas. Foi realizada uma análise para o fator “técnica de obturação” e outra para “cimento obturador”. Os dados, por não apresentarem normalidade (Shapiro-Wil, $p < 0,05$), foram transformados em postos ou em $\log_{10}$, para “técnica de obturação” e para “cimento obturador”, respectivamente, alcançando normalidade e homogeneidade de variância. O teste de Tukey foi utilizado para as comparações múltiplas ($\alpha = 0,05$).

Avaliou-se também o efeito dos fatores “técnica de obturação” e “cimento obturador”, e da sub-parcela “terço radicular” no padrão de falha no teste de *push-out*. Para isso utilizou-se o teste de proporções Qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis complementado pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$) foram utilizados para análise dos dados referentes à adaptação do material obturador às paredes dentinárias. Todos os testes foram realizados com o programa estatístico SigmaStat (Systat Software Inc., Chicago, IL, EUA).

RESULTADOS

Teste de filtração de fluidos

Os valores originais, médias e desvios-padrões para a filtração de fluidos, expressos em $\mu\text{L}/\text{min}$, conforme técnicas de obturação e cimentos obturadores, estão descritos na Tabela II.

Tabela II. Valores originais, médias ($\bar{x}$) e desvios-padrões (DP), em microlitros/minuto ($\mu\text{L}/\text{min}$), de filtração de fluido conforme técnicas de obturação e cimentos obturadores.

Técnica de Obturação	Cimento obturador			$\bar{x}t \pm DP$
	AH Plus	Epiphany SE	MTA Fillapex	
Condensação Lateral	0,24	0,26	0,28	
	0,25	0,19	0,29	
	0,20	0,26	0,25	
	0,21	0,54	0,16	
	0,30	0,21	0,46	
	0,15	0,30	0,53	
	0,15	0,40	0,14	
	0,38	0,21	0,14	
	0,21	0,20	0,15	
	0,15	0,28	0,20	
$\bar{x} \pm DP$	0,25±0,09	0,26±0,11	0,27 ± 0,13	0,27±0,11
WaveOne	0,38	0,45	0,40	
	0,18	0,26	0,88	
	0,16	0,31	0,81	
	0,11	0,74	0,75	
	0,30	0,25	0,50	
	0,40	0,60	0,60	
	0,36	0,81	0,71	
	0,80	0,26	0,16	
	0,09	0,33	0,35	
	0,40	0,53	0,23	
$\bar{x} \pm DP$	0,32±0,21	0,45±0,21	0,54±0,25	0,44±0,23
Reciproc	0,58	0,50	0,60	
	0,81	0,35	0,88	
	0,56	0,50	0,39	
	0,93	0,66	0,34	
	0,66	0,56	0,41	
	0,24	0,85	0,39	
	0,39	0,46	0,75	
	0,48	0,50	0,73	
	0,81	0,41	0,65	
	0,60	0,49	0,43	
$\bar{x} \pm DP$	0,61±0,21	0,53±0,14	0,56±0,19	0,56±0,18
$\bar{x}t \pm DP$	0,390±0,232	0,422±0,184	0,455±0,230	

A Análise de Variância evidenciou diferença estatisticamente significativa entre o fator “técnicas de obturação” ($p < 0,001$), mas não para o fator “cimentos obturadores” ($p = 0,754$) e para a interação entre os fatores ($p = 0,477$) (Tabela III).

Tabela III. Resultados da Análise de Variância para a comparação entre as técnicas de obturação e cimentos obturadores.

Fonte de variação	Soma de Quadrados	G. L.	Quadrados Médios	F	P
Entre técnicas de obturação	1,2450	2	0,6230	13,514	<0,001
Entre cimentos	0,0261	2	0,0131	0,2840	0,754
Técnicas/cimentos	0,1630	4	0,0408	0,8850	0,477
Resíduo	3,7320	81	0,0461		
Variação total	5,1660	89	0,0580		

O teste complementar de Tukey evidenciou que a técnica da condensação lateral foi estatisticamente diferente das técnicas de cone único dos sistemas WaveOne ($p = 0,001$) e Reciproc ($p < 0,001$). A técnica WaveOne apresentou diferença estatisticamente significativa em relação à Reciproc ($p = 0,020$) (Tabela IV).

Tabela IV. Teste de Tukey para as técnicas de obturação.

Técnica de Obturação	Média ± Desvio padrão
Condensação Lateral	0,28±0,17 a
WaveOne	0,43±0,27 b
Reciproc	0,56±0,18 c

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Teste de *push-out*

Os resultados do teste de *push-out* incluíram as técnicas de obturação (condensação lateral, técnicas de cone único dos sistemas WaveOne e Reciproc), cimento obturador (AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex) e terços radiculares (cervical, médio e apical). Os valores originais, médias e desvios-padrões para cada técnica de obturação e cimentos obturadores estão demonstrados na Tabela V.

Tabela V. Valores originais, médias (x) e desvios-padrões (DP) de resistência de união (MPa) à dentina radicular para as técnicas da condensação lateral, WaveOne e Reciproc com os cimentos obturadores AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex.

Terços	Condensação Lateral			WaveOne			Reciproc		
	AH Plus	Epiphany SE	MTA Fillapex	AH Plus	Epiphany SE	MTA Fillapex	AH Plus	Epiphany SE	MTA Fillapex
Cervical	1,91	0,75	2,11	1,06	0,65	0,15	0,73	1,12	0,20
	4,19	0,80	2,20	0,59	0,70	0,72	0,79	0,94	0,78
	3,04	0,68	2,16	0,51	1,27	0,94	2,04	0,75	0,28
	2,01	0,74	1,78	0,80	0,72	0,84	0,53	0,70	0,48
	1,58	0,78	2,13	0,84	0,47	0,61	0,73	1,04	0,39
	2,24	0,82	1,64	0,65	1,07	1,02	1,49	0,86	0,18
	2,40	0,66	1,11	0,71	0,76	1,18	0,91	1,13	0,22
	3,29	0,65	2,17	1,26	0,49	0,56	0,61	1,01	0,51
	4,44	0,84	2,36	0,77	0,49	0,78	0,42	0,44	0,50
	2,91	0,55	2,47	1,49	0,65	0,77	0,66	0,90	0,57
$\bar{x} \pm DP$	2,80±0,96	0,73±0,09	2,01±0,40	0,87±0,31	0,73±0,62	0,76±0,28	0,89±0,50	0,89±0,21	0,41±0,19
Médio	1,85	0,55	2,60	0,99	0,71	0,55	0,96	0,48	0,53
	3,41	0,99	1,51	0,64	0,47	0,76	0,58	1,02	0,60
	2,84	0,84	2,24	0,58	1,07	0,70	1,06	0,92	0,37
	2,33	0,40	2,44	0,44	0,80	0,33	1,65	1,05	0,40
	1,60	0,64	1,77	0,47	0,73	0,95	0,48	0,96	0,57
	2,37	0,82	1,59	0,84	1,14	0,50	1,17	0,51	0,30
	2,26	0,44	1,49	0,55	0,55	1,13	0,82	0,88	0,45
	3,35	0,59	1,43	0,90	0,78	0,53	1,05	0,56	0,59
	2,74	1,06	2,20	0,88	0,61	0,87	0,63	0,49	0,59
	2,84	0,42	1,57	0,68	0,42	0,24	0,31	1,42	0,77
$\bar{x} \pm DP$	2,56±0,59	0,67±0,24	1,88 ±0,44	0,64±0,22	0,73±0,24	0,66±0,28	0,77±0,28	0,83±0,31	0,52±0,14
Apical	1,23	0,50	1,43	0,54	0,70	0,65	0,54	0,78	0,81
	1,94	0,56	1,28	0,69	0,55	0,46	1,03	0,65	0,99
	2,28	0,32	1,33	0,45	0,38	0,78	0,57	0,72	0,58
	1,65	0,32	1,33	0,40	0,72	0,99	0,46	0,60	0,52
	1,54	0,62	1,41	0,56	0,44	0,50	0,39	0,78	0,72
	1,93	0,40	1,18	0,39	0,63	0,69	0,46	0,83	0,76
	1,79	0,46	1,27	0,54	0,39	0,55	0,62	0,50	0,77
	1,84	0,40	0,52	0,45	0,70	0,81	0,70	0,64	0,91
	2,26	0,38	1,37	0,44	0,47	0,58	0,58	0,65	0,73
	2,43	0,50	1,18	0,51	0,71	0,43	1,17	0,57	0,80
$\bar{x} \pm DP$	1,89±0,37	0,45±0,10	1,23±0,26	0,50±0,09	0,57±0,14	0,64±0,18	0,65±0,25	0,67±0,10	0,76±0,14
$\bar{x}_t \pm DP$	2,41±0,77	0,62±0,20	1,71±0,50	0,67±0,27	0,67±0,22	0,68±0,25	0,77±0,36	0,80±0,24	0,56±0,21

O teste ANOVA de duas vias evidenciou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre técnicas de obturação, cimentos obturadores, terços radiculares e interação destes fatores. Os resultados estão descritos na Tabela VI.

Tabela VI. Resultados do teste ANOVA de duas vias para a comparação entre as técnicas de obturação e cimentos obturadores.

Fonte de Variação	G. L.	SQ	QM	F	p
Entre técnicas de obturação	2	5,634	2,817	111,187	<0,001
Entre cimentos obturadores	2	1,509	755	29,788	<0,001
Técnicas/cimentos	4	4,730	1182	46,670	<0,001
Resíduo	261	6,612	0,0253		
Total	269	18,485	0,0687		

Os resultados da interação entre técnicas de obturação e cimentos obturadores estão apresentados na Tabela VII. Quando a técnica da condensação lateral foi utilizada, o cimento AH Plus apresentou os maiores valores de resistência de união e o cimento Epiphany SE teve os menores valores. Os cimentos AH Plus e Epiphany SE mostraram valores similares quando a técnica de cone único Reciproc foi utilizada, enquanto que o cimento MTA Fillapex apresentou os menores valores. Não houve diferença entre os cimentos obturadores quando a técnica de cone único WaveOne foi utilizada.

Para os cimentos AH Plus e MTA Fillapex, a técnica de condensação lateral resultou nos maiores valores de resistência de união, enquanto que nas técnicas de cone único Reciproc e WaveOne estes cimentos foram semelhantes entre si. Para o cimento Epiphany SE, a técnica Reciproc resultou em maiores valores de resistência de união que a técnica da condensação lateral, sendo que nenhuma diferença foi observada entre a técnica WaveOne e as outras técnicas de obturação.

Tabela VII. Média (desvio padrão) de resistência de união (em MPa) para a interação dos fatores “cimento obturador” e “técnica de obturação”.

Técnica de obturação	Cimento obturador		
	AH Plus	Epiphany SE	MTA Fillapex
Condensação Lateral	2,42 (0,77) Aa	0,62 (0,20) Cb	1,71 (0,50) Ba
WaveOne	0,67 (0,27) Ab	0,67 (0,22) Aab	0,69 (0,25) Ab
Reciproc	0,77 (0,36) Ab	0,80 (0,24) Aa	0,56 (0,21) Bb

Letras distintas (maiúscula na linha, minúscula na coluna) indicam diferença estatística ($p < 0.05$).

O teste ANOVA de medidas repetidas evidenciou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) para o fator “técnica de obturação”, para a sub-parcela “terço radicular” e para a interação ($p = 0,012$). Os resultados estão descritos na Tabela VIII.

Tabela VIII. Resultados do teste ANOVA de medidas repetidas para comparação entre terços radiculares e cimentos obturadores.

Fonte de Variação	G. L.	SQ	QM	F	p
Entre técnicas de obturação	2	382.853,939	191.426,969	23,680	<0,001
Amostra	87	703.314,228	8.084,072		
Terço	2	54.378,406	27.189,203	10,192	<0,001
Técnicas/Terço	4	35.220,472	8.805,118	3,301	0,012
Resíduo	174	464.179,456	2.667,698		
Total	269	1.639.946,500	6.096,455		

Os resultados da interação entre técnicas de obturação e terço radicular estão apresentados na Tabela IX. Quando as técnicas de condensação lateral ou WaveOne foram utilizadas, o terço apical apresentou os menores valores de resistência de união, enquanto que os terços cervical e médio apresentaram valores similares. Nenhuma diferença entre os terços foi observada para a técnica Reciproc. Independente do terço radicular, a técnica de condensação lateral apresentou os maiores valores de resistência de união, não havendo diferença entre as outras duas técnicas.

Tabela IX. Média (desvio padrão) de resistência de união (em MPa) para a interação da sub-parcela “terço radicular” e o fator “técnica de obturação”.

Técnica de obturação	Terço radicular		
	Cervical	Médio	Apical
Condensação Lateral	1.85 (1.05) Aa	1.71 (0,90) Aa	1.19 (0.65) Ba
WaveOne	0.78 (0.28) Ab	0.67 (0.24) ABb	0.57 (0.15) Bb
Reciproc	0.73 (0,39) Ab	0.71 (0.28) Ab	0.69 (0.18) Ab

Letras distintas (maiúscula na linha, minúscula na coluna) indicam diferença estatística ($p < 0.05$).

O teste ANOVA de medidas repetidas evidenciou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) para o fator “cimento obturador” e para a sub-parcela “terço radicular”, mas não para a interação ($p = 0,555$). Os resultados estão descritos na Tabela X.

Tabela X. Resultados do teste ANOVA de medidas repetidas para comparação entre terços radiculares e cimentos obturadores.

Fonte de Variação	G. L.	SQ	QM	F	p
Entre cimento obturador	2	3,838	1,919	17,157	<0,001
Amostra	67	7,493	0,112		
Terço	2	0,898	0,449	29,765	<0,001
Cimento/Terço	4	0,0456	0,0114	0,757	0,555
Resíduo	134	2,020	0,0151		
Total	209	14,378	0,0688		

Os resultados para cimento obturador e terço radicular estão apresentados na Tabela XI. Independente do cimento obturador, o terço apical apresentou os menores valores de resistência de união, não havendo diferença entre os outros terços. Em todos os terços radiculares, o cimento AH Plus apresentou os maiores valores de resistência de união e o cimento Epiphany SE apresentou os menores valores.

Tabela XI. Resultados para cimento obturador e terço radicular.

Cimento obturador	Terço radicular			Média agrupada
	Cervical	Médio	Apical	
AH Plus	1.52 (1.11)	1.32 (0.97)	1.01 (0.68)	1.28 (0.95) A
Epiphany SE	0.78 (0,21)	0.74 (0,26)	0.56 (0.15)	0.70 (0.23) C
MTA Fillapex	1.06 (0.76)	1.02 (0.69)	0.88 (0.32)	0.99 (0.62) B
Média agrupada	1.12 (0.4) a	1.03 (0.74) a	0.82 (0.48) b	

Para médias agrupadas, letras distintas indicam diferença estatística ($p < 0,05$).

Análise do tipo de falha

Na técnica da condensação lateral com o cimento AH Plus houve predomínio de falhas adesivas à dentina em todos os terços radiculares, sendo que no terço cervical e médio ocorreram falhas coesivas à dentina. Com o cimento Epiphany SE houve prevalência de falhas adesivas e mistas nos terços cervical e médio e falhas adesivas à dentina no terço apical. Para o cimento MTA Fillapex houve prevalência de falhas adesivas em todos os terços radiculares. Os resultados dos valores percentuais dos tipos de falha ocorridos na técnica da condensação lateral, considerando cada cimento obturador, estão descritos na Tabela XII.

Tabela XII. Tipos de falhas durante o teste de *push-out*, em cada terço radicular, para cada cimento estudado, na técnica da condensação lateral (valores percentuais).

Tipos de falhas	Cimentos obturadores								
	AH Plus			Epiphany SE			MTA Fillapex		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva (Dentina)	45,0	30,0	60,0	45,0	30,0	84,2	50,0	30,0	40,0
Adesiva (Obturação)	20,0	30,0	20,0	10,0	10,0	10,5	20,0	40,0	25,0
Mista	5,0	15,0	20,0	30,0	45,0	0,0	20,0	15,0	30,0
Coesiva (Dentina)	30,0	25,0	0,0	15,0	10,0	0,0	10,0	10,0	0,0
Coesiva (Obturação)	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,3	0,0	5,0	5,0

*C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical.

Para a técnica de cone único WaveOne com o cimento AH Plus houve prevalência de falhas adesivas à obturação e mistas nos terços cervical e médio. No terço apical houve prevalência de falhas adesivas à dentina e mistas. Em relação ao cimento Epiphany SE falhas adesivas à dentina e mistas foram prevalentes nos terços cervical e médio e falhas adesivas à dentina foram prevalentes no terço apical. O cimento MTA Fillapex apresentou prevalência de falhas adesivas à obturação e mistas no terço cervical, falhas mistas no terço médio e falhas adesivas à dentina e mistas no terço apical. Esses resultados estão descritos na Tabela XIII.

Tabela XIII. Tipos de falhas durante o teste de *push-out*, em cada terço radicular, para cada cimento estudado, na técnica WaveOne (valores percentuais).

Tipos de falhas	Cimentos obturadores								
	AH Plus			Epiphany SE			MTA Fillapex		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva (Dentina)	15,0	15,0	40,0	30,0	50,0	75,0	10,0	20,0	45,0
Adesiva (Obturação)	55,0	45,0	35,0	15,0	10,0	0,0	35,0	15,0	5,0
Mista	30,0	40,0	25,0	40,0	35,0	25,0	55,0	65,0	50,0
Coesiva (Dentina)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coesiva (Obturação)	0,0	0,0	0,0	15,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical.

A técnica de cone único do sistema Reciproc apresentou predomínio de falhas adesivas à obturação para espécimes obturados com o cimento AH Plus nos terços cervical e médio e falhas adesivas e mistas no terço apical. No cimento Epiphany SE foi observado prevalência de falhas mistas e adesivas à obturação nos terços cervical e médio e falhas mistas e adesivas à dentina no terço apical. Para o cimento MTA Fillapex houve prevalência de falhas mistas no terço cervical, mistas e adesivas à obturação no terço médio e adesivas e mistas no terço apical (Tabela XIV).

Tabela XIV. Tipos de falha durante o teste de *push-out*, em cada terço radicular, para cada cimento estudado, na técnica Reciproc (valores percentuais).

Tipos de falhas	Cimentos obturadores								
	AH Plus			Epiphany SE			MTA Fillapex		
	C	M	A	C	M	A	C	M	A
Adesiva (Dentina)	15,8	5,0	29,4	12,5	20,0	35,0	15,8	5,0	40,0
Adesiva (Obturação)	63,2	60,0	29,4	25,0	35,0	10,0	15,8	30,0	25,0
Mista	10,5	35,0	41,2	50,0	35,0	50,0	47,4	50,0	30,0
Coesiva (Dentina)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0
Coesiva (Obturação)	10,5	0,0	0,0	12,5	10,0	5,0	15,7	15,0	5,0

*C= terço cervical; M= terço médio; A= terço apical.

O teste Qui-quadrado evidenciou que todos os fatores afetaram significativamente ($p < 0,001$) os tipos de falhas (Figura 11).

Figura 11. Resultados para análise da distribuição percentual dos tipos de falhas.

A técnica da condensação lateral resultou em maior incidência de falhas adesivas à dentina quando comparada às outras técnicas. Maior quantidade de falhas coesivas no material obturador foi observada para a técnica WaveOne e coesiva em dentina para a condensação lateral. O cimento AH Plus apresentou

maior quantidade de falhas adesivas ao material obturador e para os cimentos Epiphany SE e MTA Fillapex as falhas predominantes foram adesivas à dentina e mistas. No terço apical houve predomínio de falhas adesivas à dentina, enquanto este tipo de falha e falhas mistas foram mais frequentes nos terços cervical e médio.

Adaptação da obturação na interface com a dentina

Observou-se que a adaptação para os cimentos obturadores e técnicas de obturação apresentou padrão uniforme em todos os terços radiculares. Assim, os dados foram analisados levando-se em consideração os fatores “técnicas de obturação” e “cimentos obturadores”, conforme demonstrado na Tabela XV.

Tabela XV. Distribuição percentual dos escores atribuídos para a adaptação das obturações nas técnicas da condensação lateral, WaveOne e Reciproc, conforme os cimentos AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex.

Técnicas de obturação	Cimentos Obturadores	Escore (%)			
		0	1	2	3
Condensação Lateral	AH Plus	88,3	11,7	0,0	0,0
	Epiphany SE	47,2	26,1	26,7	0,0
	MTA Fillapex	50,6	30,0	19,4	0,0
WaveOne	AH Plus	77,8	17,2	5,0	0,0
	Epiphany SE	34,4	33,3	32,3	0,0
	MTA Fillapex	23,3	47,8	28,9	0,0
Reciproc	AH Plus	55,0	28,3	16,7	0,0
	Epiphany SE	22,2	32,2	40,6	5,0
	MTA Fillapex	32,8	18,3	42,2	6,7

Escore 0 (seções sem lacunas). (B) Escore 1 (seções com falhas <1µm). (C) Escore 2 (seções com muitas lacunas, entre 1µm e 10µm). (D) Escore 3 (sem adaptação, lacunas >10µm).

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis evidenciou diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de obturação e cimentos obturadores ($p < 0,05$). Quando avaliados os cimentos obturadores nas diferentes técnicas de obturação, o teste de Student-Newman-Keuls evidenciou que o cimento AH Plus

apresentou melhor adaptação em comparação aos cimentos Epiphany SE e MTA Fillapex ($p<0,05$), não havendo diferença entre esses dois últimos cimentos, independente da técnica de obturação utilizada ($p>0,05$).

Os cimentos AH Plus e Epiphany SE apresentaram melhor adaptação à dentina radicular com as técnicas da condensação lateral e de cone único WaveOne quando comparadas à técnica de cone único Reciproc ($p<0,05$). Em relação ao cimento MTA Fillapex, melhor adaptação foi observada na técnica da condensação lateral que nas técnicas WaveOne e Reciproc ($p<0,05$), não havendo diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) entre essas últimas técnicas (Figura 12).

Figura 12. Distribuição percentual dos escores atribuídos para a adaptação das obturações. AH: AH Plus; EP: Epiphany SE; FA: MTA Fillapex. Escore 0 (seções sem lacunas). (B) Escore 1 (seções com falhas $<1\mu\text{m}$). (C) Escore 2 (seções com muitas lacunas, entre $1\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$). (D) Escore 3 (sem adaptação, lacunas $>10\mu\text{m}$).

Nas Figuras 13, 14 e 15 estão apresentadas eletromicrografias (1000X) obtidas na interface obturação/dentina das fatias das regiões cervical, média e apical das técnicas Reciproc, WaveOne e condensação lateral, respectivamente.

Figura 13. Eletromicrografias (MEV) obtidas nas interfaces obturação/parede dentinária nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) em espécimes obturados pela técnica cone único Reciproc com os cimentos AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex (1000X). Legenda: D: Dentina; O: Obturação.

Figura 14. Eletromicrografias (MEV) obtidas nas interfaces obturação/parede dentinária nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) em espécimes obturados pela técnica cone único WaveOne com os cimentos AH Plus , Epiphany SE e MTA Fillapex (1000X). Legenda: D: Dentina; O: Obturação.

Figura 15. Eletromicrografias (MEV) obtidas nas interfaces obturação/parede dentinária nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) em espécimes obturados pela técnica da condensação lateral com os cimentos AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex (1000X). Legenda: D: Dentina; O: Obturação.

DISSCUSSÃO

Entre os fatores que podem interferir no sucesso da obturação dos canais radiculares estão a qualidade do preparo do canal radicular e os materiais obturadores. Recentemente, a introdução de sistemas de instrumentação dos canais radiculares com instrumentos únicos associados às técnicas de cones únicos tornaram-se alternativas promissoras para otimizar os procedimentos de preparo e obturação. Essas técnicas utilizam cones de guta-percha com conicidades maiores buscando similaridade com as conicidades dos instrumentos utilizados durante o preparo (SCHÄFER et al., 2013; CAPAR et al., 2014). Assim, estabelece-se estreita relação entre preparo e obturação visando o selamento efetivo do espaço radicular.

No presente estudo, técnicas de obturação de cone único de dois sistemas de preparo de canais radiculares que utilizam instrumento único com movimento reciprocante foram avaliadas sob o enfoque da adesividade e selamento apical. Avaliações de resistência de união são utilizadas para determinar a eficácia da adesão de materiais obturadores à dentina radicular (SCHWARTZ, 2006). Por outro lado, a resistência à infiltração, impedindo a percolação marginal e penetração de microrganismos no canal radicular, é importante para determinar a capacidade de selamento desses materiais (WU et al., 2009; DE-DEUS, 2012).

Em relação à metodologia empregada no presente estudo, alguns aspectos merecem ser destacados. Foram utilizados espécimes diferentes para o teste de adesão e filtração de fluido com a finalidade de alcançar resultados com maior acuidade. Hipoteticamente, existia a possibilidade de utilização da mesma amostra para ambos os testes, uma vez que o método de filtração de fluido é considerado de natureza não destrutiva (YILMAZ et al., 2009; TZANETAKIS et al., 2010). No entanto, possíveis defeitos nas interfaces cone de guta-percha/cimento/dentina poderiam ser potencializados pela pressão exercida durante o teste de filtração de

fluido, afetando negativamente os resultados do teste de *push-out* posteriormente. Além disso, a análise interfacial por MEV dos diferentes procedimentos obturadores e cimentos, outra proposta do presente estudo, também ficaria prejudicada.

Destaca-se que houve a preocupação de utilização do mesmo elemento dental para a obtenção de várias fatias dentinárias nas diferentes regiões radiculares, com espessuras de 1 mm, que serviram para o teste de *push-out* e análise da interface dentinária com a massa obturadora pela MEV (TEIXEIRA et al., 2009; HARAGUSHIKU et al., 2012). Esta análise contribui para melhor entendimento da integridade e homogeneidade da interface dentina/material obturador propiciadas por diferentes técnicas de obturação (CARNEIRO et al., 2012).

No presente estudo, os testes experimentais foram conduzidos em espécimes criteriosamente selecionados. Além de aspectos macroscópicos e radiográficos, estabeleceu-se como critério de inclusão a posição e a conformação da terminação foraminal, analisadas microscopicamente. Este critério assegurou condições favoráveis para avaliação da infiltração apical, uma vez que devido às variações anatômicas importantes verificadas no sistema de canais radiculares, os resultados advindos de diferentes modelos experimentais podem refletir o efeito da anatomia do canal, o qual pode ser confundido com a variável de interesse sob investigação (DE-DEUS, 2012; VERSIANI et al., 2013b). Tem sido demonstrado que o tamanho do forame apical é uma variável que precisa ser controlada durante o teste de filtração de fluido (WU et al., 1993; ADEL et al., 2012). Além disso, se o forame for muito lateral ele pode ser bloqueado pelo dispositivo do teste de filtração.

A ampliação do terço apical durante o preparo dos canais radiculares foi padronizada utilizando o mesmo diâmetro da ponta (0.40 mm) dos instrumentos dos sistemas WaveOne e Reciproc. No entanto, a conicidade do instrumento Reciproc

R40 (0.6 mm) foi diferente do instrumento WaveOne *Large* (0.8 mm), o qual resultou em preparos mais amplos, exceto na região apical. Vale destacar que, durante a instrumentação, foram realizados movimentos de vaivém de pequenas amplitudes (DE-DEUS et al., 2013; SCHÄFER et al., 2013), evitando repetição desses movimentos próximos ao CT, o que poderia resultar em um diâmetro cirúrgico maior do que o tamanho real do instrumento de uso único (JEON et al., 2014).

Durante os procedimentos obturadores, o cimento foi inserido no interior do canal com lima tipo K em movimento anti-horário e uma fina camada desse material obturador foi aplicada sobre o cone único de guta-percha (NAGAS et al., 2009; SCHÄFER et al., 2013). Esses procedimentos permitem distribuição uniforme de cimento no interior de canais radiculares obturados pelas técnicas de cone único dos sistemas Reciproc e WaveOne (SCHÄFER et al., 2013).

Para o teste de filtração de fluido, o aparelho utilizado no presente estudo foi concebido a partir da idéia original descrita há aproximadamente duas décadas (WU et al., 1993). Embora a evolução do método possa ser evidenciada pelo advento de uma versão computadorizada que permite captar a movimentação da bolha e fazer a mensuração do seu deslocamento por meio de um *software* (ORUÇOĞLU et al., 2005; GARIP et al., 2011), muitos estudos conduzidos nos últimos anos adotaram o método convencional em que um examinador executa os procedimentos operacionais (YILMAZ et al., 2009; ATTAM; TALWAR, 2010; HIRAI et al., 2010; MACHADO et al., 2013). Uma das desvantagens atribuídas ao registro visual do deslocamento da bolha é a possibilidade de cansaço do examinador e, com isso, ocorrer interferência no registro preciso da filtração de fluido (WU et al., 1993; HIRAI et al., 2010). Outros problemas verificados são a falta de padronização do tempo de mensuração do deslocamento da bolha e a pressão utilizada para manter o sistema

em pleno funcionamento, dificultando a análise comparativa dos resultados de diferentes estudos (PAQUÉ; SIRTES, 2007; ONAY et al., 2009; MAHDI et al., 2013). Apesar disso, vários pesquisadores adotaram o tempo de 8 minutos e a pressão de 10 psi (SILVA NETO et al., 2007; WU et al., 2009; MORADI et al., 2009b; HIRAI et al., 2010), os quais serviram de parâmetros para o presente estudo.

A obtenção de fotos digitais, padronizadas em lupa estereoscópica, foi um procedimento alternativo adotado neste estudo para facilitar o registro da posição da bolha e as mensurações do seu deslocamento linear. Esse procedimento propiciou algumas vantagens sobre o método convencional: 1) reduziu o viés causado pelo registro visual do deslocamento da bolha; 2) permitiu maior rendimento operacional durante o experimento, uma vez que reduziu a fadiga do examinador e 3) possibilitou mensurações digitais em *software* usado como método científico válido, assegurando a reprodutibilidade e confiabilidade das medidas do deslocamento linear da bolha. Aparatos de filtração de fluidos que utilizaram imagens e mensurações digitais foram reportados na literatura como métodos precisos e reprodutíveis para avaliar o selamento apical de materiais obturadores (JAVIDI et al., 2008; MORADI et al., 2009b; MORADI et al., 2013).

Os resultados da filtração de fluidos evidenciaram maior infiltração apical nas técnicas de cone único dos sistemas WaveOne e Reciproc quando comparadas à condensação lateral. Para o preenchimento do canal radicular, as técnicas de cone único requerem espessa camada de cimento e geralmente resultam em obturação com vazios e irregularidades, uma vez que o cone de guta-percha é apenas inserido e não compactado até o comprimento de trabalho (POMMEL; CAMPS, 2001; YÜCEL; CİFTÇİ, 2006; MONTICELLI et al., 2007; KOÇAK; DARENDELILER-YAMAN, 2012). Por outro lado, o preparo divergente e a menor conicidade do cone

principal (conicidade 0.2) utilizado na técnica da condensação lateral, permitem a inserção de cones acessórios próximos à região apical, que uma vez compactados, produzem massa obturadora mais uniforme em contato com as paredes dentinárias (WU et al., 2000; BAL et al., 2001), resultando em melhor vedamento apical (YÜCEL; CİFTÇİ, 2006), como observado no presente estudo. Pode-se especular ainda que a pressão exercida pela compactação do material obturador, na técnica da condensação lateral, pressione o cimento obturador para o interior dos túbulos dentinários, favorecendo o selamento apical.

Entre as técnicas de cone único estudadas, o melhor selamento apical foi conferido pela WaveOne. Este desempenho pode estar relacionado com a seção transversal de corte do instrumento, que varia ao longo do seu eixo, onde na parte média e mais próxima ao cabo possui formato de triângulo com lados convexos e na região mais próxima à ponta este triângulo sofre uma modificação devido à adição de concavidade (BERUTTI et al., 2012). No sistema Reciproc a parte ativa é em formato de “S” ocupando toda extensão do instrumento (BÜRKLEIN et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013). Assim, o instrumento Reciproc possui dois pontos de contato na parede do canal e o WaveOne possui três pontos de contato, o que poderia resultar em desgaste mais uniforme das paredes dentinárias. Como consequência, a técnica de cone único do sistema WaveOne poderia permitir melhor adaptação dos materiais obturadores na região apical, beneficiando o selamento marginal apical. Essa afirmativa encontra respaldo na análise por MEV do presente estudo, que mostrou maiores percentuais de adequada adaptação da obturação às paredes do canal para a técnica de cone único do sistema WaveOne quando comparada à Reciproc, principalmente quando os cimentos AH Plus e Epiphany SE foram utilizados.

Os valores médios de filtração de fluido foram similares para os cimentos AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex nas técnicas de cone único e na condensação lateral. Embora a análise por MEV tenha evidenciado melhor adaptação do cimento AH Plus às paredes dentinárias, foram observados maiores percentuais de adaptação adequada na interface material obturador/dentina em todas as técnicas de obturação avaliadas, independente do cimento utilizado (Figura 12). Essa condição provavelmente beneficiou o selamento apical, o qual estaria mais relacionado à qualidade do preenchimento do canal que propriamente ao cimento obturador.

Os espécimes obturados pela técnica da condensação lateral apresentaram resistência de união estatisticamente maior do que aqueles obturados pelas técnicas de cone único, exceto quando foi utilizado o cimento Epiphany SE. As técnicas de cone único provavelmente possibilitaram maior área ocupada pelo cimento, principalmente nos terços cervical e médio do canal que apresentam morfologia irregular (NAGAS et al., 2009; SCHÄFER et al., 2012; SCHÄFER et al., 2013). A maior quantidade de cimento pode resultar em vazios e defeitos nas interfaces com a dentina e com o cone de guta-percha (ROBBERECHT et al., 2012), favorecendo a desunião nestas interfaces (CARNEIRO et al., 2012).

A maior prevalência de falhas adesivas ao material obturador e mistas observadas nos terços cervical e médio dos canais com as técnicas WaveOne e Reciproc ratificam esta afirmação. Já a condensação lateral permite que o cimento envolva a guta-percha e entre em contato com a parede do canal radicular sob pressão, gerando provavelmente maior imbricação mecânica, o que favorece a resistência de união do material obturador à dentina. Deve-se destacar que, no presente estudo, a conicidade obtida pelo preparo dos terços cervical e médio

possibilitou divergência adequada às paredes dos canais radiculares permitindo a inserção do cimento obturador e dos cones acessórios com maior facilidade (CARNEIRO et al., 2012). Dessa maneira, as irregularidades anatômicas foram preenchidas com cones acessórios diminuindo a camada de cimento, e com isso, favoreceu maior resistência da massa obturadora (CARNEIRO et al., 2012). Na análise do tipo de falha para a condensação lateral com os diferentes cimentos obturadores foram observadas falhas coesivas nos terços cervical e médio, indicando que esta técnica propiciou elevada força de adesão do material obturador à dentina radicular (DE-DEUS et al., 2009; NEELAKANTAN et al., 2012).

Apesar dos valores de resistência de união dos cimentos AH Plus e MTA Fillapex terem aumentado com o uso da técnica de condensação lateral, o mesmo não ocorreu com o Epiphany SE. O cimento AH Plus possui capacidade de escoamento e elevado tempo de polimerização, favorecendo sua penetração nas microirregularidades da dentina (HARAGUSHIKU et al., 2010; VIAPIANA et al., 2014) que, aliada à coesão entre suas moléculas, promove maior resistência à remoção e/ou deslocamento da superfície dentinária, o que se traduz em maior adesividade (SOUSA NETO et al., 2005; CARNEIRO et al., 2012). O MTA Fillapex também tem bom escoamento (SILVA et al., 2013; TANOMARU-FILHO et al., 2013; VIAPIANA et al., 2013; VITTI et al., 2013), que permite sua imbricação com a dentina e, além disso, a incorporação de resina em sua composição resultou em maior força de coesão entre as moléculas do cimento (VITTI et al., 2013).

O cimento Epiphany SE possui elevada contração volumétrica e reduzida polimerização no interior do canal radicular pela insuficiente penetração da luz para desencadear a conversão dos monômeros (KIM et al., 2010). Além disso, a polimerização desse cimento na interface com a dentina sofre influência negativa do

oxigênio presente na parede dentinária e no interior dos túbulos dentinários (RACHED-JÚNIOR et al., 2009; COSTA et al., 2010). Em conjunto, esses fatores reduzem a adesividade, como verificado em alguns estudos que utilizaram a combinação guta-percha/Epiphany SE e mostraram baixos valores de resistência de união desses materiais obturadores em relação às obturações realizadas com guta-percha/cimento AH Plus (MANICARDI et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012), corroborando com os achados do presente estudo.

Os valores de resistência de união obtidos neste estudo diminuíram no terço apical em relação aos terços cervical e médio. Um dos fatores que pode explicar a diferença de adesão entre os terços é a estrutura da dentina ao longo do canal radicular, que apresenta maior número e diâmetro dos túbulos dentinários nas regiões cervical e média, beneficiando a união dos cimentos obturadores às paredes dentinárias (CARNEIRO et al., 2012; NEELAKANTAN et al., 2012; TOPÇUOĞLU et al., 2014). No entanto, outros estudos (BABB et al., 2009; COSTA et al., 2010) não observaram diferença entre os terços radiculares, sugerindo que as variações da densidade tubular no canal não influenciam a resistência de união do cimento obturador à dentina radicular. A análise por meio de MEV, no presente estudo, mostrou que a adaptação da obturação foi uniforme em todos os terços. Assim, a maior força de adesão observada nos terços cervical e médio pode ser explicada pela interação técnica de obturação/cimento obturador, com destaque para a técnica da condensação lateral com os cimentos AH Plus e MTA Fillapex.

Até o momento, as evidências disponíveis não comprovam claramente uma relação direta entre adesão e selamento apical. SOUSA-NETO et al. (2002) não evidenciaram correlação matemática entre a adesividade e a infiltração marginal de cimentos obturadores após tratamento da superfície dentinária com diferentes

substâncias quelantes. Outros estudos (NAGAS et al. 2009; NEELAKANTAN et al., 2011), no entanto, reportaram valores coerentes do aumento da capacidade de selamento a partir de maior adesividade do cimento AH Plus, mas diferentes métodos de infiltração utilizados dificultam a análise comparativa dos resultados. Isso leva ao entendimento de que os testes de adesividade e selamento devem ser complementares no estudo das propriedades de materiais obturadores (MAHDI et al., 2013). Dessa maneira, mesmo se um material apresentar força de união à dentina relativamente baixa, ele pode ser eficaz na prevenção da infiltração marginal apical (SCHWARTZ, 2006; NAGAS et al., 2009; NEELAKANTAN et al., 2011).

A idéia de compatibilizar a conicidade do cone principal de guta-percha à conicidade do instrumento utilizado para o preparo do canal radicular simplifica e agiliza os procedimentos obturadores (SCHÄFER et al., 2013). Além dessas vantagens, pressupõe-se ainda elevada qualidade da obturação, traduzida pelo eficaz selamento apical aliado à interação micromecânica e/ou química dos materiais obturadores entre si e com as paredes dentinárias (NAGAS et al., 2009; NEELAKANTAN et al., 2011). A base desse conhecimento tem sido construída por meio do estudo de propriedades físico-químicas dos materiais obturadores, tais como capacidade de selamento e adesividade. Considerando estas propriedades, o presente estudo demonstrou que as técnicas de cone único dos sistemas WaveOne e Reciproc foram significativamente inferiores à técnica da condensação lateral, principalmente quando esta última foi utilizada com os cimentos AH Plus e MTA Fillapex.

***C**ONCLUSÕES*

Baseado na metodologia proposta para o estudo e partindo dos resultados obtidos, é possível concluir que as técnicas de cone único WaveOne e Reciproc apresentaram maior infiltração apical que a técnica da condensação lateral, enquanto os cimentos AH Plus, Epiphany SE e MTA Fillapex apresentaram similar capacidade de selamento. Além disso, as técnicas WaveOne e Reciproc apresentaram baixos valores de resistência de união à dentina radicular quando comparadas à condensação lateral, principalmente com os cimentos AH Plus e MTA Fillapex. A melhor adaptação marginal foi obtida com o cimento AH Plus, independentemente da técnica de obturação utilizada.

R***EFERÊNCIAS***

ADEL, M.; NIMA, M. M.; SHIVAIE KOJOORI, S.; NOROOZ OLIAIE, H.; NAGHAVI, N.; ASGARY, S. Comparison of endodontic biomaterials as apical barriers in simulated open apices. **ISRN Dentistry**, 2012; 2012: 359873.

AL-HADLAQ, S. M.; AL-JAMHAN, A.; ALSAEED, T. Comparison of the single cone and cold lateral compaction techniques in sealing 0.04 taper root canal preparations. **General Dentistry**, v. 58, n. 5, p. 219-222, 2010.

AMIN, S. A.; SEYAM, R. S.; EL-SAMMAN, M. A. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 5, p. 696-699, 2012.

ASSMANN, E.; SCARPARO, R. K.; BÖTTCHER, D. E.; GRECCA, F. S. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 2, p. 219-221, 2012.

ATTAM, K.; TALWAR, S. A laboratory comparison of apical leakage between immediate versus delayed post space preparation in root canals filled with Resilon. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 9, p. 775-781, 2010.

BABB, B. R.; LOUSHINE, R. J.; BRYAN, T. E.; AMES, J. M.; CAUSEY, M. S.; KIM, J. K.; WELLS, Y. K.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Bonding of self-adhesive (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p. 578-82, 2009.

BAL, A. S.; HICKS, M. L.; BARNETT, F. Comparison of laterally condensed .06 and .02 tapered Gutta-Percha and sealer in vitro. **Journal of Endodontics**, v. 27, n.12, p.786-788, 2001.

BALGUERIE, E.; VANDERSLUIS, L.; VALLAEYS, K.; GURGEL-GEORGELIN, M.; DIEMER, F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 11, p. 1576-1579, 2011.

BERUTTI, E.; PAOLINO, D. S.; CHIANDUSSI, G.; ALOVISI, M.; CANTATORE, G.; CASTELLUCCI, A.; PASQUALINI, D. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without Glide Path. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 1, p. 101-104, 2012.

BÜRKLEIN, S.; BENTEN, S.; SCHÄFER, E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 5, p. 405-409, 2014.

BÜRKLEIN, S.; HINSCHITZA, K.; DAMMASCHKE, T.; SCHÄFER, E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 5, p. 449-461, 2012.

CAPAR, I. D.; ERTAS, H.; OK, E.; ARSLAN, H. Comparison of single cone obturation performance of different novel nickel-titanium rotary systems. **Acta Odontologica Scandinavica**, 2014. [Epub ahead of print]

CARNEIRO, S. M.; SOUSA-NETO, M. D.; RACHED JR, F. A.; MIRANDA, C. E.; SILVA, S. R.; SILVA-SOUSA, Y. T. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **International Endodontic Journal**, v.45, n. 9, p. 821-828, 2012.

CAVENAGO, B. C.; DUARTE, M. A.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; MARCIANO, M. A.; CARPIO-PEROCHENA, A. E.; BRAMANTE, C. M. Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. **Brazilian Dental Journal**, v. 23, n. 3, p. 205-211, 2012.

CELIK, D.; TASDEMIR, T.; ER, K. Comparative study of 6 rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 2, p. 278-282, 2013.

COSTA, J. A.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 8, p. 698-706, 2010.

DE-DEUS, G.; ARRUDA, T. E.; SOUZA, E. M.; NEVES, A.; MAGALHÃES, K.; THUANNE, E.; FIDEL, R. A. The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 10, p. 993-998, 2013.

DE-DEUS, G.; BRANDÃO, M. C.; LEAL, F.; REIS, C.; SOUZA, E. M.; LUNA, A. S.; PACIORNIK, S.; FIDEL, S. Lack of correlation between sealer penetration into dentinal tubules and sealability in nonbonded root fillings. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 7, p. 642-651, 2012.

DE-DEUS, G.; DIGIORGI, K.; FIDEL, S.; FIDEL, R. A.; PACIORNIK, S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 7, p. 1048-1050, 2009.

DE-DEUS, G.; MURAD, C.; PACIORNIK, S.; REIS, C. M.; COUTINHO-FILHO, T. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 3, p. 183-190, 2008.

DE-DEUS G. Research that matters - root canal filling and leakage studies. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 12, p. 1063-1064, 2012.

EL SAYED, M. A.; TALEB, A. A.; BALBAHAITH, M. S. Sealing ability of three single-cone obturation systems: An in-vitro glucose leakage study. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 16, n. 6, p. 489-493, 2013.

EPLEY, S. R.; FLEISCHMAN, J.; HARTWELL, G.; CICALESE, C. Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques. **Journal of Endodontics**, v. 32, n.6, p.541-544, 2006.

FISHER, M. A.; BERZINS, D. W.; BAHCALL, J. K. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 7, p. 856-858, 2007.

GANDOLFI, M. G.; PARRILLI, A. P.; FINI, M.; PRATI, C.; DUMMER, P. M. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 3, p. 253-263, 2013.

GARIP, H.; GARIP, Y.; ORUÇOĞLU, H.; HATİPOĞLU, S. Effect of the angle of apical resection on apical leakage, measured with a computerized fluid filtration device. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v.111, n. 3, p. 50-55, 2011.

GORDON, M. P.; LOVE, R. M.; CHANDLER, N. P. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 2, p. 87-96, 2005.

HAMMAD, M.; QUALTROUGH, A.; SILIKAS, N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p. 541-544, 2009.

HARAGUSHIKU, G. A.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T.; ALFREDO, E.; SILVA, S. C.; SILVA, R. G. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 3, p. 405-410, 2010.

HARAGUSHIKU, G.A.; TEIXEIRA, C.S.; FURUSE, A.Y.; SOUSA, Y. T.; DE SOUSA NETO, M. D.; SILVA, R. G. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. **Microscopy Research and Technique**, v. 75, n. 5, p. 655-661, 2012.

HASHEM, A. A.; GHONEIM, A. G.; LUTFY, R. A.; FODA, M. Y.; OMAR, G. A. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 7, p. 996-1000, 2013.

HIRAI, V. H.; DA SILVA NETO, U. X.; WESTPHALEN, V. P.; PERIN, C. P.; CARNEIRO, E.; FARINIUK, L. F. Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 109, n. 2, p. 131-135, 2010.

JAVIDI, M.; NAGHAVI, N.; ROOHANI, E. Assembling of fluid filtration system for quantitative evaluation of microleakage in dental materials. **Iranian Endodontic Journal**, v. 3, n. 3, p. 68-72, 2008.

JEON, H. J.; PARANJPE, A.; HÁ, J. H.; KIM, E.; LEE, W.; KIM, H. C. Apical enlargement according to different pecking times at working length using reciprocating files. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 2, p. 281-284, 2014.

KARAPINAR-KAZANDAĞ, M.; TANALP, J.; BAYRAK, O. F.; SUNAY, H.; BAYIRLI, G. Microleakage of various root filling systems by glucose filtration analysis. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 109, n. 6, p. 96-102, 2010.

KIM, Y. K.; GRANDINI, S.; AMES, J. M.; GU, L. S.; KIM, S. K.; PASHLEY, D. H.; GUTMANN, J. L.; TAY, F. R. Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 3, p. 383-399, 2010.

KIM, H. C.; KWAK, S. W.; CHEUNG, G. S. P.; KO, D. H.; CHUNG, S. M.; LEE, W. C. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 4, p. 541-544, 2012.

KOÇAK, M. M.; DARENDELILER-YAMAN, S. Sealing ability of lateral compaction and tapered single cone gutta-percha techniques in root canals prepared with stainless steel and rotary nickel titanium instruments. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 4, n. 3, p. 156-159, 2012.

KQIKU, L.; STÄDTLER, P.; GRUBER, H. J.; BARABA, A.; ANIC, I.; MILETIC, I. Active versus passive microleakage of Resilon/Epiphany and gutta-percha/AH Plus. **Australian Endodontic Journal**, v. 37, n. 3, p. 141-146, 2011.

LI, G. H.; NIU, L. N.; ZHANG, W.; OLSEN, M.; DE-DEUS, G.; EID, A. A.; CHEN, J. H.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: A review. **Acta Biomaterialia**, v. 10, n. 3, p. 1050-1063, 2014.

MACHADO, R.; SILVA NETO, U. X.; IGNÁCIO, S. A.; CUNHA, R. S. Lack of correlation between obturation limits and apical leakage. **Brazilian Oral Research**, v. 27, n. 4, p. 331-335, 2013.

MAHDI, A. A.; BOLAÑOS-CARMONA, V.; GONZALEZ-LOPEZ, S. Bond strength to root dentin and fluid filtration test of AH Plus/gutta-percha, EndoREZ and RealSeal systems. **Journal of Applied Oral Science**, v. 21, n. 4, p. 369-375, 2013.

MANICARDI, C. A.; VERSIANI, M. A.; SAQUY, P. C.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber posts. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 4, p. 531-537, 2011.

MARCIANO, M. A.; GUIMARÃES, B. M.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C. M.; CAVENAGO, B. C.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELLI, N.; ANDRADE, F. B.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 10, p. 1417-1421, 2011.

MARIN-BAUZA, G. A.; RACHED-JUNIOR, F. J. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUSA-NETO, M. D.; MIRANDA, C. E. S.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Physicochemical Properties of Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1531-1536, 2010.

MONTEIRO, J.; DE ATAIDE IDE, N.; CHALAKKAL, P.; CHANDRA, P. K. In vitro resistance to fracture of roots obturated with Resilon or gutta-percha. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 6, p. 828-831, 2011.

MONTICELLI, F.; SWORD, J.; MARTIN, R. L.; SCHUSTER, G. S.; WELLER, R. N.; FERRARI, M.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 5, p. 374-385, 2007.

MOORE, J.; FITZ-WALTER, P.; PARASHOS, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 12, p. 1057-1064, 2009.

MORADI, S.; DISFANI, R.; BAZIAR, H.; DANESHVAR, F.; JAFARZADEH, H. Use of fluid filtration method to evaluate the effect of master cone size on the apical seal of severely curved root canals. **Journal of Oral Science**, v. 55, n. 2, p. 93-98, 2013.

MORADI, S.; GHODDUSI, J.; FORGHANI, M. Evaluation of dentinal tubule penetration after the use of dentin bonding agent as a root canal sealer. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 11, p. 1563-1566, 2009a.

MORADI, S.; NAGHAVI, N.; ROHANI, E.; JAVIDI, M. Evaluation of microleakage following application of a dentin bonding agent as root canal sealer in the presence or absence of smear layer. **Journal of Oral Science**, v. 51, n. 2, p. 207-213, 2009b.

NAGAS, E.; ALTUNDASAR, E.; SERPER, A. The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 107, n. 1, p. 61-64, 2009.

NAGAS, E.; UYANIK, M. O.; EYMIRLI, A.; CEHRELI, Z. C.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. V.; DURMAZ, V. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 2, p. 240-244, 2012.

NAGPAL, A.; ANNAPOORNA, B. M.; PRASHANTH, M. B.; PRASHANTH, N. T.; SINGLA, M.; DEEPAK, B. S.; SINGH, A.; TAVANE, P. N. A comparative evaluation of the vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth using different root canal sealers: an in vitro study. **The journal of Contemporary Dental Practice**, v. 13, n. 3, p. 351-355, 2012.

NAWAL, R. R.; PARANDE, M.; SEHGAL, R.; RAO, N. R.; NAIK, A. A comparative evaluation of 3 root canal filling systems. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 111, n. 3, p. 387-393, 2011.

NEELAKANTAN, P.; SUBBARAO, C.; SUBBARAO, C. V.; DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 6, p. 491-498, 2011.

NEELAKANTAN, P.; VARUGHESE A.,A.;SHARMA S.; SUBBARAO, C. V.; ZEHNDER, M.; DE-DEUS, G. Continuous chelation irrigation improves the adhesion of epoxy resin-based root canal sealer to root dentine **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 12, p. 1097-1102, 2012.

ONAY, E. O.; UNGOR, M.; UNVER, S.; ARI, H.; BELLI, S. An in vitro evaluation of the apical sealing ability of new polymeric endodontic filling systems. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 2, p. 49-54, 2009.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C. M.; BERNARDINELI, N.; GRAEFF, M. S.; GARCIA, R. B.; DE MORAES, I .G.; DEBELIAN, G. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal- 1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 6, p. 961-968, 2009.

ORUÇOĞLU, H.; SENGUN, A.; YILMAZ, N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 12, p. 886-890, 2005.

OZCAN, E.; YULA, E.; ARSLANOĞLU, Z.; INCI, M. Antifungal activity of several root canal sealers against *Candida albicans*. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 71, n. 6, p. 1481-1485, 2013.

PAQUÉ, F.; PETERS, O. A. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 4, p. 517-521, 2011.

PAQUÉ, F.; SIRTES, G. Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 9, p. 722-729, 2007.

PEDULLÀ, E.; GRANDE, N. M.; PLOTINO, G.; GAMBARINI, G.; RAPISARDA, E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 2, p. 258-261, 2013.

POMMEL L.; CAMPS J. In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 7, p. 449-451, 2001.

RACHED-JÚNIOR, F.A., SOUSA-NETO, M.D., BRUNIERA, J.F., DUARTE, M.A., SILVA-SOUSA, Y.T. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 3, p. 264-270, 2014.

RACHED-JÚNIOR, F. J.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; ALFREDO, E.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Bond strength of Epiphany sealer prepared with resinous solvent. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 2, p. 251-255, 2009.

RAVINDRANATH, M.; NEELAKANTAN, P.; KARPAGAVINAYAGAM, K.; SUBBA RAO, C. V. The influence of obturation technique on sealer thickness and depth of sealer penetration into dentinal tubules evaluated by computer-aided digital analysis. **General Dentistry**, v. 59, n. 05, p. 376-382, 2011.

RESENDE, L. M.; RACHED-JÚNIOR, F. J.; VERSIANI, M. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 9, p. 785-793, 2009.

ROBBERECHT, L.; COLARD, T.; CLAISSE-CRINQUETTE, A. Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system: an in vitro study. **Journal of Oral Science**, v. 54, n. 1, p. 99-104, 2012.

RODRIGUES, A.; BONETTI-FILHO, I.; FARIA, G.; ANDOLFATTO, C.; CAMARGO VILELLA BERBERT, F. L.; KUGA, M. C. Percentage of gutta-percha in mesial canals of mandibular molars obturated by lateral compaction or single cone techniques. **Microscopy Research and Technique**, v. 75, n. 9, p. 1229-1232, 2012.

ROMANIA, C.; BELTES, P.; BOUTSIUKIS, C.; DANDAKIS, C. Ex-vivo area-metric analysis of root canal obturation using gutta-percha cones of different taper. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 6, p. 491-498, 2009.

SAGSEN, B.; USTÜN, Y.; DEMIRBUGA, S.; PALA, K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 12, p. 1088-1091, 2011.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, M. P.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 9, p. 595-601, 2003.

SCHÄFER, E.; KÖSTER, M.; BÜRKLEIN, S. Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 7, p. 924-928, 2013.

SCHÄFER, E.; NELIUS, B.; BÜRKLEIN, S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. **Clinical Oral Investigations**, v. 16, n. 1, p. 225-230, 2012.

SCHWARTZ, R. S. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 12, p. 1125-1134, 2006.

SHAHRAVAN, A.; HAGHDOOST, A. A.; ADL, A.; RAHIMI, H.; SHADIFAR, F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 2, p. 96-105, 2007.

SHEMESH, H.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 12, p. 968-976, 2006.

SHEN, Y.; ZHOU, H. M.; ZHENG, Y. F.; PENG, B.; HAAPASALO, M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 2, p. 163-172, 2013.

SHIPPER, G.; ØRSTAVIK, D.; TEIXEIRA, F. B.; TROPE, M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 5, p. 342-347, 2004.

SILVA, E. J.; ROSA, T. P.; HERRERA, D. R.; JACINTO, R. C.; GOMES, B. P.; ZAIA, A. A. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 2, p. 274-277, 2013.

SILVA NETO, U. X.; DE MORAES, I. G.; WESTPHALEN, V. P.; MENEZES, R.; CARNEIRO, E.; FARINIUK, L. F. Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 104, n. 2, p. 53-57, 2007.

SILVEIRA, C. M.; PINTO, S. C.; ZEDEBSKI, R. DE A.; SANTOS, F. A.; PILATTI, G. L. Biocompatibility of four root canal sealers: a histopatological evaluation in rat subcutaneous connective tissue. **Brazilian Dental Journal**, v. 22, n. 1, p. 21-27, 2011.

SOUSA-NETO, M. D.; PASSARINHO-NETO, J. G.; CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; CRUZ-FILHO, A. M.; PÉCOR, J. D.; SAQUY, P. C. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Brazilian Dental Journal**, v. 13, n. 2, p. 123-128, 2002.

SOUSA-NETO, M. D.; SILVA COELHO, F. I.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er:YAG and Nd:YAG lasers. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 12, p. 866-870, 2005.

SOUZA, S. DE. F.; FRANCCI, C.; BOMBANA, A. C.; KENSHIMA, S.; BARROSO, L. P.; D'AGOSTINO, L. Z.; LOGUERCIO, A. D. Qualitative SEM/EDS analysis of microleakage and apical gap formation of adhesive root-filling materials. **Journal of Applied Oral Science**, v. 20, n. 3, p. 329-334, 2012.

TANOMARU-FILHO, M.; BOSSO, R.; VIAPIANA, R.; GUERREIRO-TANOMARU, J. M. Radiopacity and flow of different endodontic sealers. **Acta Odontologica Latinoamericana**, v. 26, n. 2, p. 121-125, 2013.

TEIXEIRA, C. S.; ALFREDO, E.; THOME, L. H.; GARIBA-SILVA, R.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, n. 2, p. 129-135, 2009.

TOPÇUOĞLU, H.S.; TUNCAY, Ö.; DEMIRBUGA, S.; DINÇER, A.N.; ARSLAN, H. The effect of different final irrigant activation techniques on the bond strength of an epoxy resin-based endodontic sealer: a preliminary study **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 6, p. 862-867, 2014.

TZANETAKIS, G. N.; KAKAVETSOS, V. D.; KONTAKIOTIS, E. G. Impact of smear layer on sealing property of root canal obturation using 3 different techniques and sealers. Part I. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 109, n. 2, p. 145-153, 2010.

ÜNAL, G. Ç.; MADEN, M.; ORHAN, E. O.; SARITEKIN, E.; TEKE, A. Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical dental education in Turkey. **Journal of Dental Education**, v. 76, n. 4, p. 509-513, 2012.

VERSIANI, M. A.; CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; PADILHA, M. I.; LACEY, S.; PASCON, E.A.; SOUSA-NETO, M.D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 6, p. 464-471, 2006.

VERSIANI, M. A.; LEONI, G. B.; STEIER, L.; DE-DEUS, G.; TASSANI, S.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 8, p. 1060-1066, 2013a.

VERSIANI, M. A.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Micro computed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 9, p. 800-807, 2013b.

VIAPIANA, R.; FLUMIGNAN, D. L.; GUERREIRO-TANOMARU, J.; CAMILLERI, J.; TANOMARU-FILHO, M.; Phicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 5, p. 437-448, 2014.

VIAPIANA, R.; GUERREIRO-TANOMARU, J.; TANOMARU-FILHO, M.; CAMILLERI, J. Interface of dentine to root canal sealers. **Journal of Dentistry**, v. 5712, n. 13, p. 310-312, 2013.

VITTI, R. P.; PRATI, C.; SINHORETI, M. A.; ZANCHI, C. H.; SOUZA E SILVA, M. G.; OGLIARI, F. A.; PIVA, E.; GANDOLFI, M. G. Chemical-physical properties of experimental root canal sealers based on butyl ethylene glycol disalicylate and MTA. **Dental Materials**, v. 29, n. 12, p. 1287-1294, 2013.

WEIS, M. V.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. **International Endodontic Journal** v. 37, n. 10, p. 653-663, 2004.

WOLF, M.; KÜPPER, K.; REIMANN, S.; BOURAUDEL, C.; FRENTZEN, M. 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. **Clinical Oral Investigations**, v. 18, n. 1, p. 155-161, 2014.

WU, M. K.; BUD, M. G.; WESSELINK, P. R. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v.108, n. 6, p. 946-951, 2009.

WU, M. K.; DE GEE, A. J.; WESSELINK, P. R.; MOORER, W. R. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. **International Endodontic Journal**, v. 26, n. 4, p. 203-208, 1993.

WU, M. K.; OZOK, A. R.; WESSELINK, P. R. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. **International Endodontic Journal**, v. 33, n. 4, p. 340-345, 2000.

YILMAZ, Z.; TUNCEL, B.; OZDEMIR, H. O.; SERPER, A. Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v.108, n. 1, p. 124-128, 2009.

YIN, X.; CHEUNG, G. S.; ZHANG, C.; MASUDA, Y. M.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 4, p. 708-712, 2010.

YÜCEL A.C.; CİFTÇİ, A. Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v.102, n. 4, p. 88-92, 2006.

ZASLANSKY, P.; FRATZL, P.; RACK, A.; WU, M.K.; WESSELINK, P.R.; SHEMESH, H. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 5, p. 395-401, 2011.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MONTES CLAROS -
UNIMONTES

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do selamento apical e adesividade da obturação de canais radiculares usando cone único dos sistemas Reciproc® e WaveOne® com diferentes cimentos

Pesquisador: CARLA CRISTINA CAMILO ARAÚJO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 15278013.0.0000.5146

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 250.009

Data da Relatoria: 19/04/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa laboratorial a ser realizada com utilização de dentes extraídos de humanos com enfoque nas técnicas de obturações de canais radiculares. Há diferentes técnicas de obturações recomendadas pelos fabricantes odontológicos. Entre as técnicas destaca-se a utilização de um cone único com calibre e formato similar à única lima utilizada durante a preparação endodôntica.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a capacidade de selamento apical e adesividade da obturação de canais radiculares usando cone único dos sistemas Reciproc® e WaveOne® com diferentes cimentos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos são mínimos, tratando-se de um estudo laboratorial com dentes extraídos de humanos obtidos no Banco de Dentes Humanos da Universidade Estadual de Montes Claros. O Banco de dentes efetua a esterilização dos dentes, minimizando a infecção cruzada que poderá advir do manuseio de dentes contaminados.

Benefícios:

Endereço: Av. Dr Rui Braga s/n-Camp Univers Profº Darcy Rib

Bairro: Vila Mauricéia

CEP: 39.401-089

UF: MG

Município: MONTES CLAROS

Telefone: (38)3229-8180

Fax: (38)3229-8103

E-mail: maisa.leite@unimontes.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MONTES CLAROS -
UNIMONTES

A proposta poderá produzir conhecimentos importantes na área odontológica. Entre eles destaca-se a verificação de técnicas de obturação utilizando cone único, com ênfase em duas importantes propriedades: adesividade e selamento apical. O estudo pretende também comparar a capacidade de selamento apical e adesividade de três cimentos endodônticos utilizando microinfiltração de fluido, push-out e microscopia eletrônica de varredura.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante na área odontológica, especialidade endodontia. O estudo será conduzido com dentes extraídos oriundos do Banco de Dentes da Unimontes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos adequados.

Recomendações:

Apresentação de relatório final por meio da plataforma Brasil, em "enviar notificação".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto respeita os preceitos éticos da pesquisa em seres humanos, sendo assim somos favoráveis à aprovação do mesmo.

MONTES CLAROS, 19 de Abril de 2013

Assinador por:
SIMONE DE MELO COSTA
(Coordenador)

Endereço: Av. Dr Rui Braga s/n-Camp Univers Profª Darcy Rib
Bairro: Vila Mauricéia CEP: 39.401-069
UF: MG Município: MONTES CLAROS
Telefone: (38)3229-8180 Fax: (38)3229-8103 E-mail: maisa.leite@unimontes.br