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

KLEBER CAMPIONI DIAS

**Influência do protocolo de secagem com álcool isopropílico na
adesividade de diferentes cimentos obturadores de metacrilato à
dentina radicular**

Ribeirão Preto
2012

KLEBER CAMPIONI DIAS

Influência do protocolo de secagem com álcool isopropílico na adesividade de diferentes cimentos obturadores de metacrilato à dentina radicular

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Grau de mestre em Ciências – Programa: Odontologia Restauradora – Área de concentração: Odontologia Restauradora (Opção: Endodontia)

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

Ribeirão Preto

2012

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 à fonte.

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/____

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço da
Biblioteca EEC-USP**

Dias, Kleber Campioni

Influência do protocolo de secagem com álcool isopropílico na adesividade de diferentes cimentos obturadores de metacrilato à dentina radicular. Ribeirão Preto, 2012.

76 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto

1. Propriedades Físico-Químicas. 2. Teste de Adesividade. 3. Cimento Endodôntico.

DIAS, K. C. Influência do protocolo de secagem com álcool isopropílico na adesividade de diferentes cimentos obturadores de metacrilato à dentina radicular. 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

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

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

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

Dedicatórias

Aos meus pais **Antônio Roberto Dias e Rosa Maria Campioni Dias**

“Alguém para se orgulhar, alguém para se agradecer e, especialmente, alguém para se amar”.

A vocês, que me deram apoio, incentivo e confiança, acreditaram em minha capacidade, e com sabedoria, paciência, conselhos e admiração consolidaram minha formação pessoal.

À minha irmã **Patrícia Campioni Dias** que sempre me apoiou quando tive dúvida, dificuldade ou insegurança, dando estímulo e força para que seguisse em frente.

À minha namorada, **Mariana Biffi** que com generosidade, amizade, admiração e compreensão nunca deixou que eu desistisse de meus sonhos e objetivos. Obrigado por estar sempre ao meu lado.

Aos **Meus Familiares e Amigos** que me prestigiam e torcem pelo meu sucesso profissional.

Agradecimentos

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto**, orientador dedicado, seguro, competente. Agradeço pelos ensinamentos durante este curso, pela confiança em mim depositada para realização deste projeto, meu reconhecimento e admiração ao professor e pesquisador.

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, por sua colaboração e sugestões durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva**, por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos.

Ao **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho**, pela organização, paciência e exemplo profissional, pela disponibilidade e ajuda concedida sempre que solicitada.

Ao **Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan**, pela colaboração direta em minha formação profissional. Pelas aulas em que muito conversamos e discutimos assuntos pertinentes à Endodontia.

À **Profa. Dra. Yara Teresinha Côrrea Silva-Sousa**, sua dedicação, inteligência, educação e profissionalismo foram essenciais na colaboração deste trabalho.

Ao amigo **Fuad Jacob Abi Rached-Junior**, pela disposição em ajudar, dedicação, organização. Agradeço pela colaboração direta e indispensável na execução desse trabalho.

Ao amigo **Marcus Vinicius de Mello Ribeiro** pelo companheirismo nas horas difíceis e nos momentos de descontração.

À **Graziela Bianchi Leoni**, pela amizade, convivência e disposição em ajudar.

Aos técnicos **Reginaldo Santana da Silva e Luiza Godoy Pitol** pela participação direta e disposição a ajudar.

Ao **Carlos Feitosa dos Santos**, secretário da Pós-Graduação, pela organização, capacidade e seriedade com que realiza o seu trabalho.

Às funcionárias **Rosângela Angelini** e **Maria Amália Viesti de Oliveira** pelo empenho em ajudar e pela maneira simpática que me receberam.

Aos secretários da pós graduação: **Leandro Marin da Silva**, **Regiane Moi Sacilotto** e **Isabel Cristina Sola**, sempre muito solícitos e atenciosos.

Aos queridos amigos da pós-graduação:, **Josilaine Amaral Pimenta**, **Juliane Nhata**, **Luciana Cavali Santello**, **Samuel Henrique Câmara de Bem**, pelos bons momentos em que passamos juntos.

À **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pela ajuda financeira necessária à realização deste curso de pós-graduação.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo**, pela oportunidade de realização do meu curso de mestrado.

Sumário

Resumo

Abstract

Introdução..... 1

Proposição.....7

Material e Métodos.....11

Resultados.....25

Discussão.....55

Conclusões.....67

Referências Bibliográficas.....69

Anexo

Resumo

DIAS, K.C. Influência do protocolo de secagem com álcool isopropílico na adesividade de diferentes cimentos obturadores de metacrilato à dentina radicular. 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do protocolo de secagem com álcool isopropílico à adesividade dos cimentos AH Plus, Hybrid Root Seal e Epiphany SE à dentina radicular. Oitenta raízes de caninos foram submetidas ao preparo biomecânico e distribuídas em 2 grupos de acordo com a secagem, previamente a obturação: I- Secagem cone de papel absorvente e II- Secagem com álcool isopropílico 70%, e posteriormente distribuídas em 8 grupos (n=10): IA e IIA – cimento AH Plus; IB e IIB - cimento Hybrid Root Seal; IC e IIC- cimento Epiphany SE com guta percha e ID e IID – cimento Epiphany SE com Resilon. Após a obturação, 80 raízes foram seccionadas transversalmente obtendo-se 3 *slices* de 1,0 mm de espessura para cada terço radicular. Um *slice* de cada terço foi submetido ao teste de *push out* e tipo de falha analisado por meio de lupa estereoscópica. Os dois *slices* restantes foram submetidos à MEV para análise da interface adesiva e superfície do material obturador. A análise de variância evidenciou haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os materiais obturadores, o protocolo de secagem do canal radicular e a interação destes fatores. AH Plus/ guta percha obteve os maiores valores médios de resistência de união ($3,83 \pm 0,45$ MPa), sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) dos demais. O Hybrid Root SEAL/ guta percha ($3,24 \pm 0,46$ MPa) obteve valores intermediários, sendo estatisticamente diferente dos demais ($p < 0,05$). O cimento obturador Epiphany SE quando associado à guta percha ($0,45 \pm 0,10$ MPa) ou ao Resilon ($0,31 \pm 0,09$ MPa) obteve os menores valores de adesividade, sendo estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes dos demais ($p < 0,05$). O cimento AH Plus obteve os maiores valores de adesividade independente do protocolo de secagem utilizado. Na comparação entre os protocolos, o protocolo que utilizou álcool isopropílico 70% obteve maiores valores médios de adesividade.

Abstract

DIAS, K.C. Influence of the drying protocol with isopropyl alcohol on the adhesion of different methacrylate-based sealers to intraradicular dentin. 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

The purpose of the present study was to evaluate the influence of the drying protocol with isopropyl alcohol on the adhesion of the sealers AH Plus, Hybrid Root Seal and Epiphany SE to intraradicular dentin. Eighty root canals of canines were subjected to biomechanical preparation and were allocated to receive one of the following drying protocols (n=40) prior to root canal filling: I- Drying with absorbent paper point and II- Drying with 70% isopropyl alcohol. Thereafter, 8 groups (n=10) were formed according to the filling material: IA and IIA –AH Plus sealer; IB and IIB - Hybrid Root Seal sealer; IC and IIC- Epiphany SE sealer with gutta-percha; and ID and IID –Epiphany SE sealer with Resilon. After filling, the 80 roots were sectioned transversally to obtain three 1.0-mm-thick slices from each root third. The first slice of each third was subjected to a push-out test and the failure mode was determined with a stereoscopic lens. The other two slices were prepared for SEM to examine adhesive interface and the surface of the filling materials. Analysis of variance revealed statistically significant difference ($p<0.05$) among the filling materials, between the root canal drying protocols as well as for the interaction of these factors. AH Plus/gutta-percha had significantly higher ($p<0.05$) bond strengths (3.83 ± 0.45 MPa) than the other materials. Hybrid Root SEAL/gutta-percha (3.24 ± 0.46 MPa) had intermediate values and differed significantly from the other materials ($p<0.05$). Epiphany SE combined with either gutta-percha (0.45 ± 0.10 MPa) or Resilon (0.31 ± 0.09 MPa) presented the lowest bond strengths without statistically significant difference ($p>0.05$) from each other, but with significant difference ($p<0.05$) from the other materials. AH Plus present the highest bond strengths regardless of the drying protocol. Comparing the two protocols, drying of root canals with 70% isopropyl alcohol was associated with the highest bond strength values to intraradicular dentin.

Introdução

O sucesso da terapia endodôntica depende da realização de cada fase do processo de forma criteriosa, ordenada e asséptica em que o principal objetivo é a descontaminação, por meio do preparo biomecânico e medicação intracanal, e posterior selamento de todo o sistema de canais radiculares (FERRAZ et al., 2007).

Segundo HARGREAVES; COHEN (2011) a finalidade da obturação é preencher o canal radicular em toda sua extensão, inclusive suas ramificações e forames múltiplos, de maneira completa e compacta, com materiais biologicamente inertes e compatíveis.

Para cumprir este objetivo, cimento obturador deve ter a capacidade de se unir a ambos, material sólido e dentina radicular (LEE et al., 2002), resultando em selamento efetivo, resistente à penetração de fluídos e das bactérias (JOHNSON; GUTMANN; 2011).

A adesão do material obturador às paredes dentinárias é importante tanto em situações estáticas como dinâmicas. Na situação estática, a adesão elimina espaços que possam permitir a percolação de fluidos entre a obturação e a dentina (ØRSTAVIK, 1983). Em uma situação dinâmica, a adesão é necessária para impedir o deslocamento da obturação durante procedimentos operatórios (STEWART, 1958).

Acredita-se que uma perfeita união entre material obturador e paredes do canal radicular, formando um monobloco, seja capaz de elevar a resistência das raízes à fratura radicular, aumentando a longevidade dos dentes tratados endodonticamente (ÇOBANKARA et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2004; RIBEIRO et al., 2008). Porém, não existe um consenso de qual material tem o melhor desempenho no reforço radicular, pois os resultados das pesquisas ainda são bastante divergentes. TEIXEIRA et al. (2004) observaram que o sistema Epiphany/Resilon

aumentou a resistência da raiz à fratura. RIBEIRO et al. (2008), por outro lado concluíram que a guta percha ou Resilon combinados com os cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol, resina epóxica e metacrilato não foram capazes de aumentar a resistência à fratura em canais submetidos ao preparo biomecânico.

A literatura evidencia que a adesão do cimento obturador no interior do canal radicular pode ser influenciada pelo método de estudo, tratamento da superfície dentinária, tipo de cimento utilizado e uso de adesivos dentinários, protocolo de secagem do interior do canal radicular previamente à obturação e a técnica obturadora propriamente dita.

Em relação ao método de estudo, o teste de *push out* é o mais utilizado atualmente, em que se utiliza a dentina radicular interna como substrato, favorecendo a compreensão de como a adesão ocorre nas paredes dentinárias em condições mais próximas do uso clínico do material a ser testado (GESI et al., 2005; SOUSA-NETO et al., 2005; SLY et al., 2007; ALFREDO et al., 2008; NUNES et al., 2008; RACHED-JUNIOR et al., 2009; COSTA et al., 2010; SAGSEN et al., 2011; VILANOVA et al., 2012).

O tratamento da superfície dentinária influencia diretamente os resultados de adesão. A remoção da camada de *smear*, previamente à obturação do canal radicular, possibilita a penetração do cimento obturador no interior do túbulo dentinário, promovendo maior embricação mecânica e permitindo o íntimo contato do material obturador com a superfície dentinária (DE DEUS et al., 2002; SOUSA-NETO et al. 2002, SOUSA-NETO et al., 2005; HARAGUSHIKU et al., 2010).

Em relação ao tipo de cimento obturador este pode ser classificado de acordo com sua composição em cimentos à base de óxido de zinco eugenol que contem ou

não medicamentos, cimentos que contem hidróxido de cálcio, cimentos à base de ionômero de vidro, cimentos resinosos, à base de silicone e à base de salicilato de cálcio (AHLBERG; TAY, 1998; RESENDE et al., 2009; BORGES et al., 2012; FLORES et al., 2011). Atualmente, os cimentos à base de resina epóxica e de metacrilato são os mais estudados, sendo que os cimentos à base de resina epóxica apresentam resultados mais satisfatórios em relação à adesividade do que os cimentos à base de resina de metacrilato (ELDENIZ et al., 2005; UNGOR et al., 2006; KIM et al., 2010; NAGAS et al., 2011; VILANOVA et al., 2012). A proposta dos cimentos de metacrilato e a possibilidade de combinação com sistemas adesivos dentinários, vem sendo utilizada na tentativa de melhorar a adesividade desses cimentos (DOYLE et al., 2006; AMES et al., 2009; BABB et al., 2009; COSTA et al., 2010; BALGUERIE et al., 2011; BELLI et al., 2011; DE DEUS et al., 2011).

A técnica obturadora também pode influenciar nos resultados de adesividade, sendo que técnicas de obturação têm sido desenvolvidas com o intuito de melhorar a adaptação dos materiais obturadores às paredes do sistema de canais radiculares, ressaltando-se as que utilizam compactação termomecânica (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009), pois apresentam resultados mais satisfatórios em relação à adesividade (WU et al., 2002; VENTURI, 2006).

Por fim, outro fator que pode influenciar nos resultados de adesão é o protocolo de secagem do interior do canal radicular. Observa-se a preocupação de alguns pesquisadores em realizar a secagem do canal radicular com a utilização de álcool isopropílico previamente à obturação do canal radicular, promovendo a desidratação da superfície dentinária com o objetivo de diminuir a infiltração marginal (ENGEL et al., 2005; ZMENER et al., 2008; ROBERTS et al., 2009), o que

provavelmente altera a superfície de colágeno e consequentemente pode alterar a adesividade.

Assim, torna-se importante o estudo de diferentes tipos de protocolo de secagem do canal radicular na adesividade de cimentos resinosos à dentina radicular interna.

Proposição

O presente estudo teve como objetivo avaliar a adesividade dos cimentos à base de metacrilato à dentina radicular, variando os protocolos de secagem do canal: convencional com cones de e com álcool isopropílico 70%, por meio de *push out*.

Material e Métodos

Após aprovação do presente estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, foram obtidos, do Banco de Dentes Humanos da FORP-USP, 80 caninos superiores com rizogênese completa e estrutura radicular hígida, mantidos em solução de timol a 0,1%. Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, tiveram sua superfície radicular externa limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e radiografados no sentido vestibulo-palatal para padronização da amostra. Foram excluídos os dentes que apresentavam calcificações, curvaturas acentuadas e tratamento endodôntico prévio.

As raízes foram separadas das coroas, com o uso de disco diamantado mono face (KG Soresen, Barueri, São Paulo, Brasil), para padronizar o comprimento em 17 mm.

O comprimento de trabalho foi estabelecido introduzindo-se lima #15 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) no canal até que sua ponta do instrumento fosse visualizada no forame apical e recuada 1 mm. Dentes que apresentaram forames lateralizados, nos quais o comprimento real do canal foi inferior a 16 mm, foram substituídos.

Os canais foram modelados pela técnica coroa-ápice, usando-se limas K de aço inoxidável (Maillefer, Ballaigues, Suíça) montadas em contra ângulo de rotação alternada (NSK, Kanuma, Tochigi, Japão). Para o preparo dos terços cervical e médio foram utilizadas limas #80, #70, após isso os dentes foram instrumentados até lima #60 no comprimento de trabalho.

A irrigação do canal radicular, durante o preparo biomecânico, foi realizada com 2 mL de solução de hipoclorito de sódio a 1% a cada troca de instrumento e irrigação final com 5 mL de EDTA por 5 minutos, seguido de 5 mL de água destilada e aspiração com pontas capillary tips roxo (Ultradent, South South Jordan, UT, EUA).

As soluções empregadas foram aviadas no Laboratório de Gerenciamento de Resíduos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

As raízes foram distribuídas em 2 grupos de acordo com o protocolo de secagem (n=40): I - convencional com cones de papel absorvente (Dentsplay, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) (Figura 1A) e II - foi colocado no interior do canal 1 mL de álcool isopropílico 70% por 1 minuto e posterior aspiração por 5 segundos com pontas NaviTips (Ultradent, South South Jordan, UT, EUA) (Figura 1B).

Figura 1. (A) - cone de papel absorvente no interior do canal, mostrando o protocolo convencional. (B) - cânula de irrigação no interior do canal mostrando o protocolo de secagem com álcool isopropílico 70%.

Em cada grupo, as raízes foram distribuídas aleatoriamente em 8 subgrupos (n=10) de acordo com o material obturador utilizado (Figura 2).

Figura 2. Organograma indicando a distribuição dos grupos em relação ao protocolo de secagem e ao material obturador utilizado.

Grupo A: Cimento AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Alemanha) (Figura 3A) e cone de gutta percha.

Grupo B: Cimento Hybrid Root SEAL (Sun Medical, Tóquio, Japão) (Figura 3B) e cone de gutta percha.

Grupo C: Cimento Epiphany SE (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, EUA) (Figura 3C) e cone de gutta percha.

Grupo D: Cimento Epiphany SE (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, EUA) (Figura 3C) e cone de Resilon.

Figura 3. Cimentos obturadores utilizados. (A) – cimento AH Plus. (B) – cimento Hybrid Root Seal. (C) – cimento Epiphany SE.

A composição de cada cimento obturador utilizado no presente estudo está listada na Tabela I.

O cimento AH Plus (IA e IIA) foi preparado a partir da mistura das pastas base e catalisadora (10 mm) colocadas sobre placa de vidro e misturadas com auxílio de espátula nº 24 (S.S. White Artigos Dentários, Juiz de Fora, MG, Brasil), obtendo-se uma massa lisa e uniforme.

O cimento Hybrid Root Seal (IB e IIB) foi espatulado por 20 s, em bloco de papel com espátula de plástico (incluídos no kit do cimento), na proporção de uma medida de pó para três gotas de líquido, conforme instruções do fabricante.

O cimento Epiphany SE (IC, IIC, ID e IID) foi dispensado sobre placa de vidro por meio de sua ponta misturadora e, em seguida, espatulado por 15 s, antes de ser levado ao canal radicular.

Tabela I. Composição dos materiais obturadores utilizados para obturação dos canais radiculares nos grupos experimentais, pela técnica da condensação lateral.

Produto	Composição	Lote
AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Alemanha)	Pasta A (epóxica): resinas epóxicas Bisfenol-A e Bisfenol-F (éter de diglicidil-bisfenol), tungstato de cálcio, óxido de zircônio e pigmentos de óxido de ferro. Pasta B (amina): amina 1-adamantana, N, N-dibenzil-5 oxanonandiamina-1, 9, TCD-diamina, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, óleo de silicone.	1002001970
Hybrid Root Seal (Sun Medical, Tóquio, Japão)	À base de resina de metacrilato e contém o monômero adesivo 4-anidro metacriloxietil trimelitato.	EK1
Epiphany SE (Pentron Clinical, Walling Ford, CT, EUA)	Primer: HEMA, AMPS, água e canforquinoma. Sealer: BIS-GMA, UDMA, PEGDMA, EBPADMA, partículas de carga de sulfato de bário, vidro tratado com silano, sílica, hidróxido de cálcio, bismuto, óxido de alumínio aminas, peróxido, fotoiniciador, estabilizadores e pigmentos.	200436

Em todos os grupos, o cimento foi levado ao interior do canal radicular com auxílio de lentulo (Maillefer, Ballaigues, Suíça). Após a inserção do cone principal de guta percha ou Resilon, foram utilizados 3 cones acessórios pela técnica da compactação lateral. Os cones foram cortados com instrumento aquecido e compactados com condensadores de Paiva. O excesso de cimento foi removido com pensos de algodão embebidos em álcool etílico.

Seguindo a recomendação dos fabricantes, os espécimes obturados com Epiphany SE e Hybrid Root Seal foram fotoativados na região cervical com aparelho de luz halógena (Ultralux Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 40 s e 20 s, respectivamente.

Todas as raízes receberam, na porção cervical, selamento provisório com Cimpat (Septodont Brasil LTDA, Barueri, SP, Brasil) e foram armazenadas em estufa ECB 1.2 (Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) a 37°C com 95% de umidade, pelo período correspondente a três vezes o tempo de polimerização dos cimentos testados que, de acordo com os fabricantes, é de 8 horas para o cimento AH Plus, 16 horas para o cimento Hybrid Root Seal e 45 minutos para o cimento Epiphany SE.

As raízes foram fixadas em placas de acrílico, com auxílio de cera (Kota import, São Paulo, SP, Brasil), e seccionadas em máquina de cortes (IsoMet 1000, Buehler, Illinois, EUA) com velocidade de 300 rpm (Figura 4A). De cada raiz foram obtidos 9 *slices* de aproximadamente 1,0 mm de espessura (Figura 4B), sendo 3 de cada terço.

Figura 4. (A) – Máquina de cortes ISOMET 1000. (B) – Raiz, coberta com cera, seccionada em *slices* de 1 mm de espessura.

Teste de *push out*

O primeiro *slice* de cada terço foi selecionado para o teste de *push out* em máquina universal de ensaios Instron 4444 (Instron Corporation, Canton, Ma, EUA) (Figura 5A) à velocidade de 1 mm/min. Um dispositivo de aço inoxidável foi utilizado para posicionamento dos corpos de prova, de modo que a face com menor diâmetro

do canal radicular ficasse voltada para cima e alinhada à haste (Figura 5B) empregada para pressionar o cimento até que o mesmo se deslocasse do corpo de prova.

Figura 5. (A) – máquina universal de ensaios Instron 4444. (B) – Corpo de prova posicionado em dispositivo de aço inoxidável para realização do teste de *push out*.

Foram utilizadas hastes com pontas de diâmetro de 1 mm (terços cervical), 0,6 mm (médio) e 0,4 mm (terço apical) e comprimento de 0,4 mm (Figura 6). Esta metodologia assegura o alinhamento preciso e reproduzível do teste, de modo que a haste utilizada fique centralizada no material obturador e não entre em contato com a camada de dentina, quando o material obturador é pressionado e deslocado do canal radicular.

Figura 6. Hastes com pontas de diâmetro de 1 mm (para o terço cervical), 0,6 mm (para o terço médio) e 0,4 mm (para o terço apical).

A força necessária para o deslocamento do material obturador, em quilonewtons (kN), foi transformada em tensão (σ), em megapascal (MPa), dividindo o valor da força (F) pela área de adesão do material obturador (SL), em mm².

Assim, a fórmula utilizada para relacionar essas grandezas foi:

$$\sigma = F / SL;$$

sendo que o cálculo aproximado da área (SL) foi obtido de acordo com a fórmula a seguir:

$$SL = \pi (R + r) g;$$

sendo:

SL = área de adesão do cimento;

$\pi = 3,14$;

R = raio médio, em mm, na porção coronária do *slice*;

r = raio médio, em mm, na porção apical do *slice*;

g = altura relativa do *slice*, em mm.

Após o ensaio de *push out*, os *slices* foram avaliados em lupa estereoscópica (ZEISS, Steni 2000-C, Alemanha), com aumento de 25X, para análise do tipo de falha ocorrida após o teste. As falhas foram classificadas em adesiva quando as paredes do canal permanecerem completamente livres de material obturador; coesiva quando o material obturador cobriu completamente as paredes do canal e mista quando foram observadas áreas cobertas e áreas livres de material obturador.

Análise por meio de microscopia eletrônica de varredura

O segundo *slice* de terço, de cada raiz, foi selecionado para análise da interface em MEV. O preparo para microscopia foi realizado com o seguinte protocolo: polimento com lixas d'água de granulação decrescente (400, 600 e 1200), desidratação em alcoois de concentração crescente 25%, 50%, 75%, 95% (por 20

min de imersão em cada solução) e 100% por 1 h, seguido de lavagem em cuba ultrassônica com água destilada por 20 min. Os espécimes foram submetidos à desmineralização superficial com ácido clorídrico 6 mol/L por 5 min e desproteinização em solução de hipoclorito de sódio 2,5% por 15 min, finalizando com lavagem em cuba ultrassônica com água destilada por 10 min.

Os *slices* foram fixados com fita adesiva dupla face (3M, São Paulo, SP, Brasil) em *stub* metálico circular, de 10 mm de diâmetro e 5 mm de altura, e levados ao aparelho metalizador (Bal-Tec AG, Balzers, Alemanha) para serem recobertos por fina camada de liga ouro-paládio. A análise foi realizada em microscópio eletrônico de varredura modelo JSM 5410 (JEOL Ltda., Tóquio, Japão) com 15 kV (Figura 7). Os espécimes foram analisados em visão panorâmica (15X) para localização das áreas representativas e, posteriormente, em aumentos de 500X e 1000X.

Figura 7. Microscópio eletrônico de varredura modelo JSM 5410.

Para a análise da superfície do material obturador em MEV, o terceiro *slice* de cada terço, de cada espécime, foi submetido ao processo de descalcificação em ácido clorídrico 6 mol/ L durante 48 h, seguido de desproteinização em hipoclorito de sódio 2,5% por 15 min. Este processamento promove a completa dissolução da dentina, deixando exposto todo o material obturador, que foi lavado por duas vezes em água destilada durante 4 min. O material obturador foi, então, metalizado e submetido à análise da superfície em microscopia eletrônica de varredura.

As soluções empregadas no processo de descalcificação das raízes foram aviadas no Laboratório de Gerenciamento de Resíduos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Análise Estatística

Os dados resultantes do teste de *push out* foram submetidos a testes estatísticos preliminares, com objetivo de verificar a normalidade da distribuição amostral. Como a amostra testada foi normal e homogênea, foram aplicados testes estatísticos paramétricos de Análise de Variância para verificar a existência de diferença entre os fatores analisados, e o teste complementar de Tukey, para verificar a diferença entre os grupos, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). A análise estatística foi realizada com auxílio do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*; SPSS Inc., Ill., EUA).

Resultados

Inicialmente foi realizada a Análise de Variância fatorial (two-way ou 2 critérios padronizados) e o teste de Tukey para o tipo de cimento utilizado em relação ao protocolo de secagem do interior do canal radicular, previamente à obturação. Posteriormente, foi realizada Análise de Variância fatorial (two-way) e teste de Tukey para cada cimento em relação aos terços radiculares e protocolos de secagem. A Tabela II representa os valores originais da resistência à união dos diferentes tipos de cimentos utilizados e os diferentes protocolos de secagem. Vale salientar que os resultados de cada espécime são referentes às médias dos terços cervical, médio e apical.

Tabela II. Valores originais médios, média e desvios padrão, da resistência de união (MPa) do material obturador às paredes dentinárias nos diferentes grupos experimentais, em relação ao protocolo de secagem do interior do canal, previamente à obturação.

	AH Plus	Hybrid Root SEAL	Epiphany SE/ guta percha	Epiphany SE/ Resilon	Média ± DP
Cone papel absorvente	3,16	3,70	0,45	0,20	
	3,04	3,45	0,35	0,26	
	3,76	3,28	0,53	0,23	
	3,39	3,97	0,23	0,24	
	3,45	2,87	0,43	0,32	
	3,30	2,82	0,59	0,27	
	3,46	3,82	0,48	0,25	
	4,11	2,77	0,37	0,37	
	3,77	2,81	0,38	0,24	
	3,67	2,12	0,29	0,29	
Média ± DP	3,51±0,32	3,16±0,58	0,41±0,11	0,27±0,05	1,84±1,56
Álcool Isopropílico 70%	4,32	3,72	0,60	0,31	
	4,20	3,94	0,36	0,39	
	3,95	3,19	0,48	0,35	
	3,87	3,83	0,44	0,29	
	3,82	3,16	0,55	0,29	
	4,40	3,22	0,53	0,41	
	3,72	3,06	0,49	0,24	
	4,34	3,37	0,57	0,57	
	4,20	3,34	0,38	0,42	
	4,38	3,45	0,54	0,26	
Média ± DP	4,12±0,26	3,43±0,30	0,49±0,08	0,35±0,10	2,10±1,73

Os resultados da Análise de Variância podem ser vistos na Tabela III. A análise de variância (two-Way) evidenciou haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os materiais obturadores, o protocolo de secagem do canal radicular e a interação destes fatores.

Tabela III. Valores da análise de variância da força de cisalhamento observada em cada grupo.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	P
Entre mat. Obturadores	202,927	3	67,642	888,300	0,0000
Protocolos de secagem	1,749	1	1,749	22,973	0,0000
Cimentos*Protocolos	1,075	3	0,358	4,703	0,0049
Resíduos	5,482	72	0,076		
Variação total	211,233	79			

A fim de identificar quais materiais obturadores foram diferentes entre si, aplicou-se o teste complementar de Tukey (Tabela IV).

Tabela IV. Teste de Tukey para os diferentes materiais obturadores testados.

Materiais obturadores	Média±DP
AH Plus/guta percha	3,83±0,45 a
Hybrid Root Seal/guta percha	3,24±0,46 b
Epiphany SE/guta percha	0,45±0,10 c
Epiphany SE/Resilon	0,31±0,09 c

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

O teste de Tukey (Tabela IV) evidenciou que o AH Plus/guta percha obteve os maiores valores médios de resistência de união ($3,83 \pm 0,45$ MPa), sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) dos demais. O Hybrid Root SEAL/guta percha ($3,24 \pm 0,46$ MPa) obteve valores intermediários e foi estatisticamente diferente dos demais ($p < 0,05$). O cimento obturador Epiphany SE tanto associado à gutta percha

($0,45 \pm 0,10$ MPa) quanto ao Resilon ($0,31 \pm 0,09$ MPa) obteve os menores valores de adesividade, sendo estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes dos demais ($p < 0,05$).

O teste complementar de Tukey foi também realizado para evidenciar a diferença entre os protocolos de secagem (Tabela V).

Tabela V. Teste de Tukey para os protocolos de secagem.

Protocolos de secagem	Média $\pm$ DP
Cone de papel absorvente	$1,81 \pm 1,73$ a
Álcool isopropílico 70%	$2,11 \pm 1,74$ b

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante. Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teste de Tukey (Tabela V) demonstrou que o protocolo de secagem com álcool isopropílico ($2,11 \pm 1,74$ MPa) propiciou, aos materiais obturadores, os maiores valores de adesividade, sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) da secagem com cone de papel absorvente ($1,81 \pm 1,73$ MPa).

Em relação à interação entre materiais obturadores e protocolos de secagem, o teste de Tukey (Tabela VI) demonstrou que o AH Plus/álcool isopropílico ($4,15 \pm 0,30$ MPa) apresentou os maiores valores de resistência de união à dentina intrarradicular e foi estatisticamente diferente dos demais subgrupos estudados ($p < 0,05$). O AH Plus/cone de papel absorvente ($3,51 \pm 0,32$ MPa) obteve valores intermediários de adesividade, sendo estatisticamente semelhante ($p < 0,05$) ao IIB (Hybrid Root SEAL/álcool isopropílico) ($3,43 \pm 0,30$ MPa), que por sua vez foi estatisticamente semelhante ao Hybrid Root SEAL/cone de papel absorvente ($3,06 \pm 0,54$ MPa). O Epiphany SE+guta percha/cone papel absorvente ($0,41 \pm 0,11$ MPa), o Epiphany SE+guta percha/álcool isopropílico ($0,49 \pm 0,08$ MPa), o Epiphany

SE+Resilon/cone papel absorvente ($0,27 \pm 0,05$ MPa) e Epiphany SE+guta percha/álcool isopropílico ($0,35 \pm 0,10$ MPa) apresentaram os menores valores de adesividade e foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferente dos demais.

Tabela VI. Teste de Tukey para a interação dos materiais obturadores e protocolos de secagem.

Materiais obturadores/ protocolos de secagem	Média±DP	Valor crítico
AH Plus gutta percha/cone papel absorvente	$3,51 \pm 0,32$ a	0,3853
AH Plus gutta percha/álcool isopropílico	$4,15 \pm 0,30$ b	
Hybrid Root SEAL gutta percha/cone papel absorvente	$3,06 \pm 0,54$ c	
Hybrid Root SEAL gutta percha/álcool isopropílico	$3,43 \pm 0,30$ a, c	
Epiphany SE gutta percha/cone papel absorvente	$0,41 \pm 0,11$ d	
Epiphany SE gutta percha/álcool isopropílico	$0,49 \pm 0,08$ d	
Epiphany SE Resilon/cone papel absorvente	$0,27 \pm 0,05$ d	
Epiphany SE Resilon/álcool isopropílico	$0,35 \pm 0,10$ d	

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante. Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com o intuito de evidenciar o comportamento de cada material obturador em relação aos protocolos de secagem em cada terço radicular, foi realizada a Análise de Variância (two-way) para cada cimento.

Os valores originais referentes a cada terço para o material obturador AH Plus/ guta percha estão listados na Tabela VII.

Tabela VII. Valores originais referentes a força de cisalhamento para o grupo AH Plus.

	Cervical	Médio	Apical	Média ± DP
Cone papel absorvente	3,70	3,02	2,77	
	3,76	3,11	2,24	
	4,18	3,87	3,14	
	5,66	2,27	2,23	
	5,70	3,15	1,51	
	3,70	3,01	3,20	
	3,92	3,81	2,65	
	6,49	3,05	2,79	
	3,88	4,87	2,58	
	4,31	4,03	2,68	
Média ± DP	4,53±1,02	3,42±0,73	2,58±0,49	3,51±1,11
Álcool Isopropílico 70%	4,16	5,70	3,10	
	5,88	3,81	2,90	
	3,55	5,34	2,97	
	3,67	4,16	3,78	
	4,34	4,27	2,84	
	5,76	4,50	2,94	
	3,71	4,77	2,69	
	5,78	4,34	3,88	
	4,34	4,61	3,66	
	5,90	5,22	2,03	
Média ± DP	4,71±1,00	4,40±0,42	3,08±0,56	4,15±1,06

A Análise de Variância (Tabela VIII) demonstrou não haver diferença estatística ($p>0,05$) na interação protocolo de secagem com terço radicular para o material AH Plus/guta percha.

Tabela VIII. Valores da Análise de Variância da força de cisalhamento observada no grupo AH Plus.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	P
Terços radiculares	33,434	2	16,717	28,761	0,0000
Protocolos de secagem	6,221	1	6,221	10,702	0,0018
Terços*Protocolos	3,392	2	1,519	2,614	0,0824
Resíduos	31,387	54	0,581		
Variação total	74,829	59			

No entanto, quando se avaliou o terço radicular, independente do protocolo de secagem, houve diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$). O teste complementar de Tukey (Tabela IX) evidenciou que os terços cervical ($4,62 \pm 0,99$ MPa) e médio ($4,46 \pm 0,91$ MPa) apresentaram as maiores médias, sendo estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes terço apical ($2,83 \pm 0,57$ MPa) que apresentou os menores valores médios.

Tabela IX. Teste de Tukey. Comparação entre os terços radiculares – AH Plus/guta percha.

Terços radiculares	Média $\pm$ DP	Valor crítico
Cervical	$4,62 \pm 0,99$ a	0,5812
Médio	$4,46 \pm 0,91$ a	
Apical	$2,83 \pm 0,57$ b	

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante. Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores originais referentes a cada terço para o material obturador Hybrid Root Seal/ gutta percha estão listados na Tabela X.

Tabela X. Valores originais referentes à força de cisalhamento para o grupo Hybrid Root Seal.

	Cervical	Médio	Apical	Média $\pm$ DP
Cone papel absorvente	3,68	4,06	3,38	
	2,74	4,85	2,77	
	4,15	3,66	2,02	
	3,73	4,11	4,07	
	3,28	2,78	2,54	
	3,55	2,95	1,95	
	5,87	2,93	2,65	
	3,26	3,16	1,89	
	2,67	2,85	2,92	
	3,22	1,97	1,17	
Média $\pm$ DP	$3,62 \pm 0,91$	$3,33 \pm 0,84$	$2,54 \pm 0,83$	$3,16 \pm 0,95$
Álcool Isopropílico 70%	3,70	4,02	3,43	
	3,78	3,98	4,07	
	3,44	3,61	2,52	
	5,66	3,45	2,38	
	3,28	3,15	3,06	
	3,70	3,01	2,96	
	3,45	3,08	2,65	
	5,28	2,41	2,44	
	3,88	4,22	1,92	
	3,04	3,77	3,56	
Média $\pm$ DP	$3,92 \pm 0,86$	$3,47 \pm 0,56$	$2,90 \pm 0,65$	$3,43 \pm 0,80$

A Análise de Variância (Tabela XI) para o material obturador Hybrid Root SEAL/guta percha demonstrou não haver diferença ($p>0,05$) na interação protocolo de secagem com terço radicular. No entanto, quando o terço radicular foi avaliado, independe do protocolo de secagem, houve diferença.

Tabela XI. Valores da Análise de Variância da força de cisalhamento observada no Hybrid Root SEAL/guta percha.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	P
Terços radiculares	11,3694	2	5,684705	9,269931	0,000345
Protocolos de secagem	1,8541	1	1,8541500	1,769963	0,188977
Terços*Protocolos	0,1368	2	1,519	2,614	0,0824
Resíduos	33,1150	54	0,581		
Variação total	45,7066	59			

O teste de Tukey (Tabela XII) demonstrou que os terços cervical ($3,77\pm 0,87$ MPa) e médio ($3,40\pm 0,69$ MPa) obtiveram os maiores valores médios, sendo estatisticamente semelhantes entre si ($p>0,05$) e diferentes ($p<0,05$) do terço apical ($2,72\pm 0,57$ MPa) que obteve as menores médias.

Tabela XII. Teste de Tukey. Comparação entre os terços radiculares – Hybrid Root SEAL.

Terços radiculares	Média $\pm$ DP	Valor crítico
Cervical	$3,77\pm 0,87$ a	0,5969
Médio	$3,40\pm 0,69$ a	
Apical	$2,72\pm 0,57$ b	

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante. Teste de Tukey ($p<0,05$).

Os valores originais referentes a cada terço para o material obturador Epiphany SE/guta percha estão listados na Tabela XIII.

Tabela XIII. Valores originais referentes a força de cisalhamento para o subgrupo Epiphany SE/guta percha.

	Cervical	Médio	Apical	Média ± DP
Cone papel absorvente	0,88	0,36	0,11	
	0,47	0,11	0,48	
	0,77	0,46	0,38	
	0,48	0,10	0,10	
	0,44	0,52	0,33	
	0,56	0,63	0,59	
	0,61	0,68	0,15	
	0,38	0,27	0,45	
	0,63	0,19	0,31	
	0,51	0,10	0,25	
Média ± DP	0,57±0,15	0,34±0,22	0,31±0,16	0,41±0,21
Álcool Isopropílico 70%	0,95	0,43	0,42	
	0,45	0,24	0,40	
	0,94	0,27	0,24	
	0,43	0,54	0,34	
	0,44	0,62	0,61	
	0,92	0,36	0,31	
	0,77	0,31	0,40	
	0,72	0,66	0,32	
	0,56	0,29	0,29	
	0,74	0,51	0,38	
Média ± DP	0,69±0,21	0,42±0,15	0,37±0,10	0,50±0,21

Para o material obturador Epiphany SE/guta percha, a Análise de Variância (Tabela XIV) evidenciou não haver diferença estatisticamente significativa na interação protocolo de secagem com terço radicular.

Tabela XIV. Valores da Análise de Variância da força de cisalhamento observada no Epiphany SE/guta percha.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	P
Terços radiculares	0,98580	2	0,492901	16,62628	0,00000
Protocolos de secagem	0,10922	1	0,109226	3,684373	0,06021
Terços*Protocolos	0,10063	2	0,503167	0,169725	0,84434
Resíduos	1,60088	54	0,296459		
Variação total	2,70597	59			

No entanto, quando se avaliou o terço radicular independente do protocolo, houve diferença estatística. O teste de Tukey (Tabela XV) evidenciou que o terço cervical ($0,63 \pm 0,19$ MPa) obteve os maiores valores médios, sendo diferente estatisticamente dos demais ($p < 0,05$). Os terços médio ($0,38 \pm 0,19$ MPa) e apical ($0,34 \pm 0,14$ MPa) apresentaram as menores médias e foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Tabela XV. Teste de Tukey. Comparação entre os terços radiculares – Epiphany SE/guta percha.

Terços radiculares	Média±DP	Valor crítico
Cervical	$0,63 \pm 0,19$ a	0,1312
Médio	$0,38 \pm 0,19$ b	
Apical	$0,34 \pm 0,14$ b	

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante. Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores originais referentes a cada terço para o material obturador Epiphany SE/Resilon estão listados na Tabela XVI.

Tabela XVI. Valores originais referentes a força de cisalhamento para o subgrupo Epiphany SE/Resilon.

	Cervical	Médio	Apical	Média ± DP
Cone papel Absorvente	0,23	0,26	0,10	
	0,32	0,30	0,16	
	0,30	0,16	0,22	
	0,19	0,29	0,23	
	0,44	0,27	0,26	
	0,18	0,30	0,33	
	0,19	0,45	0,11	
	0,51	0,34	0,26	
	0,21	0,28	0,22	
	0,38	0,18	0,32	
Média ± DP	$0,30 \pm 0,12$	$0,28 \pm 0,08$	$0,22 \pm 0,08$	$0,27 \pm 0,10$
Álcool Isopropílico 70%	0,29	0,22	0,44	
	0,36	0,36	0,46	
	0,45	0,29	0,30	
	0,19	0,51	0,18	
	0,57	0,15	0,16	
	0,65	0,23	0,35	
	0,47	0,10	0,15	
	0,49	0,78	0,43	
	0,85	0,24	0,16	
	0,35	0,31	0,11	
Média ± DP	$0,47 \pm 0,19$	$0,32 \pm 0,20$	$0,27 \pm 0,14$	$0,35 \pm 0,19$

A Análise de Variância (Tabela XVII) para o material obturador Epiphany SE/Resilon, evidenciou não haver diferença estatisticamente significativa na interação protocolo de secagem com os terços radiculares.

Tabela XVII. Valores da análise de variância da força de cisalhamento observada no Epiphany SE/Resilon.

Fonte de variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr. Médios	(F)	P
Terços radiculares	0,18056	2	0,90281	4,5036	0,01552
Protocolos de secagem	0,11353	1	0,11353	5,6636	0,02088
Terços*Protocolos	0,54910	2	0,27455	1,3695	0,26289
Resíduos	1,82490	54	0,20040		
Variação total	1,43149	59			

No entanto, quando se avaliou o terço radicular, independente do protocolo de secagem, o teste de Tukey (Tabela XVIII) demonstrou que o terço cervical ($0,38 \pm 0,17$ MPa) obteve os maiores valores médios de resistência de união, sendo diferente estatisticamente ($p < 0,05$) dos terços médio ($0,30 \pm 0,15$ MPa) e apical ($0,25 \pm 0,11$ MPa), que apresentaram as menores médias e foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Tabela XVIII. Teste de Tukey. Comparação entre os terços radiculares – Epiphany SE/Resilon.

Terços radiculares	Média $\pm$ DP	Valor crítico
Cervical	$0,38 \pm 0,17$ a	0,1079
Médio	$0,30 \pm 0,15$ b	
Apical	$0,25 \pm 0,11$ b	

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

Análise do tipo de falha

A análise do tipo de falha ocorrida após o teste de *push out* nos terços cervical, médio e apical, observadas com auxílio de lupa estereoscópica com aumento de 25X, mostrou que AH Plus +guta percha/cone de papel, AH Plus +guta percha/álcool, Hybrid Root Seal + gutta percha/cone de papel, Hybrid Root Seal + gutta percha/álcool predominaram falhas do tipo coesivas. No entanto, Epiphany + gutta percha/cone de papel, Epiphany SE + gutta percha/álcool, Epiphany + Resilon/cone de papel e Epiphany + Resilon/álcool predominaram falhas do tipo adesivas (Tabela XIX).

Tabela XIX. Distribuição, percentual, do tipo de falha após teste de push out para cada tipo de material obturador em relação aos diferentes protocolos de secagem, em cada terço radicular.

	AH Plus		AH Plus		Hybrid Root		Hybrid Root		Hybrid Root		Epiphany		Epiphany		Epiphany		Epiphany	
	Cone	Papel	Álcool	Seal	Cone	Papel	Álcool	Seal	Cone	Papel	guta percha	Álcool	guta percha	Álcool	Cone	Papel	Resilon	Álcool
Cervical	Adesiva	0	0	20	20	0	0	20	70	80	80	80	20	20	80	70		
	Mista	10	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
	Coesiva	90	100	60	60	80	80	80	10	0	0	0	0	0	0	10		
Médio	Adesiva	0	0	10	10	10	10	10	80	90	90	90	10	10	80	80		
	Mista	0	20	20	20	0	0	20	20	20	10	10	10	10	10	20		
	Coesiva	100	80	70	70	90	90	90	0	0	0	0	0	0	10	0		
Apical	Adesiva	0	0	0	0	10	10	10	60	60	60	60	60	70	80			
	Mista	0	0	10	10	0	0	0	30	30	40	40	30	30	20			
	Coesiva	100	100	90	90	90	90	90	10	10	0	0	0	0	0	0		

Análise qualitativa por meio de microscopia eletrônica de varredura

As análises qualitativas dos espécimes, realizadas por meio de MEV, após o teste de *push out*, permitiram avaliar a interface parede dentinária/material obturador e também a superfície do material obturador após completa desmineralização da dentina. A análise das fotomicrografias do AH Plus/guta percha quando foram utilizados ambos os protocolos de secagem: cone de papel (Figura 8) e álcool isopropílico 70% (Figura 9), demonstraram adaptação da interface adesiva, com justaposição do material obturador às paredes do canal radicular e formação de *tags* longos e em grande quantidade, independentemente do terço analisado, sendo que nos espécimes do protocolo cone de papel os *tags* se apresentaram mais desorganizados, enquanto que no protocolo álcool isopropílico, com exceção do terço apical, os *tags* apresentaram-se com estrutura mais preservada.

Figura 8. Fotomicrografias da interface AH Pus/dentina radicular quando se utilizou protocolo de secagem com cone de papel (com aumentos de 500x e 1000x) onde se observam numerosos *tags* de cimento que se apresentam bastante desorganizados, o que é possível ver especialmente em menor aumento (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (D e E) terço apical.

Figura 9. Fotomicrografias da interface AH Plus/dentina radicular quando se utilizou o protocolo de secagem com álcool isopropílico (aumentos de 500x e 1000x) evidenciando presença de *tags* de cimento bem preservados nos terços cervical (A e B) e médio (C e D); no terço apical (E e F) os *tags* apresentam-se longos e em grande número, porém com pouca organização.

Da mesma forma, nos espécimes obturados com Hybrid Root Seal/guta percha com ambos os protocolos de secagem, as fotomicrografias evidenciaram adaptação do material obturador à dentina nos três terços, e formação de tags em grande número (Figuras 10 e 11).

Figura 10. Fotomicrografias da interface Hybrid Root Seal/dentina, quando se utilizou o protocolo de secagem com cone de papel (com aumentos de 500x e 1000x) onde se pode visualizar a justaposição do cimento à dentina com formação de longos e numerosos *tags* de cimento. (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (E e F) terço apical.

Figura 11. Fotomicrografias da interface Hybrid Root Seal/dentina, quando se utilizou o protocolo de secagem com álcool isopropílico (com aumentos de 500x e 1000x) evidenciando a adaptação do cimento à dentina e presença de *tags* numerosos e longos. (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (E e F) terço apical.

A análise dos espécimes obturados com Epiphany SE/guta percha, com os protocolos de secagem cone papel e álcool isopropílico, evidenciaram em MEV algumas áreas de desadaptação do material obturador à dentina, em todos os terços radiculares, mas também áreas com formação de *tags* com projeções menores e algumas vezes rompidos, demonstrando-se possivelmente mais frágeis. (Figuras 11 e 12).

Figura 12. Fotomicrografias da interface Epiphany SE, usado com guta percha/dentina quando se utilizou o protocolo de secagem com cone de papel (aumentos de 500x e 1000x) onde se evidenciam várias áreas de desadaptação do cimento à dentina e a formação de *tags* numerosos, porém com projeções menores e descontinuados (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (E e F) terço apical.

Figura 13. Fotomicrografias da interface Epiphany SE usado com guta percha/dentina quando se utilizou o protocolo de secagem com álcool isopropílico (aumentos de 500x e 1000x) se nota áreas de desadaptação do cimento à dentina com formação de *tags* numerosos e descontinuados (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (E e F) terço apical.

Nos espécimes obturados com Epiphany SE/Resilon, independente do protocolo de secagem utilizado, observaram-se extensas áreas de desadaptação do material obturador à dentina, em todos os terços radiculares, fendas na interface e, ao contrário dos outros materiais usados, evidenciou-se túbulos dentinários abertos, porém vazios e a não formação de *tags* em todos os espécimes (Figuras 14 e 15).

Figura 14. Fotomicrografias da interface Epiphany SE usado com Resilon/dentina quando se utilizou o protocolo de secagem com cone de papel, apresentando extensas áreas de desadaptação do material à dentina e a ausência de *tags* de cimentos (aumentos de 500x e 1000x). (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (E e F) terço apical.

Figura 15. Fotomicrografias da interface Epiphany SE, usado com Resilon/dentina quando se utilizou o protocolo de secagem com álcool isopropílico, observa-se a desadaptação do cimento à dentina e a não formação de *tags* de cimento (aumentos de 500x e 1000x). (A e B) terço cervical; (C e D) terço médio; (E e F) terço apical.

A análise da superfície do material obturador após completa desmineralização da dentina permitiu avaliar a morfologia dos *tags* de cimento. No material AH Plus/guta percha observou-se presença de inúmeros prolongamentos de cimento livres na superfície, independentemente do protocolo de secagem utilizado, e verificou-se colapso dos *tags* evidenciado pelo seu entrelaçamento. (Figura 16).

Figura 16. Fotomicrografias da superfície do AH Plus/guta percha, após completa desmineralização da dentina radicular, evidenciando numerosos *tags* formados (aumentos de 500x e 1000x). (A e B) protocolo de secagem com cone de papel; (C e D) protocolo de secagem com álcool isopropílico.

Nos espécimes de Hybrid Root Seal/guta percha verificaram-se prolongamentos longos, porém em distribuição não homogênea, também com colapso de *tags* de resina evidenciado pelo seu entrelaçamento. É importante ressaltar que para o grupo em que se utilizou álcool isopropílico o material parece mais compacto e denso com menor número de *tags* na superfície. (Figura 17).

Figura 17. Fotomicrografias da superfície do material Hybrid Root Seal/guta percha, após a completa desmineralização da dentina radicular. Nota-se a presença de numerosos *tags* entrelaçados quando se utilizou secagem com cone de papel (A e B) e material mais denso e com menos *tags* quando se utilizou secagem com álcool isopropílico (C e D). (aumentos de 500x e 1000x)

Nas amostras de Epiphany SE/guta percha (Figura 18), assim como Epiphany/Resilon (Figura 19), independente do protocolo de secagem, observou-se superfície do material irregular e rugosa sem a presença de prolongamentos sugestivos da formação de *tags*, diferente dos demais materiais obturadores.

Figura 18. Fotomicrografias da superfície do material Epiphany SE/guta percha, após a completa desmineralização da dentina radicular, onde se observa material rugoso sem formação de *tags*. (A e B) protocolo de secagem com cone de papel; (C e D) protocolo de secagem com álcool isopropílico (aumentos de 500x e 1000x).

Figura 19. Fotomicrografias da superfície do material obturador Epiphany SE/Resilon, após a completa desmineralização da dentina radicular, evidenciando material compacto com superfície rugoso e ausência de *tags*. (A e B) protocolo de secagem com cone de papel; (C e D) protocolo de secagem com álcool isopropílico (aumentos de 500x e 1000x).

Discussão

Adesividade vem sendo estudada a partir do desenvolvimento do modelo experimental proposto por GROSSMAN (1976), que foi aperfeiçoado em 1983 por ØRSTAVIK et al., que utilizaram a máquina universal de ensaios com objetivo de padronizar o teste, tornando-o reprodutível e com resultados fidedignos.

A partir da metodologia proposta por ØRSTAVIK et al. (1983), verifica-se variação do substrato onde o teste era realizado. Observa-se na literatura que os pesquisadores utilizaram: dentina coronária cervical de molares (PÉCORA et al., 2001; TIMPAWAT et al., 2001; SOUSA-NETO et al., 2002), disco de dentina obtido a partir de coroas de terceiros molares (TAGGER et al. 2002; DOYLE et al., 2006), disco de guta percha (LEE et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2009), superfície plana obtida a partir de dentina radicular de canino (AMES et al., 2009) e dentina radicular interna (GESI et al., 2005; SOUSA-NETO et al., 2005; UNGOR et al., 2006; SLY et al., 2007; RACHED-JUNIOR et al., 2009; COSTA et al., 2010; HARAGUSHI et al., 2010; SAGSEN et al., 2011; VILLANOVA et al., 2012).

SOUSA-NETO et al. (2005) utilizaram a dentina radicular interna da porção cervical da raiz para o teste de adesividade, o que favoreceu a compreensão de como a adesão ocorre nas paredes dentinárias em condições mais próximas do uso clínico do material a ser testado, enfatizando que o cimento é colocado em contato com a superfície dentinária no seu formato anatômico, ao contrário de uma superfície plana de dentina coronária que apresenta diferente constituição canalicular. Dessa maneira, quando o corpo de prova é preenchido com o cimento obturador, este toma a forma do conduto radicular, além de penetrar nos túbulos dentinários, provocando embricação semelhante a que ocorre no interior do canal radicular obturado. Portanto, a força obtida com este modelo é a de cisalhamento e

não a de tração pura, denominado como teste de cisalhamento por extrusão ou teste de *push out*.

Assim, seguindo esta proposta, utilizou-se, no presente estudo, a dentina interna como substrato, obtendo-se corpos de prova de aproximadamente 1,0 mm de espessura de cada terço radicular para possibilitar a avaliação regional da adesividade dos materiais obturadores dos canais radiculares.

O tratamento da superfície dentinária com EDTA foi realizado em todos os grupos para possibilitar a remoção da camada de *smear*, expondo os tubulos dentinários (ÇOBANKARA et al., 2002; ELDENIZ et al., 2005; ALFREDO et al., 2008; VIOLICH; CHANDLER, 2010) para penetração do cimento obturador. A técnica obturadora utilizada foi a de compactação a frio, pois o cimento Hybrid Root Seal, segundo instruções do fabricante, pode ter seu componente líquido da resina evaporado com a termocompactação, tornando o cimento mais viscoso com limitada capacidade de escoamento para dentro dos túbulos dentinários (LAWSON et al., 2008).

Os resultados do presente estudo mostraram que, independente do protocolo de secagem, o AH Plus possibilitou os maiores valores de adesividade, diferente estatisticamentedos cimentos de metacrilato.

O AH Plus, por ser um cimento à base de resina epóxica, penetra melhor nas microirregularidades devido ao seu escoamento e seu elevado tempo de polimerização (VERSIANI et al., 2006). Essas propriedades favorecem maior embricação entre cimento e dentina que, aliada à coesão entre suas moléculas (SOUSA-NETO et al., 2002), promove maior resistência à remoção e/ou deslocamento da superfície da dentina. Além disso, o cimento de resina epóxi

penetra nos túbulos dentinários expostos pela remoção da camada de *smear*, promovida pelo uso do EDTA, preenchendo-os parcialmente e formando os *tags*, à semelhança do que ocorre com os adesivos dentinários (SOUSA-NETO et al., 2002; DE DEUS et al., 2002; RACHED-JUNIOR et al., 2009; COSTA et al., 2010).

O cimento Hybrid Root SEAL obteve valores intermediários, porém superiores aos obtidos pelo cimento Epiphany SE quando obturado com cone de guta percha ou Resilon. Estes resultados são provavelmente devido ao fato de que, embora o Hybrid Root SEAL ou MetaSEAL, seja à base de resina de metacrilato como o Epiphany SE, possui em sua composição o monômero 4-META que tem capacidade de adesão na parte proteica da parede dentinária. Quando se utiliza EDTA, a camada de *smear* é removida e as fibrilas de colágeno são expostas à ação do adesivo. Esse monômero por meio de impregnação se liga a essa rede de fibrilas colágenas, promovendo melhor adesividade do material. Isso ocorre devido à dissolução de cristais de hidroxiapatita dentro da malha de colágeno, causando a desmineralização da matriz de dentina superficial, aumentando a sua porosidade, o que permite a infiltração do sistema adesivo na dentina intertubular (CHANG et al., 2002; COSTA et al., 2010).

Os resultados também indicaram que para o cimento Epiphany SE, o material sólido utilizado, guta percha e Resilon, não interferiu nos valores de adesividade, sendo responsável pelos menores valores apresentados, verificou-se ainda que, ao contrário, a formação do monobloco com o cimento Epiphany SE/Resilon não garantiu melhores valores de adesividade (GESI et al., 2005; UNGOR et al., 2006; SLY et al., 2007; NUNES et al., 2008; RACHED-JUNIOR et al., 2009; KIM et al. 2010; DE DEUS et al., 2011; SHANAHAN; DUNCAN, 2011).

Em relação ao protocolo de secagem do interior do canal radicular os resultados evidenciaram diferença estatisticamente significativa, sendo que os maiores valores de adesividade foram obtidos quando se utilizou o álcool isopropílico, independente do cimento obturador. O melhor resultado de adesividade apresentado quando se utilizou o protocolo de secagem do interior do canal foi do cimento AH Plus quando utilizado o protocolo de secagem com álcool isopropílico.

Recentemente, o etanol foi avaliado como protocolo de secagem em relação à união resina/dentina e cimentação de pinos intra-canal, acredita-se que o etanol remove toda a água contida na dentina condicionada, mantém a umidade das fibras colágenas e permite a adesão de resinas hidrofóbicas (PASHLEY et al., 2007; TAY; PASHLEY, 2007; CECCHIN et al., 2011).

O etanol possui dois carbonos em sua cadeia, enquanto o isopropílico, utilizado no presente estudo, possui três carbonos, apresentando menor polaridade de sua molécula, que provavelmente favorece menor remoção da água presente nos túbulos dentinários do que o etanol. Em relação a isso, o etanol pode provocar a desnaturação das proteínas contidas na parede dentinária e ocasionar o encolhimento da matriz de colágeno e o colapso dos espaços interfibrilares, impedindo a incorporação da resina hidrofóbica pelo tecido (SADEK et al., 2010; SAURO et al., 2010; BRACKETT et al., 2011; LIU et al., 2011).

Por outro lado, o álcool isopropílico pode, provavelmente, ter contribuído na ação dos monômeros autoadesivos presentes nos cimentos resinosos devido as suas características em favorecer a limpeza da superfície, remoção de água e de resíduos do interior dos túbulos e a propriedade de estabilizar a porção proteica presente na parede dentinária.

Segundo WILCOX; WIEMMAN (1995), a superfície do cimento aderida à dentina submetida à desidratação com álcool isopropílico apresentou-se mais uniforme, quando analisado em MEV, o que resultou em melhor selamento de cimentos resinosos que aquele obtido com a secagem por meio de cones de papel absorvente, o que também foi observado no presente estudo, principalmente, para o cimento Hybrid Root Seal em que se observa maior penetração do cimento nos túbulos dentinários quando se utilizou álcool isopropílico, provavelmente o álcool isopropílico tem capacidade de estabilizar proteína presente na parede dentinária impedindo que a rede fibrilas colágenas se colabem e impessa a penetração do adesivo nos túbulos dentinários.

Segundo ZMENER et al. (2008), a condição ideal para melhores valores de adesividade seria uma superfície radicular não totalmente desidratada e que também não contivesse líquido no interior do canal radicular. WANG; SPENCER (2005) demonstraram que túbulos dentinários normalmente permanecem cheios de água o que impediria a penetração do cimento, explicando o desempenho desfavorável do protocolo de secagem com cone de papel absorvente, em relação ao álcool isopropílico.

A análise da interface dentina/material obturador, por meio de MEV, evidenciou resultados que justificam os elevados valores de adesividade dos cimentos AH Plus e Hybrid Root Seal, que apresentaram áreas de adaptação da interface adesiva, com justaposição do material obturador às paredes do canal radicular e formação de *tags* longos e em grande quantidade, independentemente do terço e do protocolo de secagem analisado, o que segundo AHLBERG; TAY (1998) indicam que houve forte união entre material obturador e a superfície estudada. Nos

espécimes obturados com Epiphany SE, independente do protocolo de secagem utilizado, observaram-se áreas de desadaptação do material obturador à dentina, independente do terço radicular, e formação de *tags* descontínuados com Epiphany SE/ guta percha e Epiphany SE/Resilon. BALGUERIE et al. (2011) evidenciaram que o cimento AH Plus obteve formação de *tags* regulares como no presente estudo.

A análise dos espécimes após o teste de *push out* indicou predomínio de falhas do tipo coesiva nos cimentos AH Plus e Hybrid Root Seal e adesivas nos grupos que utilizaram os cimentos Epiphany SE, o que confirmam o melhor desempenho na adesividade deste novo cimento de metacrilato e também reforçam a boa adesividade do cimento AH Plus.

A avaliação dos terços radiculares evidenciou que, independente do protocolo de secagem do canal radicular e do cimento obturador utilizado, o terço apical obteve os menores resultados de adesividade. Para os cimentos AH Plus e Hybrid Root Seal os terços cervical e médio apresentaram os maiores valores médios, sendo estatisticamente semelhantes entre si e diferentes do terço apical que obteve as menores médias.

No entanto, para o cimento Epiphany SE, associado tanto a guta percha como ao Resilon, o terço cervical obteve os maiores valores médios, enquanto os terços médio e apical obtiveram as menores médias e foram estatisticamente semelhantes entre si. Segundo FRANCO et al. (2002), o oxigênio inibe a vinil polimerização nas resinas compostas. Os compósitos não completam a polimerização e aproximadamente 40 a 60% das ligações de carbono permanecem insaturadas (FINGER et al., 1996). Esse raciocínio foi descrito por RUEGGERBERG; MARGESON (1990), que afirmaram que o oxigênio pode produzir uma fina película de polímero

com um baixo grau de polimerização. Isso provavelmente causou inibição de polimerização do cimento Epiphany SE na interface com a dentina e no interior dos túbulos dentinários.

Outro aspecto que pode interferir na reação de polimerização do cimento é a incapacidade de fotoativação do cimento em toda extensão do corpo de prova o que gera incompleta polimerização e resulta na presença de monômeros residuais (NUNES et al., 2008; RIBEIRO et al., 2008; RACHED-JUNIOR et al., 2009; COSTA et al., 2010; NAGAS et al., 2011).

Como a anatomia dos terços apresenta diferenças no número e tamanho do diâmetro dos túbulos dentinários (TAO; PASHLEY, 1988), esperava-se, no presente estudo, que no terço apical houvesse maior força de união do cimento à dentina, pelo fato de possuir maior densidade de fibras colágenas. Segundo NAKABAYASHI; PASHLEY (2000), a força de união é diretamente proporcional à soma das áreas das secções transversais dos espaços interfibrilares, portanto, a adesividade deveria se processar com maior eficiência nesta área.

BABB et al. (2009) sugeriram que as variações na densidade tubular ao longo do canal são insuficiente para alterar a adesividade de um cimento endodôntico o que não foi observado nesse estudo. Os resultados obtidos entre os terços podem ser explicados pela dificuldade de remoção da camada de *smear* neste terço, mesmo com a utilização do EDTA (TUNGA et al., 2011; PRADO et al., 2011), interferindo negativamente na força de união do material obturador à parede dentinária (HÜLSMANN et al., 2005).

Este estudo revelou a importância da busca de alternativas no procedimento de secagem do canal radicular, uma vez que o excesso de umidade no interior do

canal pode influenciar negativamente a adesividade dos materiais obturadores. Assim, torna-se interessante o desenvolvimento de novas pesquisas em relação aos mecanismos de ação do álcool isopropílico no interior do canal radicular e a sua influência na adesividade dos materiais obturadores.

Conclusão

Diante da metodologia empregada e com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. A utilização do álcool isopropílico como parte do protocolo de secagem do interior do canal radicular favoreceu melhores valores de adesividade.
2. O cimento AH Plus à base de resina epóxica obteve os melhores valores de adesividade à dentina.
3. A avaliação dos terços radiculares evidenciou que, independente do protocolo de secagem do canal radicular e do cimento obturador utilizado, o terço apical obteve os menores resultados de adesividade.

Referências Bibliográficas

AHLBERG, K. M.; TAY, W. M. A methacrylate-based cement used as a root canal sealer. **Int Endod J**, v. 31, n. 1, p. 15-21, 1998.

ALFREDO, E.; SILVA, S. R.; OZÓRIO, J. E.; SOUSA-NETO, M. D.; BRUGNERA-JÚNIOR, A.; SILVA-SOUSA, Y. T. Bond strength of AH Plus and Epiphany sealers on root dentine irradiated with 980 nm diode laser. **Int Endod J**, v. 41, n. 9, p. 733-740, 2008.

AMES, J. M.; LOUSHINE, R. J.; BABB, B. R.; BRYAN, T. E.; LOCKWOOD, P. E.; SUI, M.; ROBERTS, S.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Contemporary methacrylate resin-based root canal sealers exhibit different degrees of ex vivo cytotoxicity when cured in their self-cured mode. **J Endod**, v. 35, n. 2, p. 225-288, 2009.

BABB, B. R.; LOUSHINE, R. J.; BRYAN, T. E.; AMES, J. M.; CAUSEY, M. S.; KIM, J.; KIM, Y. K.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Bonding of self-adhesive (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. **J Endod**, v. 35, n. 4, p. 578-582, 2009.

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

BELLI, S.; COBANKARA, F. K.; OZCOPUR, B.; ELIGUZELOGLU, E.; ESKITASCIOGLU, G. An alternative adhesive strategy to optimize bonding to root dentin. **J Endod**, v. 37, n. 10, p. 1427-1432, 2011.

BORGES, R. P.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; DE-DEUS, G.; MIRANDA, C. E.; PÉCORÁ, J. D. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. **Int Endod J**, 2012. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01992.x. (Epub ahead of print).

BRACKETT, M. G.; LI, N.; BRACKETT, W. W.; SWORD, R. J.; QI, Y. P.; NIU, L. N.; PUCCI, C. R.; DIB, A.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. The critical barrier to progress in dentine bonding with the etch-and-rinse technique. **J Dent**, v. 39, n. 3, p. 238-248, 2011.

CECCHIN, D.; DE ALMEIDA, J. F.; GOMES, B. P.; ZAIA, A. A.; FERRAZ, C. C. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. **J Endod**, v. 37, n. 9, p. 1310-1315, 2011.

CHANG, J. C.; HURST, T. L.; HART, D. A.; ESTEY, A. W. 4-META use in dentistry: a literature review. **J Prosthet Dent**, v. 87, n. 2, p. 216-224, 2002.

ÇOBANKARA, F. K.; UNGOR, M.; BELLİ, S. The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture. **J Endod**, v. 28, n. 8, p. 606-609, 2002.

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. **Int Endod J**, v. 43, n. 8, p. 698-706, 2010.

DE DEUS, G. A.; GURGEL-FILHO, E. D.; FERREIRA, C. M.; COUTINHO-FILHO, T. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. **Pesqui Odontol Bras**, v.16, n. 4, p. 332-336, 2002.

DE-DEUS, G.; REIS, C.; DI GIORGI, K.; BRANDÃO, M. C.; AUDI, C.; FIDEL, R. A. Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 111, n. 3, p. 381-386, 2011.

DOYLE, M. D.; LOUSHINE, R. J.; AGEE, K. A.; GILLESPIE, W. T.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Improving the performance of EndoRez root canal sealer with a dual-cured two-step self-etch adhesive. I. Adhesive strength to dentin. **J Endod**, v. 32, n. 8, p. 766-70, 2006.

ELDENIZ, A. U.; ERDEMIR, A.; BELLİ, S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. **J Endod**, v. 31, n. 4, p. 293-296, 2005.

ENGEL, G. T.; GOODELL, G. G.; MC CLANAHAN, S. B. Sealer penetration and apical microleakage in smear-free dentin after a final rinse with either 70% isopropyl alcohol or Peridex. **J Endod**, v.31, n. 8, p. 620-623, 2005.

FERRAZ, C. C.; GOMES, B. P.; ZAIA, A. A.; TEIXEIRA, F. B.; SOUZA-FILHO, F. J. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. **Braz Dent J**, v. 18, n. 4, p. 294-298, 2007.

FINGER, W. J.; LEE, K. S.; PODSZUN, W. Monomers with low oxygen inhibition as enamel/dentin adhesives. **Dent Mat**, v. 12, n. 2, p. 256-261, 1996.

FLORES, D. S.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; VERSIANI, M. A.; GUEDES, D. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. **Int Endod J**, v. 44, n. 2, p. 126-135, 2011.

FRANCO, E. B.; LOPES, L. G.; D'ALPINO, P. H.; PEREIRA, J. C.; MONDELLI, R. F.; NAVARRO, M. F. Evaluation of compatibility between different types of adhesives and dual-cured resin cement. **J Adhes Dent**, v. 4, n. 2, p. 271-275, 2002.

GESI, A.; RAFFAELLI, O.; GORACCI, C.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; FERRARI, M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. **J Endod**, v. 31, n. 11, p. 809-813, 2005.

GROSSMAN, L. I. Physical properties of root canal cements. **J Endod**, v. 2, n. 6, p. 166-175, 1976.

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. **Photomed Laser Surg**, v. 28, n. 3, p. 405-410, 2010.

HARGREAVES K. M.; COHEN, S. **Caminhos da Polpa**. 10ª Ed. ELSEVIER/MEDICINA NACIONAIS, 928 p., 2011.

HÜLSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **E. Topics**, v. 10, n. 1, p. 30-76, 2005.

JOHNSON, W. T.; GUTMANN, J. L. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. Em: **Cohen's Pathways of the Pulp**. St. Louis: Mosby, 2011, 992 p.

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. **J Endod**, v. 36, n. 3, p. 383-399, 2010.

LAWSON, M. S; LOUSHINE, B.; MAI, S.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; LOUSHINE, R. J. Resistance of a 4-META-containing, methacrylate-based sealer to dislocation in root canals. **J Endod**, v. 34, n. 7, p. 833-837, 2008.

LEE, K. W.; WILLIAMS, M. C.; CAMPS, J. J.; PASHLEY, D. H. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. **J Endod**, v. 28, n. 10, p. 684-688, 2002.

LIU, Y.; TJÄDERHANE, L.; BRESCHI, L.; MAZZONI, A.; LI, N.; MAO, J.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. **J Dent Res**, v. 90, n. 8, p. 953-968, 2011.

NAGAS, E.; CEHREL, Z. C.; DURMAZ, V. Effect of light-emitting diode photopolymerization modes on the push-out bond strength of a methacrylate-based sealer. **J Endod**, v. 37, n. 6, p. 832-835, 2011.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. 1ª. ed. São Paulo: Quintessence, p. 129, 2000.

NUNES, V. H.; SILVA, R. G.; ALFREDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. **Braz Dent J**, v. 19, n. 1, p. 46-50, 2008.

ORDINOLA-ZAPATA R.; BRAMANTE, C. M.; MORAES, I. G.; BERNARDINELI, N.; GARCIA, R. B.; GUTMANN, J. L. Analysis of the gutta-percha filled area in C-shaped mandibular molars obtured with a modified MicroSeal techniques. **Int Endod J**, v. 42, n. 3, p. 186-197, 2009.

ØRSTAVIK, D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. **Int Endod J**, n. 16, v. 3, p. 99-107, 1983.

PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; CARVALHO, R. M.; RUEGGEBERG, F. A.; AGEE, K. A.; CARRILHO, M.; DONNELLY, A.; GARCÍA-GODOY, F. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix

and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. **Am J Dent**, v. 20, n. 1, p. 7-20, 2007.

PÉCORA, J. D.; CUSSIOLI, A. L.; GUERISOLI, D. M.; MARCHESAN, M. A.; SOUSA-NETO, M. D.; BRUGNERA JÚNIOR, A. Evaluation of Er:YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. **Braz Dent J**, v. 12; n. 1, p. 27-30, 2001.

PRADO, M.; GUSMAN, H.; GOMES, B. P.; SIMÃO, R. A. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. **J Endod**, v. 37, n. 2, p. 255-258, 2011.

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. **J Endod**, v. 35, n. 2, p. 251-255, 2009.

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. **Int Endod J**, v. 42, n. 9, p. 785-793, 2009.

RIBEIRO, F. C.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of different endodontic filling materials on root fracture susceptibility. **J Dent**, v. 36, n. 1, p. 69-73, 2008.

ROBERTS, S.; KIM, J. R.; GU, L. S.; KIM, Y. K.; MITCHELL, Q. M.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. The efficacy of different sealer removal protocols on bonding of self-etching adhesives to AH plus-contaminated dentin. **J Endod**, v. 35, n. 4, p. 563-567, 2009.

RUEGGERBERG, F. A.; MARGESON, D. H. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J Dent Res**, v. 69, n. 9, p. 1652-1658, 1990.

SADEK, F. T.; BRAGA, R. R.; MUENCH, A.; LIU, Y.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Ethanol wet-bonding challenges current anti-degradation strategy. **J Dent Res**, v. 89, n. 12, p. 1499-1504, 2010.

SAGSEN, B.; USTÜN, Y.; DEMIRBUGA, S.; PALA, K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. **Int Endod J**, v. 44, n. 2, p. 1088-1091, 2011.

SAURO, S.; TOLEDANO, M.; AGUILERA, F. S.; MANNOCCI, F.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; WATSON, T. F.; OSORIO, R. Resin-dentin bonds to EDTA-treated vs. acid-etched dentin using ethanol wet-bonding. **Dent Mater**, v. 26, n. 4, p. 368-79, 2010.

SHANAHAN, D. J.; DUNCAN, H. F. Root canal filling using Resilon: a review. **Braz Dent J**, v. 211, n. 2, p. 81-88, 2011.

SLY, M. M.; MOORE, B. K.; PLATT, J. A.; BROWN, C. E. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). **J Endod**, v. 33, n. 2, p. 160-162, 2007.

SOUSA-NETO, M. D.; PASSARINHO-NETO, J. G.; CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; CRUZ-FILHO, A. M.; PÉCORA, J. D.; SAQUY, P.C. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Braz Dent J**, 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. **Int Endod J**, v. 38, n. 12, p. 866-870, 2005.

STEWART, G. G. A comparative study of three root canal sealing agents. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 11, n. 10, p. 1174-1178, 1958.

TAGGER, M.; TAGGER, E.; TJAN, A. H. L.; BAKLAND, L. K. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. **J Endod**, v. 28, n. 5, p. 351-354, 2002.

TAO, L.; PASHLEY, D. H. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. **Dent Mater**, v. 4, n. 6, p. 371-378, 1988.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. **J Endod**, v. 33, n. 4, p. 391-398, 2007.

TEIXEIRA, F. B.; TEIXEIRA, E. C.; THOMPSON, J. Y.; TROPE, M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. **J Am Dent Assoc**, v. 135, n. 5, p. 646-652, 2004.

TEIXEIRA, C. S.; ALFREDO, E.; THOMÉ, 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. **J Appl Oral Sci**, v. 17, n. 2, p. 129-135, 2009.

TIMPAWAT, S.; VONGSAVAN, N.; MESSER, H. H. Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. **J Endod**, v. 27, n. 5, p. 351-353, 2001.

TUNGA, U.; PARLAK, E.; BODRUMLU, E.; AYDEMIR, H.; YESILSOY, C. Effect of F-File on removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. **Aust Endod J**, v. 37, n. 2, p. 65-69, 2011.

UNGOR, M.; ONAY, E. O.; ORUCOGLU, H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. **Int Endod J**, v. 39, n. 8, p. 643-647, 2006.

VENTURI, M. Evaluation of canal filling after using two warm vertical gutta-percha compaction techniques in vivo: a preliminary study. **Int Endod J**, v. 39, n. 7, p. 538-546, 2006.

VERSIANI, M. A.; CARVALHO-JUNIOR, 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. **Int Endod J**, v. 39, n. 6, p. 464-471, 2006.

VILANOVA, W. V.; CARVALHO-JUNIOR, J. R.; ALFREDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **Int Endod J**, v. 45, n. 1, p. 42-48, 2012.

VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The smear layer in endodontics - a review. **Int Endod J**, v. 43, n. 1, p. 2-15, 2010.

WANG, Y.; SPENCER, P. Evaluation of the interface between onebottle adhesive systems and dentin by Goldner's trichrome. **Am J Dent**, n. 18, p. 66-72, 2005.

WILCOX, L. R.; WIEMANN, A. H. Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. **J Endod**, v. 21, n. 5, p. 256-258, 1995.

WU, M. K.; SLUIS, L. W. M. D.; WESSELINK, P. R. A preliminary study of the percentage of gutta-percha filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. **Int Endod J**, v. 35, n. 6, p. 527-535, 2002.

ZMENER, O.; PAMEIJER, C. H.; SERRANO, S. A.; VIDUEIRA, M.; MACCHI, R. L. Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. **J Endod**, v. 34, n. 1, p. 76-79, 2008.

Anexo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Avenida do Café, s/nº - Telefone: (016) 3602-3963
14040-904 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fax: (016) 3633-0999

OF.CEP/430/FORP

Ribeirão Preto, 07 de dezembro de 2009.

Senhor Professor,

Ref.: Processo nº 2009.1.1229.58.3
CAAE-0086.0.138.000-09

A pedido da Profa. Dra. Cláudia Helena Lovato da Silva, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa, desta Faculdade, informamos que o referido Comitê, em sua 104ª Sessão, realizada em 19 de novembro de 2009, **aprovou o Projeto de Pesquisa:** "Influência do álcool isopropílico 70% previamente à obturação de canais radiculares com diferentes cimentos, em relação à infiltração marginal".

Na oportunidade, lembramos da necessidade de entregar na Secretaria do Comitê, com o formulário preenchido pelo pesquisador responsável, o **Relatório Final** no dia **18 de novembro de 2010**.

Atenciosamente,

Glaucia Della Rosa

Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

RECEBI O ORIGINAL
08/12/09 às
Análise

Ao Senhor

Prof. Dr. Manoel Damião Sousa Neto

Departamento de Odontologia Restauradora – FORP/USP

GDR/imm

Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa - Glaucia Della Rosa - e-mail: glauce@forp.usp.br

100 USP SEÇÃO DE EXATOS 07/02/2009 17:28