



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

RAFAELA ANDRADE DE VASCONCELOS

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE MATERIAIS OBTURADORES
ENDODÔNTICOS SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO ADESIVA DE
PINOS DE FIBRA DE VIDRO CIMENTADOS**

2016

RAFAELA ANDRADE DE VASCONCELOS

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE MATERIAIS OBTURADORES
ENDODÔNTICOS SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO ADESIVA DE PINOS DE
FIBRA DE VIDRO CIMENTADOS**

Tese apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade Endodontia.

Orientador: Prof. Adj. Cláudio Antonio Talge Carvalho

São José dos Campos

2016

Apresentação gráfica e normatização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para
Normalização de Trabalhos Acadêmicos do ICT. Rev. São José dos
Campos: ICT/UNESP; 2016.

Vasconcelos, Rafaela Andrade de

Avaliação da influência de materiais obturadores endodônticos
sobre a resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro
cimentados / Rafaela Andrade de Vasconcelos. - São José dos Campos
: [s.n.], 2016.
64 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em
Odontologia Restauradora - Instituto de Ciência e Tecnologia de São
José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2016.
Orientador: Cláudio Antonio Talge Carvalho.

1. Cimentos endodônticos. 2. Teste de push out. 3. Pinos de fibra
de vidro. 4. Resistência de união. I. Carvalho, Cláudio Antonio
Talge , orient. II. Instituto de Ciência e Tecnologia de São José
dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista. III. Universidade
Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'. IV. UNESP - Univ
Estadual Paulista. V. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática,
ICMC/USP com adaptações - STATi e STI do ICT/UNESP. Dados fornecidos pelo autor.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer
meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 18 de março de 2016
E-mail: rafaela-vasconcelos@hotmail.com

Assinatura: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Adj. Cláudio Antonio Talge Carvalho (Orientador)

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

Prof. Tit. Giulio Gavini

Faculdade de Odontologia
Universidade de São Paulo - USP

Profa. Dra. Celina Wanderley de Abreu

Curso de Graduação em Odontologia
Centro Universitário CESMAC

Prof. Dr. Eduardo Bresciani

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Simone Helena Ferreira Gonçalves

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 18 de março de 2016.

DEDICATÓRIA

A **Deus**, que está sempre iluminando minhas decisões e caminho e que me dá forças para alcançar cada sonho.

Aos meus queridos pais, **Ricardo e Ana**, por todo amor e estrutura familiar que me proporcionaram durante toda esta caminhada, priorizando sempre a minha educação e dos meus irmãos. Que nunca mediram esforços para nos ver felizes, ensinando a todo o momento o real valor da vida. Que estiveram comigo nos momentos de dificuldade dando força para que eu nunca desistisse dos meus objetivos por mais difíceis que, às vezes, eles parecessem ser. Só tenho a agradecer por tê-los como pais, amigos e protetores, pois não haveria outros que superassem vocês em nada. Amo incondicionalmente!

Aos meus irmãos, **Rafael e Rodrigo**, que sempre estiveram extremamente presentes em minha vida, sendo companheiros, incentivadores e grandes amigos em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A todos da minha família que estiveram sempre torcendo pelo meu crescimento profissional. Em especial ao meu tio e Prof. Milton Fernando de Andrade Silva, por ter sido meu primeiro orientador e o responsável pelo meu interesse na pesquisa, ainda na graduação, sempre sendo um exemplo de pesquisador e profissional. Minha eterna admiração!

Ao meu querido namorado, Shibuya, por ter me mostrado que é possível ter um relacionamento repleto de amor e respeito à distância. Por ter compartilhado comigo o período que estive em São Francisco, USA, sempre me apoiando e incentivando a buscar meus sonhos. Obrigada por todas as h de Skype enquanto estava no sanduíche, por sempre me tranquilizar e viver o meu sonho junto comigo. Amo você!

Às minhas queridas Professoras Elaine Costa Azevedo Ferreira e Inês de Fátima Azevedo Jacinto Inojosa, por me apresentarem a Endodontia de uma maneira tão agradável, despertando em mim a vontade de me especializar em Endodontia. Por todo incentivo, amizade e carinho.

Aos meus professores do curso de Especialização em Endodontia da FOB-Bauru, por todo cuidado ao transmitir os melhores conhecimentos durante as aulas tanto teórica quanto práticas. Muito Obrigada!

À minha orientadora de mestrado, Profa. Dra. Simone Helena Ferreira Gonçalves, por ter se tornando além de uma orientadora uma grande amiga, por acreditar no meu trabalho e crescimento a cada dia e por mesmo não sendo mais minha orientadora durante o Doutorado continuar preocupada com meu desenvolvimento dentro da área acadêmica, incentivando cada novo passo e trabalho. Obrigada também por diminuir a saudade de casa com seu sorriso, abraços, telefones, conversas e colo quando necessários. Obrigada por toda preocupação e amizade em todos os momentos desses seis anos de pós-

graduação. Terei sempre muito orgulho de ter sido sua orientada e de conviver com um ser humano de tantas qualidades e tão especial. Muito obrigada!

À Profa. Dra. Ana Paula Martins Gomes, por ter sido tão atenciosa em responder um email quando não me conhecia e que acabou abrindo as portas para que hoje eu pudesse estar aqui realizando mais um sonho. Por cada palavra de incentivo para não desistir diante das dificuldades, por acreditar em mim. A senhora, professora, foi um anjinho que Deus colocou na minha vida para que não me deixasse desistir jamais de qualquer sonho. Agradeço todo incentivo e confiança. Espero que essa amizade cresça a cada dia. Um exemplo de pessoa humana, justa e dedicada. Minha admiração sempre!

Ao meu orientador, Prof. Adj. Cláudio Antonio Talge Carvalho, por ter me aceitado como orientada de doutorado, por todos os momentos de aprendizado durante a confecção e execução deste projeto, ajudando para que o trabalho fosse realizado da melhor forma possível. Obrigada pela amizade e toda atenção que sempre me recebeu. Serei sempre grata a todos os ensinamentos recebidos e a tranquilidade com que soube me orientar durante estes três anos de doutorado. Muito Obrigada!

Ao Prof. Adj. Bruno Cavalcanti que, mesmo sem ser meu orientador, confiou no meu trabalho e me apresentou a melhor oportunidade durante esse tempo de pós-graduação quando me colocou em contato com o Prof. Ove Peters para que eu tivesse a experiência de executar e conhecer a pesquisa em outro país. O senhor, sem dúvida foi o responsável pela oportunidade do meu maior crescimento profissional. Obrigada por sempre ser um exemplo de pesquisador, justiça, humanidade e honestidade. Obrigada também por toda confiança, incentivo e atenção em todos os momentos, e principalmente, pelo cuidado e preocupação que o senhor e a Marcinha tiveram comigo durante todo o período em que estive em São Francisco. Minha admiração a vocês sempre!

Ao Prof. Ove Peters por ter me aceitado de maneira tão acolhedora junto a sua equipe na University of the Pacific Arthur A Dugoni, São Francisco. Por todo

incentivo, conhecimento transmitido sempre com tanta dedicação, por todo cuidado comigo no período do sanduíche e, principalmente, por me mostrar o quanto eu sou capaz e devo acreditar que sou capaz. Por muitas vezes acreditar mais em mim do que eu mesma. Serei sempre grata por essa oportunidade de vivência e pesquisa. O senhor será sempre um exemplo de pessoa, professor e pesquisador ao qual quero seguir. Minha admiração sempre!

A querida amiga Profa. Ana Arias que me recebeu de braços abertos em São Francisco, sendo uma companheira no laboratório, nos projetos, nas pesquisas, nos congressos, nos artigos... Obrigada por me ajudar a entender um pouco mais de estatística e por todos os momentos de descontração, amizade, Happy Hour. Que nossa amizade cresça cada vez mais!

A todos os docentes da Pós-graduação do Instituto de ciência e Tecnologia ICT/Unesp, em especial aos da Endodontia: Márcia, Carlos Henrique, Renato e Frederico pelos ensinamentos que me foram concedidos.

A todos os professores, funcionários e residentes de endodontia da University of the Pacific Arthur A Dugoni, em especial a Profa. Christine Peters, Prof. Allan Gluskin, Prof. Johnah Galicia e Sarah Murphy.

Aos amigos da minha turma de Doutorado: Camila, Rafael e Tereza, tenho certeza que vocês terão um futuro brilhante, cada momento compartilhado nesses três anos foi muito importante tanto para o meu crescimento profissional como pessoal. Obrigada por toda ajuda e por serem tão especiais.

Aos colegas da Pós-Graduação: Cássia, Daiana, Esteban, Fernanda, Alessandra, Luciana, Ivany, Laura, Lucélia, Bia, Letícia, Marina, Lígia, Luciana pelo agradável convívio na salinha, no cafezinho, pelas conversas e ajuda nos momentos que precisei. Em especial a Claudinha, Aléteia, Flávia Leal, Gleyce, Monique por se tornarem amigas tão presentes em momentos da minha vida, por todos os conselhos, risadas, ajuda e carinho.

À Heleine, Nádia, Sabrina e Letícia pela convivência diária, companheirismo, paciência e amizade. Por compartilhar momentos de alegria, tristeza, saudade, risadas, por todas as viagens e festinhas! Que nossa amizade possa ser sempre verdadeira, crescente e cheia de alegria como foi durante todo o tempo que moramos juntas. Irmãs que a vida me apresentou, sempre em meu coração!

Às queridas Graziela, Nati, Daphne e Beatriz que apesar de serem da pós-graduação de Dentística se tornaram grandes amigas. Agradeço muito a oportunidade de tê-las conhecido e de conviver com vocês nesses dois anos de mestrado. Cada lanchinho, conversas no laboratório, saidinhas, almoços vão ficar sempre como boas lembranças. Obrigada meninas por amenizar a distância de casa e pelos conselhos, momentos de descontração e amizade. Levarei essa amizade sempre no meu coração. Adoro vocês!

A todos os amigos de Maceió, que mesmo longe estavam incentivando, ligando, e se preocupando comigo. Mostrando que a distância não atrapalha grandes amizades. Obrigada!

Aos professores que aceitaram com tanto carinho fazer parte da minha banca de doutorado como titulares ou suplentes, abdicando de seu tempo e compromissos para participar deste momento tão especial na minha vida. Tenho certeza que cada consideração, cada sugestão de vocês será de extrema importância para o fechamento deste trabalho. Muito obrigada!

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos que tornou possível a realização desta pós-graduação e do estágio no exterior.

As técnicas Fernanda e Josiana por todo carinho e atenção com que sempre nos atenderam, facilitando o uso do laboratório e pela amizade que foi construída

durante esse tempo. Por todas as conversas, cafezinhos, momentos de descontração. Obrigada! Vocês foram especiais nessa conquista.

A todos os funcionários da FOSJC que direta ou indiretamente muito contribuíram em meu trabalho e para o convívio diário, em especial a Rosângela, ao Bruno e ao Ivan.

A Faculdade de Odontologia de São José dos Campos–UNESP pelo incentivo durante o desenvolvimento do curso.

A todos que eu não citei, mas que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho. Muito Obrigada!

“ A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Cimentos Endodônticos.....	17
2.2 Tratamento endodôntico versus resistência de união de retentores intraradiculares.....	21
2.3 Análise por microscópio de energia dispersiva (EDS) em odontologia.....	33
3 PROPOSIÇÃO.....	36
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1 Seleção dos dentes.....	37
4.2 Preparo dos dentes.....	37
4.3 Preparo do espaço para retentor.....	39
4.3.1 Desobturação e preparo para retentor.....	39
4.3.2 Cimentação dos pinos.....	40
4.4 Análise de cisalhamento por extrusão (Teste de push out).....	41
4.4.1 Obtenção dos corpos de prova.....	41
4.4.2 Ensaio mecânico.....	43
4.5 Análise em estereomicroscópio.....	45
4.6 Análise por Espectroscopia de energia dispersiva (EDS).....	46
4.7 Análise estatística.....	47
5 RESULTADOS.....	48
5.1 Resistência de União (teste de Push out).....	48
5.2 Classificação da presença de material obturador na luz do canal radicular através de escores (Estereomicroscópio).....	50

5.3 Identificação da presença de resíduos de componentes químicos nos túbulos dentinários (EDS).....	51
6 DISCUSSÃO.....	54
6.1 Discussão da metodologia.....	54
6.2 Discussão dos resultados.....	56
7 CONCLUSÃO.....	59
8 REFERÊNCIAS.....	60
ANEXO.....	64

Vasconcelos RA. Avaliação da influência de materiais obturadores endodônticos sobre a resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro cimentados [tese]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2016.

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a influência de remanescente de materiais obturadores endodônticos, após desobturação e preparo para pino, sobre a resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro cimentados. Foram utilizados 60 dentes humanos unirradiculados sem coroa. As raízes foram preparadas pela técnica coroa-ápice com sistema Reciproc. Para obturação, as raízes foram divididas em grupos (n = 10) de acordo com o cimento endodôntico utilizado: SO= sem obturação; GP=guta percha sem cimento; AHP= guta-percha + AHPlus; SLP= guta-percha + Sealapex; IRT= guta-percha + iRoot SP; e ERZ= guta-percha + EndoRez. As raízes foram obturadas pela técnica do cone único. A cimentação dos pinos de fibra de vidro Rebilda n.12 foi realizada com sistema adesivo futurabond DC e cimento Rebilda DC em 10 mm do comprimento da raiz. Após esse período, as raízes foram seccionadas obtendo-se discos de 2 mm de espessura em cada terço da raiz (3 discos por raiz) que foram submetidos ao teste de push out, análise por meio de uma lupa estereoscópica (40x) para identificação através de scores da presença de remanescente de material obturador na luz do canal e avaliação por espectroscopia de energia dispersiva (EDS) para identificação de remanescente de componentes químicos do cimento endodôntico presentes nos túbulos dentinários. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelos testes de Kruskal Wallis, Qui Quadrado e teste de Anova e Tukey, todos com nível de significância de 5%. Não houve diferença estatística para a resistência adesiva entre os cimentos na região cervical (p = 0,49), média (p = 0,28) e apical (p = 0,09). Os grupos SLP e ERZ apresentaram menos remanescente de material obturador nas regiões cervical (p = 0,045) e apical (p = 0,006). Significantes diferenças de remanescentes de componentes químicos foram observadas na região apical dos grupos AHP, IRT e SLP. Conclui-se que os materiais endodônticos não influenciaram na resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro.

Palavras-chave: Cimentos endodônticos. Teste *push out*. Pino de fibra de vidro. Resistência de união.

Vasconcelos RA. *Evaluation of the influence of filling endodontic materials on the bond strength of fiberglass posts cemented [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2016.*

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the influence of remnants endodontic filling material in root canal on the bond strength of fiberglass posts cemented. Sixty single-rooted human teeth were used. Crowns were removed. The roots were prepared by crown-down technique with Reciproc system. For fillings, the roots were divided (n = 10) according to the sealer used: SO- without fillings; GP-gutta-percha without sealer; AHP- gutta-percha + AHPlus; SLP- gutta-percha + Sealapex; IRT-gutta-percha + iRoot SP; ERZ-and gutta-percha + EndoRez. Single cone obturation technique was used. After root canal fillings, the teeth were kept in an oven 37 °C for 7 days. Cementing fiberglass posts Rebuilda n.12 was performed with fiber adhesive system Futurabond DC and cement Rebuilda DC in 10 mm of root length, getting stored in an oven at 37 °C for 48 h. After this period, roots were sectioned obtaining 1 disc of 2 mm thickness in each third of the root (3 discs per root), this discs were underwent to push out test, analyzed by means of a stereomicroscope (40x) to identify the presence of remnants of filling material in the lumen of the canal, and then evaluated by energy dispersive spectroscopy (EDS) for identification of chemical components remnants sealer present in the dentinal tubules. Datas were analyzed with Kruskal-Wallis test, Chi square test, and also Anova and Tukey test, 5% of significance. There were no significant differences in push-out bond strengths among the different groups in the coronal (p = 0.49), middle (p = 0.28) or apical third (p = 0.09). Sealeapex and EndoRez groups showed significantly less remnants of filling material at coronal (p = 0.045) and apical levels (p = 0.006). Significant differences of chemical components remnants were found in AHP, IRT and SLP groups on apical third. It is concluded that residual endodontic filling material does not influence on the bond strength of fiberglass.

Keywords: Endodontic sealer. Push out test. Fiberglass posts. Bond strength.

1 INTRODUÇÃO

Uma opção para restaurar dentes com a coroa muito comprometida é a utilização de retentores intrarradiculares. Pinos e núcleos são comumente utilizados nesses tipos de restaurações e sua seleção é feita de acordo com a resistência e estética necessárias em cada caso (Erdemir et al., 2011). A reabilitação funcional de dentes tratados endodonticamente pode ser baseada na adesão intrarradicular de um pino de fibra capaz de preservar o máximo de estrutura dental sadia e assim distribuir homogeneamente as forças mastigatórias prevenindo fraturas radiculares e retendo o material restaurador (Andrade et al., 2006).

Com a utilização de materiais estéticos na odontologia houve a necessidade da criação de um pino de fibra que fosse mais estético, com isso foram desenvolvidos os pinos de fibra de vidro. Além de mais estéticos, esses pinos são tidos como uma alternativa promissora devido ao seu módulo de elasticidade ser semelhante ao da dentina, produzindo uma distribuição mais favorável do estresse (Teixeira et al., 2008). Outra vantagem do uso dos pinos pré-fabricados é a possibilidade de cimentação imediatamente após a preparação para o pino, o que reduz o número de sessões necessárias para o tratamento (Kremeier et al., 2008).

A cimentação de pinos de fibra é realizada com cimento de resina adesiva o que proporciona uma melhor retenção, menor infiltração e maior resistência à fratura do dente (Altintas et al., 2008). Há várias opções de adesivos e cimentos resinosos disponíveis, sendo que cada material, dependendo da composição e das propriedades, pode responder diferentemente aos tratamentos endodônticos (Martins, 2007).

Uma importante diferenciação no aspecto adesivo é a presença exclusiva de dentina intertubular nos casos de cimentação de pinos de fibra em dentes tratados endodonticamente. A camada híbrida, estrutura formada pela infiltração de resina através da rede de fibras colágenas na luz dos túbulos dentinários, é uma das responsáveis pela capacidade de adesão da dentina. No entanto, dentes que sofreram tratamento endodôntico podem apresentar uma desnaturação do colágeno, influenciando negativamente a adesão, uma vez que a desnaturação promove

alteração na configuração morfológica da rede de fibras colágenas (Andrade et al., 2006).

A adesão de componentes resinosos ao canal radicular e a retenção dos pinos pode ser afetada pelo tipo de cimento endodôntico e algumas substâncias químicas auxiliares usadas durante o preparo biomecânico (Gomes et al., 2006). Além disso, em função da composição, cimentos endodônticos podem interferir na durabilidade da aderência de um retentor intrarradicular a dentina (Teixeira et al., 2008).

A penetração dos cimentos endodônticos em túbulos dentinários é considerada um resultado desejável por aumentar a interface entre o material e a dentina, melhorando a capacidade de vedação e retenção do material através de um bloqueio mecânico. Além disso, os cimentos endodônticos dentro dos túbulos dentinários podem isolar as bactérias residuais, e assim, os componentes químicos dos cimentos endodônticos podem exercer um efeito antibacteriano que será reforçado por uma maior aproximação as bactérias (Heling, Chandler, 1996). A profundidade e consistência de penetração dos cimentos nos túbulos parecem ser influenciadas pelas propriedades químicas e físicas de cada material. (Mamootil, Messer, 2007).

Testes de tração (Lee et al., 2002; Alfredo et al., 2006), *pull-out* (Dias et al., 2009; Aleisa et al., 2013) e *push-out* (Baldissara et al., 2006; Manicardi et al., 2011; Martinho et al., 2015) podem ser usados para avaliar a resistência de união adesiva. No entanto, o teste de *push-out* tem sido o mais utilizado atualmente para avaliar a adesão entre pinos/ resinas/ cimento e canal usando-se diferentes tipos de pinos e protocolos adesivos (Teixeira et al., 2009), além disso, esse tipo de teste oferece um melhor resultado da resistência de união em relação ao teste de cisalhamento convencional, uma vez que a fratura ocorre paralelamente à interface da adesão dentinária (Drummond et al., 1996).

A Espectroscopia de energia dispersiva (EDS) tem sido utilizada em algumas pesquisas na odontologia para identificação de compostos químicos de materiais odontológicos na estrutura dentária. Sendo também relevante para análises de calcosferitos em dentes humanos e análises de desgastes e metalografia de instrumentos endodônticos (Mishima, Kozawa, 1998; Saleh et al., 2003; Pirani et al., 2014)

Tendo em vista que a perda da retenção do pino é uma das principais causas de insucesso de tratamento dos dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro, torna-se importante estudar as possíveis influências dos materiais obturadores endodônticos sobre a adesão de retentores/cimento resinoso às paredes do canal radicular.

Assim baseados nesta lacuna do conhecimento o trabalho foi desenvolvido, sendo a hipótese nula do estudo a de que remanescentes de materiais endodônticos na luz do canal radicular ou nos túbulos dentinários não influenciam a resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro à estrutura dentária.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Essa revisão de literatura objetiva fazer um levantamento das principais publicações relacionadas com cimentos obturadores endodônticos e resistência de união a pinos de fibra de vidro cimentados. Para facilitar o entendimento essa revisão foi subdividida em: Cimentos endodônticos, Tratamento endodôntico versus resistência de união a retentores e Análise por espectroscopia de energia dispersiva (EDS) na Odontologia.

2.1 Cimentos endodônticos

Mayhew et al. (2000) avaliaram o efeito de três cimentos endodônticos e quatro irrigantes na retenção de pinos Dentatus cimentados com cimento resinoso Panavia 21. Os canais foram obturados com cones de guta-percha e divididos em quatro grupos, de acordo com os cimentos obturadores: sem cimentos, AH26, EWT e sem eugenol e também quatro irrigantes utilizados após desobturação e antes da cimentação do pino: solução salina, hipoclorito de sódio 5,25%, ácido cítrico e hipoclorito de sódio 5,25% e ácido fosfórico e hipoclorito de sódio 5,25%. Os pinos foram cimentados como movimentos para cima e para baixo no sentido anti-horário, e em seguida, numa pressão apical. O teste foi realizado após 72 h numa máquina Instron com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que o grupo com cimento sem eugenol diminuiu a resistência de união adesiva enquanto EWT e AH 26 aumentaram a resistência de união quando comparados ao cimento sem eugenol.

De Deus et al. (2002) desenvolveram um estudo para avaliar a capacidade de penetração de diferentes cimentos endodônticos nos túbulos dentinários. Foram utilizados 72 incisivos centrais superiores, os quais foram instrumentados no sentido coroa-ápice pela técnica de forças balanceadas, sendo a última lima utilizada no comprimento de trabalho correspondente a uma lima K 50. Durante a instrumentação, os dentes foram irrigados com 10 ml de NaOCl 5,25%. Após, os

dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o tipo de cimento: EndoFill, Sealapex, AH Plus e Pulp Canal Sealer. Estes grupos foram subdivididos em função do uso ou não de EDTA 17% previamente a obturação dos canais. Todos os dentes foram obturados pela técnica da onda de condensação com cone médio calibrado. Os dentes foram mantidos em ambiente com 100% de umidade por 2 semanas. Após esse período, as raízes foram seccionadas no sentido méso-distal e as secções de melhor qualidade visual foram devidamente preparadas para análise em MEV. Após obtenção das imagens mensurou-se os prolongamentos dos cimentos para o interior dos túbulos dentinários. A penetração intradentinária dos cimentos endodônticos não foi considerada significativa em nenhuma das amostras em que o EDTA não foi utilizado (subgrupos controle). No entanto, foi facilmente observada nos grupos experimentais, sendo o cimento Pulp Canal Sealer o que apresentou a maior capacidade de penetração nos túbulos dentinários (média 74,1 μm), e os piores resultados sendo apresentados pelos grupos em que se utilizou Sealapex (média 50,4 μm). Concluiu-se que o cimento Pulp Canal Sealer apresentou maior capacidade de penetração intradentinária, e o cimento Sealapex a menor capacidade de penetração. E ainda, que a smear layer influenciou negativamente na capacidade de penetração dos cimentos testados.

Caicedo et al., 2006, examinaram como a irrigação de canais radiculares com hipoclorito de sódio e ácido cítrico afeta a difusão do cimento a base de óxido de hidróxido de cálcio e cimento a base de óxido de zinco e eugenol com hidróxido de cálcio. Sessenta e oito canais unirradiculados foram instrumentados com a técnica coroa-ápice e divididos em dois grupos: irrigados com NaOCl 5,25% seguido de ácido cítrico 10% e irrigados com NaOCl 5,25%. Os dois grupos foram subdivididos de acordo com os cimentos utilizados. Para avaliação da difusão foi utilizada espectrofotometria da quantidade de cálcio presente na água através da dentina radicular. Os autores concluíram que os cimentos tiveram maior difusão no grupo irrigado com NaOCl e ácido cítrico.

Em 2007, Mamootil e Messer compararam a profundidade e consistência de penetração de três diferentes cimentos endodônticos nos túbulos dentinários em dentes extraídos para medir a penetração de um cimento endodôntico a base de resina epóxica *in vivo*. Foram utilizados 50 pré-molares humanos unirradiculares, intactos. Os canais foram preparados com limas do sistema Protaper e Profile, cada

canal foi irrigado com 1 ml de NaOCl 1% durante o preparo químico-mecânico. Depois da completa instrumentação, os canais foram irrigados com 5 ml de EDTA 15%, seguido por 5 ml de NaOCl para remoção da lama dentinária. Uma irrigação final com 5 ml de água destilada foi realizada e os canais foram secos com cones de papel absorvente. Após, cinco dentes foram selecionados aleatoriamente para controle, e os demais 45 dentes foram divididos em 3 grupos (n = 15) de acordo com o cimento endodôntico: AH26, Pulp Canal Sealer, e EndoRez. Todos os canais dos grupos experimentais foram obturados usando cone principal 0,04 e cones acessórios. No entanto, no grupo controle não foi utilizado cimento endodôntico. Após obturação, os dentes foram armazenados em estufa 37 °C por 14 dias, seccionados e preparados para avaliação em MEV. Mais 12 dentes com histórico de sucesso no tratamento endodôntico foram extraídos por motivos periodontais, fraturas, caries sem condições de restauração. Os canais desses dentes foram preparados com limas endodônticas manuais ou instrumentos rotatórios, irrigados com NaOCl e EDTA e obturados com guta-percha e cimento AH26 pela técnica de compactação lateral. Os dentes foram coletados, seccionados e preparados para análise. O cimento AH26 demonstrou a maior profundidade de penetração (1337 µm), seguido do EndoRez (863 µm) e Pulp Canal Sealer (71 µm). O cimento à base de resina apresentou mais consistência ao penetrar os túbulos. Nos casos clínicos, todos os casos apresentaram variação na penetração do cimento endodôntico (98-1490 µm). Concluíram que a profundidade e consistência de penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários pode ser influenciada por características químicas e físicas dos materiais. Cimentos à base de resina exibiram uma penetração mais profunda e mais consistente. A profundidade de penetração observada para o cimento à base de resina epóxica *in vivo* foi consistente com o que foi encontrado no modelo experimental.

Salz et al.(2009) avaliaram a infiltração bacteriana do cimento Apexit comparando-o com o cimento AH Plus. Cinquenta e seis dentes humanos unirradiculados foram divididos aleatoriamente em 2 grupos experimentais (n = 16) e 2 grupos controles (n = 12). As raízes foram preenchidas por condensação lateral com guta-percha e um dos cimentos. *Streptococos mutans* foram inseridos numa câmara na porção cervical e só poderiam chegar a porção apical da câmara por meio do canal radicular. Os controles positivos foram preenchidos apenas com guta-

percha e testados com bactérias. Os controles negativos foram selados com cera para testar a vedação entre as câmaras. Todos os controles positivos vazaram em 24 h enquanto que os negativos não haviam vazados mesmo após o período de 30 dias. Os resultados mostraram que o Apexit obteve menos infiltração do que o cimento AH Plus. Os autores concluíram que o cimento Apexit obteve melhor habilidade seladora do que o cimento AH Plus.

Zhang et al (2010) avaliaram o efeito do cimento IRoot SP sobre a expressão de genes relacionados a mineralização em células humanas semelhantes ao osteoblasto. As amostras de IRoot SP e AH Plus foram extraídas a partir de um meio de cultura de 5 mL. AS células foram expostas a varias diluições de extrato dos cimentos endodônticos testados. O ensaio de MTT foi utilizado para avaliação de citotoxicidade, enquanto um PCR quantitativo em tempo real foi utilizado para detecção de genes relacionados com a mineralização. Os autores concluíram que o cimento IRoot SP pode ser considerado um material favorável para mineralização.

Balguerie et al. (2011) avaliaram, *in vitro*, a adaptação tubular e a profundidade de penetração e adaptação as paredes do canal radicular de cinco diferentes cimentos endodônticos usados em associação com cones de guta-percha. Cinquenta e dois dentes humanos permanentes, unirradiculados, extraídos tiveram suas coroas seccionadas na junção esmalte-cimento. A instrumentação dos canais foi realizada com instrumentos rotatórios do sistema HeroShaper, entre cada instrumento foi utilizado 2 ml de NaOCl 3% como solução irrigadora. Ao final da instrumentação, os canais foram irrigados com 3 ml de EDTA 17% por 3 min, seguido de 5 ml de irrigação com NaOCl 3%. Os canais foram secos com cones de papel, e então divididos em 5 grupos (n = 10) de acordo com o cimento endodôntico utilizado durante a obturação: Acroseal, Endobtur, Ketac-Endo, AH Plus e RSA. Dois dentes não foram obturados, sendo utilizados como controle para verificação da lama dentinária nas paredes dentinárias. Para obturação, os cimentos foram colocados nos canais radiculares com um tamanho de lima de k-15 (micro-mega) colocado no comprimento de trabalho em um movimento anti-horário. Depois disso, um transportador de guta-percha quente HeroFill 30 (micro-mega) foi colocado no canal radicular. As raízes permaneciam em estufa 37 °C por duas semanas. Após esse tempo, as raízes foram embutidas em resina, e posteriormente seccionadas a 2, 5, e 8 mm do comprimento de trabalho. Em seguida, as secções foram

preparadas e analisadas em MEV em magnificações entre 500 e 1500x. O valor de profundidade mínima e máxima de penetração dos cimentos foi mensurado nas fotomicrografias. Para avaliar a adaptação do cimento a parede dos canais ou túbulos dentinários, foram determinados scores: Bom, razoável, pobre, e sem adaptação. O cimento AH Plus, um cimento a base de resina epóxica, mostrou a melhor adaptação e penetração tubular. Os autores concluíram que a adaptação e penetração tubular dos cimentos endodônticos variam com as propriedades químicas e físicas dos cimentos usados. O AH Plus mostrou melhor adaptação e penetração aos túbulos dentinários dentre os cimentos estudados.

Marín-Bauza et al. (2012) avaliou as propriedades físico-químicas de diferentes cimentos endodônticos quanto ao tempo de presa, ao fluxo, a radiopacidade, a solubilidade e as alterações dimensionais. Para o estudo foram analisadas 5 amostras de cada material para cada teste. Para o teste de tempo de presa, anéis foram preenchidos com os cimentos e testados com uma agulha de Gilmore. Para o teste de fluxo, os cimentos foram colocados numa placa de vidro e após 180 s, outra placa com 20 g e uma carga de 100 g foram aplicadas sobre o material, sendo o diâmetro dos discos medidos. Já para o teste de radiopacidade, moldes circulares foram preenchidos com os cimentos, radiografados e analisados com o software Digora. Para a solubilidade, moldes foram preenchidos com os cimentos e um fio de nylon foi colocado no interior do material, uma placa de vidro foi colocada sobre o conjunto pressionando o material, o conjunto foi armazenado a 37 °C. As amostras foram pesadas e colocadas em água, secas e pesadas de novo. A água foi analisada para espectrometria de absorção atômica. Concluíram que com exceção da análise para alterações dimensionais, todas as propriedades dos cimentos estão em conformidade com as exigências da ANSI/ADA.

2.2 Tratamento endodôntico versus resistência de união a retentores.

Em 2002, Lee et al. compararam a capacidade de adesão a dentina ou guta-percha de quatro classes de cimentos obturadores endodônticos. Planos coronais de dentina ou de guta-percha foram criados usando uma lâmina de diamante. Cilindros

de alumínio foram estabilizados com o substrato, com pequenas quantidades de cera e em seguida preenchido com um dos cimentos (Kerr, Sealapex, Ketac-Endo ou AH 26). Depois de armazenados em 100% de umidade por 24 h, a resistência à tração e falhas foram medidas. Os controles foram os cilindros vazios estabilizados com cera. Os resultados indicaram resistência de união à dentina, da menor para maior em MPa, foram: Kerr ($0,13 \pm 0,02$), Sealapex ($0,30 \pm 0,08$), Ketac-Endo ($0,80 \pm 0,24$), AH 26 ($2,06 \pm 0,53$). Esses dois últimos foram significativamente diferentes entre os outros dois cimentos e entre eles. A resistência de união a guta-percha, da menor para maior em MPa, foram: Ketac-Endo ($0,19 \pm 0,01$), Sealapex ($0,22 \pm 0,01$), Kerr ($1,07 \pm 0,19$), AH 26 ($2,93 \pm 0,29$). A falha na resistência de união entre o cimento Kerr e a dentina foram adesivas em todos os espécimes, ao passo que 80% da resistência do cimento Sealapex falhou de forma coesiva. Já no cimento AH 26, 70% falhas foram adesiva, para o cimento Ketac-Endo as falhas de resistência a dentina foram 1/3 adesiva, 1/3 mista, e 40% coesiva no cimento. As falhas de resistência dos cimentos a guta-percha foram em maior parte coesiva. Para o cimento Kerr as falhas foram: 30% adesiva, 20% mista, e 50% coesiva. O cimento Sealapex apresentou 80% de falhas coesivas, enquanto que o cimento AH26 não apresentou falhas adesivas, apresentou 60% de falhas mistas e 40% de falhas coesivas. O cimento Ketac-Endo apresentou 100% de falhas adesivas. Concluíram que o cimento AH 26 apresentou os melhores resultados de resistência de união.

Baldissara et al. (2006) avaliaram o efeito de irrigantes e cimentos endodônticos sobre pino de fibra de. Cinquenta dentes humanos unirradulares foram utilizados. As coroas foram removidas e as raízes divididas em 5 grupos ($n = 10$) que foram subdivididos em A ($n = 5$) e B ($n = 5$). As raízes do subgrupo A foram submetidos a fadiga cíclica e as do subgrupo B foram armazenados em água destilada a 23°C . as raízes foram instrumentadas pela técnica coroa-ápice com instrumentos Profile. Durante a instrumentação, diferentes soluções foram utilizadas entre os instrumentos, para o grupo 1 foi utilizada água destilada; nos grupos 2 e 3 foi utilizado NaOCl 5% numa temperatura de 50°C ; nos grupos 4 e 5 NaOCl 5% numa temperatura de 50°C alternado com EDTA 10%, sendo uma ultima irrigação feita com NaOCl foi o protocolo seguido. As raízes foram obturadas com guta-percha aplicando a técnica de condensação vertical usando o System B. Os cimentos utilizados foram Pulp Canal Sealer e TopSeal. Após 2 semanas, os canais foram

desobturados com brocas Gates Glidden e limas manuais numa profundidade de 9 mm. O espaço para pino foi preparado com brocas Os pinos foram cimentados utilizando uma resina flow e um adesivo de três passos. Cinco espécimes de cada grupo foram submetidos a 2×10^6 ciclos de 37,5 N. Havia 200 cortes obtidos para o teste de push-out. O grupo obturado com cimento contendo Eugenol mostrou os menores valores no teste de push-out. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos que não foram submetidos a ciclagem. A interface entre pino-cimento foi mais fraca do que a interface cimento-dentina. No entanto, os ciclos de fadiga aumentaram a ocorrência de falhas de entre cimento e dentina. O cimento endodôntico contendo eugenol reduziu a resistência de união adesiva de pinos de fibra quando ciclados mecanicamente, assim, a utilização de um cimento à base de resina foi sugerido.

Alfredo et al. (2006) avaliaram, *in vitro*, a influência de um cimento endodôntico a base de eugenol na adesão de pinos intrarradiculares cimentados com cimentos base de resina ou fosfato de zinco. Foram utilizados 24 caninos superiores. As coroas dos dentes foram removidas e descartadas, e as raízes imersas em resina acrílica. Após, os canais foram instrumentados pela técnica coroa-ápice com limas manuais. Os canais foram irrigados com NaOCl 1% a cada troca de instrumento. Finalizado preparo dos canais, as raízes foram divididas em 2 grupos ($n = 12$): obturados com guta-percha e cimento EndoFill ou obturados apenas com guta-percha. Todos obturados pela técnica de condensação vertical. As raízes foram seladas e armazenadas por 3 dias. O espaço para o pino foi realizado com broca de largo. Para cimentação dos pinos cada grupo foi subdividido ($n = 6$) em: cimentados com Enforce ou cimentados com fosfato de zinco. Após, as raízes foram armazenadas em água destilada a 37°C por 3 dias, e então, submetidas ao teste de resistência a tração. Os pinos cimentados com fosfato de zinco foram significativamente mais retentivos (353,4 N) do que os pinos cimentados com Enforce (134,9 N). Em relação a influencia do cimento endodôntico a base de eugenol na retenção do pino, houve diferença estatística apenas no grupo cimentado com Enforce, e os canais obturados com EndoFill e guta-percha apresentou menor resistência do que os obturados apenas com guta-percha (101,5 e 168,2 N, respectivamente). Como conclusão, o cimento a base de fosfato de zinco mostrou melhor retenção do que os cimentos a base de resina. Os resultados

sugeriram que o cimento endodôntico contendo eugenol interferiu com as propriedades de adesão do cimento a base de resina.

Teixeira et al. (2008) verificaram a influencia de cimentos endodônticos na resistência de união de sistemas adesivos e cimentos resinosos usados para cimentar pino de carbono. Foram utilizados 30 pré-molares humanos extraídos. As coroas foram removidas e os canais instrumentados pela técnica coroa-ápice com instrumentos rotatórios Profile. Durante instrumentação, a irrigação foi realizada com NaOCl 1%. Os canais foram secos e divididos aleatoriamente em 3 grupos (n = 10): G1- EndoFill, G2- Sealapex e G3-EndoRez. Todos os grupos foram obturados utilizando a técnica de condensação termomecânica com rotatório Mc'Spadden. As raízes foram armazenadas em estufa a 37 °C por 24 h, então metade das raízes (n = 5) foram desobturadas com instrumentos quentes e o espaço para o pino foi preparado com brocas de largo. Em seguida, os canais foram irrigados com álcool, sendo a irrigação final com água destilada. Os pinos foram cimentados utilizando uma sequencia de: solução de ácido fosfórico 37% por 15 s, água deionizada por 30 s, secos com papel absorvente, aplicação de sistema adesivo Single Bond, fotopolimerização por 40 s, aplicação do cimento resinoso Rely X ARC com lentulo e fotopolimerização por mais 40 s. Após as raízes permanecerem armazenadas por 24 h a 37 °C. A outra metade das raízes (n = 5), passou pelo mesmo método de cimentação após 7 dias de dos canais obturados. Após 24 h da cimentação dos pinos, as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo do dente em fatias de 2 mm de espessura, correspondentes aos terços: cervical, médio e apical da raiz. Os espécimes foram então submetidos ao teste de push-out, e posterior análise do tipo de fratura em ampliação de 4x. As fraturas foram classificadas em: adesiva em dentina, adesiva no pino, mista ou coesiva. O cimento EndoFill mostrou menor resistência de união do que os outros cimentos testados. O cimento EndoRez mostrou melhor resultado do que os outros grupos para os terços cervical e médio, e resultado similar para o terço apical. O terço cervical e médio apresentou melhores resultados em todos os grupos. Falhas do tipo mista ocorreram na maioria dos casos (55,6%), seguida por falhas adesivas em dentina (34,4%) e adesiva no pino (10,0%). Os autores concluíram que o uso do cimento EndoRez promoveu uma maior resistência de união nos terço cervical e médio do canal quando pinos de carbono foram cimentados com cimento resinoso.

Em 2009, Dias et al. avaliaram, in vitro, a influência de cimentos endodônticos a base de eugenol na retenção de pinos de aço inoxidável pré-fabricados cimentados com fosfato de zinco e cimentos à base de resina após diferentes períodos de tratamento de canal obturação. Sessenta caninos superiores tiveram suas coroas removidas, e as raízes inclusas em resina acrílica. Após as raízes foram divididas em 3 grupos (n = 20), de acordo com o período entre a obturação do canal e a cimentação do pino: G1- imediatamente, G2- 72 h e G3- 4 meses. Os grupos foram subdivididos (n = 10) para cimentação do pino em: A- cimentado com fosfato de zinco e B- cimentado com cimento a base de resina. Após os períodos experimentais, as raízes foram submetidas ao teste de pull-out, com aplicação de força de tração de 0,05 mm/minuto até o deslocamento do pino. Houve diferença entre os pinos cimentados com fosfato de zinco (0,211 kN) e cimentados com cimento a base de resina (0,050 kN). Não houve diferença entre os períodos para cimentação do pino. Os autores concluíram que o cimento endodôntico a base de eugenol influenciaram a resistência de união dos pinos cimentados com cimento a base de resina, mas não tiveram influência no tempo esperado entre obturação do canal e cimentação do pino.

Demiryurek et al. (2010) avaliaram o efeito de três diferentes cimentos endodônticos na resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento de resina adesiva. Foram utilizados para este estudo 48 incisivos centrais superiores, que tiveram suas coroas removidas e foram preparados pela técnica ápice coroa com brocas Gates Glidden e limas manuais. A irrigação entre as limas foi realizada com NaOCl 0,5%. As raízes foram divididas em 4 grupos (n = 12): G1- controle (apenas guta-percha), G2- cimento a base de resina (AH Plus), G3- cimento de óxido de zinco eugenol (EndoFill), e G4- cimento a base de hidróxido de cálcio (Sealapex). Todas as raízes foram obturadas com guta-percha pela técnica de condensação lateral. Após obturação as raízes foram armazenadas por 1 semana em estufa. Borca de Peaso foi utilizada para desobturação e o espaço para o pino aumentado com broca para pino #2 em 9 mm do canal. Os pinos foram cimentados e mantidos em estufa por 24 h. Após, as raízes foram seccionadas perpendicular ao longo eixo do dente em 4 fatias de 0,6 mm de espessura do terço cervical da raiz. Os espécimes foram submetidos ao teste de push-out com posterior análise das falhas em estereomicroscópio com aumento de 10x. Mudanças superficiais na

dentina radicular também foram analisadas por MEV em 6 raízes de cada grupo, sendo 3 raízes analisadas após remoção do cimento obturador e 3 raízes analisadas após aplicação do cimento resinoso. Os resultados mostraram que os cimentos endodônticos tem efeito sobre a resistência de união. O grupo controle teve o melhor resultado de push-out. Nenhuma diferença foi observada entre os grupos 2 e 3. Todos os espécimes estavam cobertos com lama dentinária e debris após preparo do espaço para pino nas análise de MEV. Embora, alguns túbulos estivessem abertos no grupo 1 e 4 depois da cimentação do pino. Concluíram que o tipo de cimento endodôntico e o preparo químico-mecânico do canal afetam a resistência de união de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso.

Ersahan e Aydin (2010) avaliaram a resistência de união adesiva, através do teste de push-out, do cimento IRoot SP comparando com outros cimentos endodônticos comumente utilizados. Sessenta caninos humanos superiores foram seccionados transversalmente. Os discos de 4 mm foram divididos em 4 grupos (n = 30) de acordo com o cimento testado: IRoot SP, AH Plus, Sealapex e EndoRez. Durante o tratamento foi utilizado hipoclorito de sódio 5,25%. O diâmetro da ponta cilíndrica utilizada no teste de push-out foi de 1,7 mm com uma velocidade de 0,5 mm/min. O teste foi aplicado nos discos no sentido de apical para cervical. Os tipos de falhas adesivas foram analisadas após o teste de resistência de união. Os resultados mostraram que a resistência de união adesiva para o grupo AH Plus e IRoot SP foi maior do que para o grupo Sealapex e EndoRez. Os autores concluíram que os cimentos IRoot Sp e AH Plus obtiveram resultados semelhantes, sendo os melhores em relação a resistência de união adesiva.

Em 2011, Manicardi et al. avaliaram a influência de diferentes cimentos endodônticos na resistência de união de raízes fragilizadas e reforçadas com pinos de fibra e resina. Sessenta caninos superiores foram utilizados, suas coroas foram removidas, e os canais preparados com instrumentos rotatórios Quantec SC. A Irrigação entre os instrumentos foi realizada com NaOCl 1%. Após o preparo os canais foram irrigados com EDTA 17% por 5 min, seguido de uma irrigação final com água deionizada. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente. As raízes foram divididas em: grupo controle positivo (n = 10), grupo controle negativo (n = 10) e 4 grupos experimentais (n = 40). Nos grupos experimentais e controle positivo a espessura das raízes foi fragilizada com brocas 4137 e KG 717. Os grupos

experimentais (n=10) foram: g1- Guta-percha/EndoFill, g2- guta-percha/ AH Plus, g3- guta-percha/Epiphany, e g4- Resilon/Epiphany. A técnica de obturação utilizada foi condensação lateral, e os grupos controles negativo e positivo não foram obturados. Após, as raízes foram armazenadas por 24 h em estufa. A desobturação do canal foi realizada com brocas Gates Glidden, e o espaço para pino preparado com broca para pino #2. Então, os canais foram irrigados com água deionizada e secos com papel absorvente. Os pinos foram cimentados e armazenados por 24 h em estufa. Passado esse período, as raízes foram seccionadas em 2 fatias de 1 mm de espessura em cada terço da raiz. Uma seção de cada terço da raiz (n = 30) foi submetida ao teste push-out e análise de falhas e a outra seção (n = 30) foi analisada em MEV. A força de adesão média foi maior no grupo de controle negativo, em comparação com os outros grupos. Em todos os grupos, o tipo mais frequente de falha foi adesiva. As regiões apical e média apresentaram uma menor densidade de lacunas de resina do que a região cervical. Concluíram que o teste de resistência por push out não foi afetado pelos cimentos endodônticos ou regiões. A resistência foi afetada pela morfologia e densidade da lacuna de resina.

Aggarwal et al. (2012) avaliaram o efeito de diferentes materiais de obturação na resistência de união de pino de fibra. Cinquenta dentes humanos unirradiculares foram decoronados e preparados endodonticamente pela técnica ápice-coroa com brocas Gates Glidden e limas manuais. As raízes foram divididas em 5 grupos: g1- sem obturação, g2- ZOE, g3- AH Plus, g4- GutaFlow , e g5- Resilon/Epiphany. Após as raízes foram armazenadas por 7 dias em estufa. Os canais foram desobturados com brocas para pinos. Após a realização do preparo para pino, os canais foram irrigados com EDTA17% e uma final irrigação com água destilada. Os canais foram secos, os pinos cimentados e armazenados por 7 dias em estufa. Em seguida, as raízes foram incluídas em resina acrílica, seccionadas em fatias de 1,2 mm (2 fatias do terço médio de cada raiz), e então submetidas ao teste de push-out. Os resultados não mostraram diferença entre os grupos testados. Assim, os autores concluíram que os materiais obturadores não tem efeito na resistência de união sobre os pinos de fibra.

Calixto et al. (2012) avaliaram a resistência de união de sistemas de cimentação para pinos de fibra de vidro a dentina do canal radicular. Foram utilizados 40 incisivos bovinos, preparados endodonticamente pela técnica ápice-

coroa com brocas Gates Glidden e limas manuais. A irrigação utilizada entre as limas foi NaOCl 1 %. Após preparo, os canais foram obturados com guta-percha e cimento AH Plus pela técnica de condensação lateral. Os dentes foram mantidos em água destilada a 37 °C por 48 h. Passado esse período, as coroas foram removidas, e o espaço para o pino preparados com brocas Gates Glidden e brocas para pino numa profundidade de 11 mm. As raízes foram distribuídas em 5 grupos (n = 8) com diferentes cimentos resinosos para cimentação do pino: C&B Cement, Rely-X ARC, Multilink, Panavia F 2.0, Rely-X U100. Após cimentação, as raízes foram armazenadas em água destilada a 37 °C por 24 h. As raízes foram seccionadas em fatias de 1 mm no terço cervical, médio e apical e submetidas ao teste de push-out com carga de 50 Kg e velocidade de 0.5 mm/min até o deslocamento do pino. Depois do teste de push-out, os espécimes foram analisados em estereomicroscopio para avaliação do modo de falhas: tipo 1- adesiva entre pino e cimento, tipo 2- mista com cimento resinoso cobrindo de 0 a 50% da superfície do pino, tipo 3- mista com cimento resinoso cobrindo entre 50% e 100% da superfície do pino, tipo 4- adesiva entre cimento resinoso e canal, e tipo 5- coesiva em dentina. Os resultados mostraram diferença entre os cimentos e os terços da raiz. O cimento resinoso auto adesivo apresentaram os menores valores de resistência de união. Nenhuma falha coesiva em dentina (tipo 5) foi observada. As falhas tipo 3 (53,3%) e tipo 4 (25%) apresentaram valores maiores quando comparadas com falhas tipo 1 (6,7%). As falhas tipo 2 foram observadas em 15% dos casos. Os autores concluíram que os cimentos resinosos usados tanto com adesivo convencional quanto com adesivo auto-condicionante foram adequados para cimentação do pino de fibra de vidro.

Em 2013, Shokouhinejad et al. compararam a resistência de união de um novo cimento biocerâmico e AH Plus na presença ou ausência de lama dentinária. Foram utilizados 56 dentes unirradiculados extraídos, decoronados e com as raízes padronizadas em 15 mm. Os canais foram preparados com instrumentos rotatórios Mtwo e irrigação NaOCl 5,25%. Após o preparo, os canais foram divididos em 4 grupos (n = 14): g1- sem remoção da lama dentinária/AH Plus, g2- remoção da lama dentinária/AH Plus, g3- sem remoção da lama dentinária/EndoSequence BC, e g4- remoção da lama dentinária/EndoSequence BC. Para remoção da lama dentinária os canais foram irrigados com 5 ml de EDTA 17% por 5 min, seguido por irrigação

com NaOCl 5,25 %. Os canais foram obturados pela técnica de condensação lateral. Os espécimes foram armazenados em solução salina tamponada com fosfato (PBS) a 37 °C por 7 dias. As raízes foram seccionadas no terço médio em fatias de 1 mm e submetidas ao teste de push-out. As falhas foram analisadas em estereomicroscópio com aumento de 40x em : adesiva, coesiva ou mista. Não houve diferença entre a resistência de união dos dois cimentos endodônticos. A presença ou ausência de lama dentinária não afetou a resistência de união do material obturador. As falhas de resistência de união foram principalmente coesivas para todos os grupos. Os autores concluíram que a resistência de união do cimento biocerâmico, EndoSequence BC, foi igual ao cimento AH Plus com presença ou ausência de lama dentinária.

Aleisa et al. (2013) avaliaram o efeito de três cimentos endodônticos na resistência de união de pinos de fibra pré-fabricados cimentados com cimento de resina composta. Foram utilizados cinquenta e quatro pré-molares inferiores, preparados com instrumentos rotatórios Protaper e substância irrigadora NaOCl 5,25%, seguida de irrigação final com água destilada. Após as raízes foram divididas em 3 grupos(n = 18): AH 26(controle), EndoFill, e Tubliseal. A obturação foi realizada pela técnica de condensação lateral e os cones usados foram de guta-percha. Após obturação as raízes foram mantidas em estufa por 7 dias. Após preparo do espaço para pino, os canais foram irrigados com NaOCl 5,25%, água destilada, e então secos e os pinos cimentados. Após cimentação, as raízes foram armazenadas por 24 h em estufa e submetidas ao teste de pull out. os resultados mostraram que o grupo controle AH26 mostrou melhores resultados quando comparado aos grupos EndoFill e TubliSeal. Não houve diferença entre os valores de resistência para os grupos EndoFill e TubliSeal. Os autores concluíram que a formulação química dos cimentos endodônticos afeta a resistência de união de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso. Cimentos endodônticos a base de eugenol reduziram a resistência de união de pinos de fibra pré-fabricados cimentados com cimento resinoso.

Ainda no mesmo ano de 2013, Chen et al. investigaram como parâmetros geométricos do espécime e o modulo de elasticidade da dentina e materiais obturadores podem afetar as medições da resistência de união adesiva. Uma análise por elemento finito foi realizada para simular o teste de push-out. Um modelo

base foi estabelecido e 3 parâmetros modificados: o diâmetro do pino, a espessura do espécime e o módulo de elasticidade do preenchimento intracanal. O estresse analítico foi analisado e o cálculo da resistência de união adesiva foi derivada da fórmula original do teste de push-out. Dentre as observações feitas sugeriram que: o diâmetro do pino deve ser menor que 0,85 vezes o diâmetro da área preenchida; a fórmula do teste de push-out para resistência de união é adequada apenas para espécimes com espessura 0,6 vezes maior que a área preenchida. Assim, concluíram que parâmetros geométricos e materiais têm certo efeito no teste de push-out para resistência de união adesiva.

Em 2014, Rached-Junior FA et al. avaliaram a resistência de união de um cimento a base de resina, AH Plus, a dentina do canal radicular após remoção de cimento a base de óxido de zinco eugenol, EndoFill, usando diferentes técnicas de retratamento. Os canais de 64 incisivos superiores, decoronados, foram preparados endodonticamente com instrumentos do sistema Protaper, irrigados com NaOCl 1%, 5 ml de EDTA 17% por 5 min, e uma irrigação final com água destilada. Os canais foram secos e obturados com EndoFill (marcados com Rhodamine 0,1%) e guta-percha, usando a técnica de condensação lateral. A entrada dos canais foi selada com material restaurador temporário e as raízes foram armazenadas a 37 °C por período correspondente a três vezes o tempo de cura do cimento EndoFill. As raízes foram colocadas na termocicladora para simular o período de 42 meses. Após as raízes foram divididas em 4 grupos (n = 16) de acordo com a técnica de retratamento: A- Protaper retratamento, B- Protaper/ Xilol, C- Ultrassom, e D- Ultrassom/ Xilol. Subsequentemente, os grupos foram subdivididos (n = 8) de acordo com o uso ou não do microscópio operatório: G1- visão direta, e G2- Visão indireta através do microscópio operatório com aumento de 24x. O protocolo de irrigação usado no retratamento foi o mesmo usado durante o tratamento endodôntico. Após o preparo, os canais foram obturados com AH Plus (marcado com fluorescina 0,1%) e armazenados pelo triplo de tempo de cura do cimento. Após o período, as raízes foram seccionadas em fatias de 1 mm de espessura. Oito raízes adicionais foram preparadas com sistema Protaper e obturadas com AH Plus e guta-percha (controle). A primeira fatia foi submetida ao teste de push out e análise de falha em estereomicroscópio com aumento de 40x em: falha adesiva, coesiva ou mista. A segunda fatia foi analisada em microscópio Confocal invertido. Os resultados

mostraram que os espécimes obturados com o uso de microscópio operatório teve maior valor de resistência de união as paredes do canal radicular. O grupo controle apresentou melhor valores médios de resistência de união (4,75 MPa), sendo significativamente diferente dos outros grupos. A resistência de união foi diferente em todos os terços e diminuía na sequência: cervical (3,19 MPa), médio (2,58 MPa), e apical (1,87 MPa). A análise Confocal revelou resíduos de EndoFill nos túbulos dentinários quando o protocolo de retirada foi realizado com Protaper, mas não a partir de ultrassom combinado com xilol. Concluíram que o uso associado do microscópio operatório aumentou os valores de resistência de união do material ao canal radicular. O cimento a base de oxido de zinco e eugenol afetou negativamente a resistência de união do cimento AH Plus as paredes do canal, independente da técnica de retratamento.

Rached-Junior FJ et al. (2014) também avaliaram através do microscópio confocal e análise quantitativa da interface entre material obturador e dentina, o percentual de remanescente na parede do canal radicular depois do retratamento com diferentes tipos de protocolos de retratamento. Sessenta canais de incisivos foram preparados com ProTaper e obturados com guta-percha e cimento Endofill misturado com Rodamina B 0,1%. Os canais foram termociclados e distribuídos de acordo com o modo de avaliação: visão direta ou com uso de microscópio, e de acordo com a técnica de remoção do material obturador. Os autores concluíram que nenhum dos protocolos foram capaz da remoção total do material obturador.

Mosharraf e Zare (2014) avaliaram o efeito do tipo de cimento endodôntico na resistência de união de pinos de fibra reforçados cimentados com cimento resinoso à parede do canal radicular. Foram utilizados 20 primeiros pré-molares inferiores, os quais foram tratados endodonticamente, sendo o instrumento final uma lima K 35 e a solução irrigadora hipoclorito de sódio a 5,25%. Os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com o cimento utilizado: AH 26 e Endofill. A técnica de obturação utilizada foi a de condensação vertical. Após o preparo paro o pino, cimento de resina adesiva foi usado para cimentação. Os espécimes receberam tratamento de termociclagem com 5000 ciclos e temperatura alternada. Após, os dentes foram seccionados em discos com 3 mm de espessura, e o teste de push-out realizado com velocidade de 1 mm/min. Os resultados mostraram que diferentes cimentos endodônticos afetam a resistência de união adesiva, porém que

não há diferença entre as regiões nem entre a interação região e cimento. Os autores concluíram que a região do canal não tem efeito na resistência de união adesiva de pinos de fibra reforçados cimentados e que o cimento a base de eugenol reduziu a resistência de união adesiva.

Martinho et al (2015) compraram a influência de diferentes irrigantes com e sem o uso de ultrassom e laser para o pré tratamento da dentina na resistência adesiva de união de pinos de fibra de vidro. Noventa raízes de incisivos bovinos foram divididas em 3 grupos de acordo com irrigante (n = 30): hipoclorito de sódio 2,5%, clorexidina 2% e solução salina. Posteriormente, cada grupo foi redivididos de acordo com o pré tratamento realizado na dentina (n = 10): Ultrassom, Nd:YAG e sem tratamento. Os pinos foram cimentados e posteriormente seccionados em discos com 2 mm de espessura, sendo um total de 3 discos por raiz. O teste de push-out foi realizado com velocidade de 1 mm/min e a célula de carga de 50 kgF. Os resultados mostraram diminuição significativa da resistência nos grupos que utilizaram hipoclorito de sódio 2,5% em todos os terços. Os autores concluíram que o pré tratamento da dentina com ultrassom ou laser não melhorou a resistência de união adesiva dos pinos a parede do canal, e que o uso do hipoclorito de sódio 2,5% diminuiu a resistência de união adesiva enquanto que a clorexidina preservou a resistência de união.

Altmann et al. (2015) revisou sistematicamente a literatura e realizou uma meta-análise sobre a influencia do eugenol na resistência de união adesiva de pinos cimentados com cimentos resinosos. Foi realizada um pesquisa eletrônica nos bancos de dados PubMed, Scopus, Lilacs e Web of Science. Não foi aplicada nenhuma restrição de linguagem ou data de publicação. Os estudos válidos foram os que avaliaram a resistência de união imediata através do push-out de pinos cimentados a base de eugenol e comparados com grupos de cimentos endodônticos sem a presença de eugenol. Treze estudos preencheram os critérios de inclusão, embora 2 artigos foram excluídos após leitura completa e 1 dos artigos foi identificado como referencia cruzada. Nove estudos foram incluídos na meta-análise. A análise global mostrou uma influência significativa do eugenol na redução da resistência de união de pinos de fibra cimentados. Os autores concluíram que os cimentos a base de eugenol reduz a resistência de união dos pinos de fibra

cimentados com cimentos resinoso independente do sistema adesivo e do cimento de resina utilizados.

2.3 Avaliação por espectroscopia de energia dispersiva (EDS) na Odontologia

Yonehara et al. (1990) afirmaram que espectroscopia por dispersão de energia qualitativa e quantitativa poderia ser usada com sucesso para analisar muitos recursos e processos em amostras inorgânicas. Quando aplicado a amostras inorgânicas, no entanto, os resultados foram menos satisfatórios devido a problemas de preparação de amostras orgânicas, dificuldade de medir os raios X de amostras orgânicas, os danos da amostra pelo feixe de elétrons, e outros problemas práticos. Em um estudo realizado, foi utilizado um microscópio eletrônico de transmissão de alta tensão equipado com um espectrômetro de raios-x por dispersão de energia para examinar a acurácia da análise quantitativa padrão de cortes finos exatos de uma amostra biológica, dentina humana. Com base na experiência dos autores, foram encontrados os parâmetros importantes para a análise quantitativa da espessura da amostra e escolha apropriada do modelo de amostra. Além disso, mostrou-se que o método de Cliff e Lorimer podia ser usada com amostras biológicas em 200 KV, e que a análise quantitativa de dentina humana pode ser realizada em 200 KV. Por fim, mostraram que as áreas de dentina humana podem ser diferenciados por suas características morfológicas e de análises de raio-X obtidas no microscópio eletrônico de transmissão.

Em 1998, Mishima e Kozawa, projetaram um estudo para caracterizar a morfologia e composição de calcosferitos na pré-dentina coronal e radicular de dentes humanos permanentes por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e energia de espectroscopia dispersiva (EDS). Foram utilizados incisivos, pré-molares, e molares humanos. Os calcosferitos na pré-dentina coronal foram globular e de diâmetro entre 10-20 μm . Os calcosferitos na pré-dentina radicular foram menores e sua forma foi diferente. Calcosferitos poligonais e calcosferitos estrelados foram observados na região intermediária da pré-dentina da raiz. Calcosferitos estavam raramente presentes na região apical da pré-dentina radicular. Fibras da matriz

calcificada foram observadas na região apical da pré-dentina da raiz. A relação molar Ca / P em calcosferitos da coroa ($1,63 \pm 0,27$) diferiu significativamente dos calcosferitos da raiz ($1,46 \pm 0,28$). O enxofre foi detectado a partir da região cervical à região da raiz. Concluíram que a atividade secretora de odontoblastos e o local da pré-dentina podem determinar a forma, o tamanho e a composição dos calcosferitos.

Em 2003, Saleh et al. avaliaram os detalhes microscópicos da interface de falhas de união entre cimentos endodônticos e dentina, ou guta-percha. A superfície da dentina foi condicionada: com ácido fosfórico 37% por 30 s, ácido cítrico 25% por 30 s, EDTA 17% por 5 min, ou com 10 ml de água destilada (controle), e depois as superfícies foram preenchidas com guta-percha e cimentos endodônticos: cimento de Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, RoekoSeal Automix, ou RoekoSeal Automix com um primer experimental. Após o teste de força de resistência à tração, os aspectos morfológicos das superfícies fraturadas foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva. A espectroscopia de energia dispersiva identificou, com sucesso, componentes dos cimentos para as superfícies de falha na resistência de união. Alguns dos cimentos penetraram nos túbulos dentinários quando as superfícies de dentina foram pré-tratadas com ácidos. No entanto, esses cimentos analisados permaneceram no interior dos túbulos após a falha de adesão foi o caso dos cimentos: cimento de Grossman, RoekoSeal Automix com um primer experimental, AH Plus / EDTA. A Penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários quando a lama dentinária foi removida não estava associada com uma maior resistência de união.

Borges et al. (2012) compararam a mudança na estrutura da superfície e distribuição de elementos, bem como a porcentagem de liberação de íons, de quatro materiais endodônticos contendo silicato de cálcio com um cimento endodôntico de resina epóxica bem estabelecido, submetidos ao teste de solubilidade. A solubilidade dos cimentos: AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex, Sealapex e MTA-Angelus foi testada de acordo com especificações da ANSI/ADA 57. A água deionizada utilizada durante o teste de solubilidade foi submetida a espectrofotometria de absorção atômica para determinar a quantidade de liberação de íons: Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Zn^{2+} , Ni^{2+} e Pb^{2+} . Além disso, as superfícies externas e internas de amostras de cada um dos materiais que foram submetidas e que não foram submetidas ao teste de solubilidade foram analisadas por meio de

microscopia electrónica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva. Os resultados de solubilidade em ordem crescente foram: MTA-Angelus, AH Plus, Sealapex, MTA Fillapex e iRoot SP. Altos níveis de liberação de íons cálcio foram observados em todos os grupos, exceto no do cimento AH Plus. MTA-Angelus também apresentou alto níveis de liberação de íons sódio e potássio. A liberação de íons zinco foi observada apenas nos cimentos AH Plus e Sealapex. A superfície de todas as amostras apresentaram mudanças morfológicas. A perda de matriz foi evidente e as partículas de cimento mais distinguíveis. A análise de EDS exibiu altos níveis de cálcio e carbono para a superfície de amostras do cimento Sealapex, MTA Fillapex e iRoot SP. Os autores concluíram que os cimentos AH Plus e MTA-Angelus estavam de acordo com as especificações da ANSI/ADA para solubilidade, enquanto que, os cimentos iRoot SP, MTA Fillapex e Sealapex não cumpriram os protocolos da especificação ANSI/ADA.

Capar e Aydinbelge (2013) avaliaram os componentes minerais da dentina de canais radiculares após o tratamento com diferentes protocolos de irrigação. Foram utilizados 108 incisivos laterais superiores, os canais destes dentes foram preparados com instrumentos rotatórios Protaper e um grupo com Self-Adjusting file. Os canais foram irrigados com NaOCl 5% entre cada instrumento durante o preparo do canal, EDTA 17% e uma irrigação final com NaOCl 5%. O grupo controle foi irrigado com água destilada. Os dentes foram divididos em 8 grupos: G1- irrigação com agulha e seringa, G2- irrigação com NaviTip FX, G3-irrigação com CanalBrush, G4- Manual de ativação dinâmica com guta-percha, G5- irrigação passiva com ultrassom, G6- irrigação com EndoActivator, G7- irrigação com EndoVac, e G8- SAF. O nível de composição elementar foi analisado por microscópio eletrônico de varredura e espectroscopia de energia dispersiva. Os resultados mostraram que a relação Ca/P mudaram depois dos tratamentos com SAF e EndoActivator. Os níveis de mudança de Ca, P, Mg, e S não foram diferentes. Concluíram que o protocolo de irrigação final não alterou o nível de componentes minerais da superfície da dentina.

3 PROPOSIÇÃO

Esse trabalho teve como objetivo geral avaliar a influência de remanescente de materiais obturadores endodônticos sobre a resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro cimentados.

Entretanto, os objetivos específicos desse estudo são: avaliação da força de resistência de união entre os grupos e entre os terços da raiz através do teste de *push out*; análise de remanescente de materiais obturadores endodônticos na luz do canal após cimentação de pinos de fibra de vidro através de estereomicroscópio aumento 40x; e por fim, identificação dos componentes químicos remanescentes de cimentos endodônticos obturadores dentro dos túbulos dentinários nos três terços da raiz através de espectroscopia de energia dispersiva (EDS).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esse projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em seres humanos do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos- UNESP, sob o parecer número 560.470.

4.1 Seleção dos dentes

Para o estudo, foram utilizados 60 dentes humanos (incisivos superiores e pré-molares inferiores) sem cárie ou restaurações no terço cervical da coroa, as raízes apresentavam canais únicos e sem reabsorções radiculares. Os dentes foram extraídos por razões ortodônticas, periodontais ou protéticas, os mesmos foram limpos com curetas periodontais e armazenados em soro fisiológico até a utilização no estudo.

4.2 Preparo dos dentes

Os dentes tiveram suas coroas removidas com disco diamantado em baixa rotação sob constante refrigeração. O tamanho das raízes foi padronizado em 14 mm de comprimento após a secção das coroas.

Todos os canais foram preparados biomecanicamente com sistema recíprocante – Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) no comprimento de trabalho (comprimento real do dente, menos 1 mm) sendo o instrumento R50 utilizado para instrumentação e confecção do batente apical. Durante o preparo biomecânico, os canais foram irrigados com 5 ml de Hipoclorito de sódio 2,5% (Asfer, São Paulo, Brasil), com a ajuda de seringa plástica e pontas Navi Tip (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), sendo a aspiração da solução irrigadora realizada com cânula de aspiração. Após o preparo biomecânico, os canais foram tratados com 3 ml de EDTA 17% (Asfer, São Paulo, Brasil) sendo agitado com uma lima K15 (Dentsply,

Maillefer, Alemanha) durante 3 min para remoção da smear layer. A última irrigação do canal foi realizada com 5 ml de soro fisiológico 0,9%(Sanobiol, Minas Gerais, Brasil). Os canais foram secos com cones de papel 50 (Dentsply, Alemanha).

A obturação dos canais foi realizada pela técnica do cone único com cones de guta-percha principal R50 (VDW, Munique, Alemanha), e cimentos endodônticos (Figura 1A, 1B, 1C e 1D) que foram determinados de acordo com cada grupo experimental (n = 10): SO- sem obturação; GP-guta percha sem cimento; AHP- guta-percha + AH Plus (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany); SLP- guta-percha + Sealapex (Sybron-Endo, Glendora, CA, USA); IRT-guta-percha + iRoot SP (Bioceramix Inovador, Vancouver, Canadá); e ERZ- guta-percha + EndoRez (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) (Quadro 1). O cimento foi escolhido de acordo com sua composição AH Plus (Resina epóxica); Sealapex (a base de hidróxido de cálcio); Iroot SP (Biocerâmico) e Endo Rez (metacrilato).

Após a realização da prova do cone principal, os cimentos foram manipulados de acordo com cada fabricante. O cone principal foi envolto ao cimento e introduzido no canal radicular. O excesso de material foi cortado 1 mm abaixo da abertura cervical com condensador de Paiva aquecido, e a abertura coronária selada com cimento selador provisório Cavit W (Premier Dental Produtos, Rio de Janeiro, Brasil). Em seguida, os dentes foram colocados em estufa a 37 °C e umidade relativa de 100% durante 14 dias para a presa do cimento endodôntico.

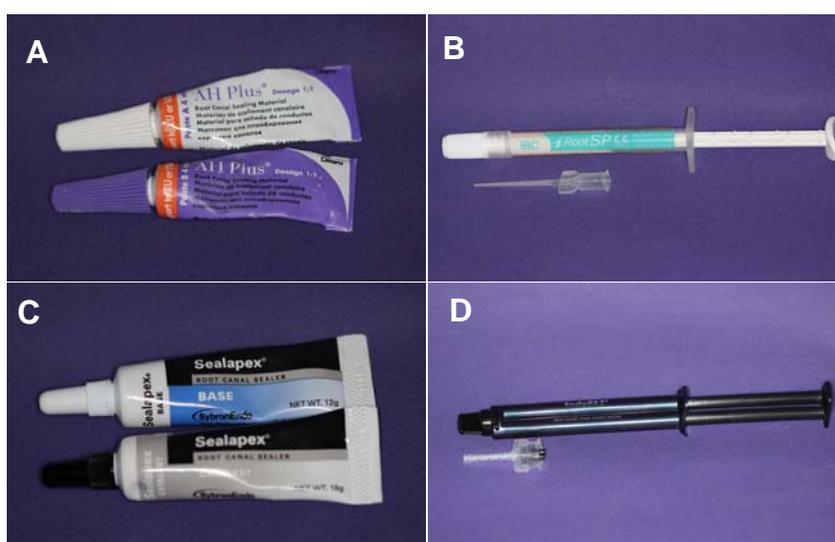


Figura 1 - Cimentos endodônticos obturadores testados. A) AH Plus; B) iRoot SP; C) Sealapex; D) EndoRez.

Quadro 1 - Divisão dos grupos

Grupos Experimentais	N	Tratamentos
SO	10	Sem obturação
GP	10	Obturado apenas com guta-percha
AHP	10	Obturado com guta-percha + AH Plus
SLP	10	Obturado com guta-percha + Sealapex
IRT	10	Obturado com guta-percha + iRoot SP
ERZ	10	Obturado com guta-percha + EndoRez

4.3 Preparo do espaço para o retentor

4.3.1 Desobturação e preparo para retentor

Após o período de armazenamento em estufa, as raízes (n=10) foram envoltas com silicone incolor (Tytan, Selena Sulamericana, Paraná, Brasil), para evitar a adesão da raiz   resina acrílica durante fase de inclusão.

Antes da desobturação do canal radicular, as raízes foram incluídas em resina acrílica incolor (Jet, São Paulo, Brazil) com a ajuda de um delineador (Bio-art 1000) objetivando a manutenção das raízes perpendiculares a peç  de mão e, portanto, paralelas tanto a broca gates-glidden n.3 quanto a broca do pino Rebilda Post 12 Ø 1,2mm (VOCO GmbH Cuxhaven - Alemanha) (Figura 2A e 2B) durante a desobturação e preparo do espaço para pino.

A broca gates-glidden foi utilizada até o comprimento de 10mm para a remoção do material endodôntico obturador do canal radicular. Uma lima Kerr # 15 foi introduzida ao canal para conferência de 10 mm de profundidade de remoção do material endodôntico. Após, o preparo do espaço para pino foi realizado com a utilização da broca do sistema Rebilda para o preparo do espaço do pino.

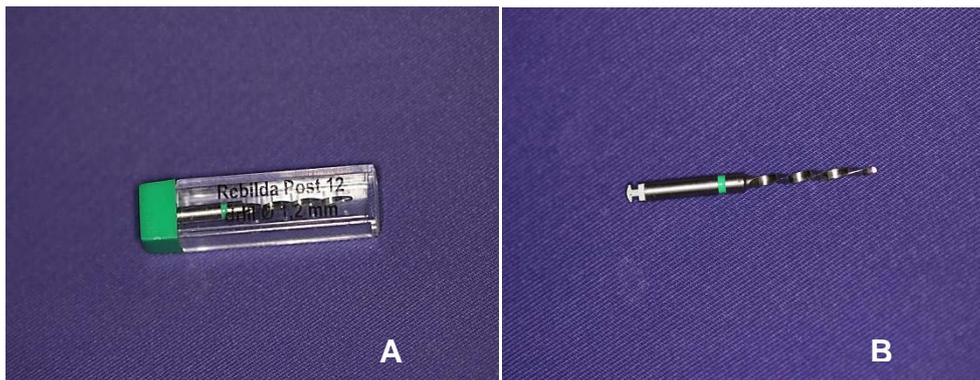


Figura 2 - Broca do pino Rebilda Post utilizada para desobturação e preparo do espaço para pino. A) Especificações da broca; B) Broca.

4.3.2 Cimentação dos pinos

Após a realização dos preparos para retentor intrarradicular, foi realizado o tratamento da dentina radicular do espaço para pino com 5 ml de NaOCl 2,5% seguindo a orientação do fabricante do sistema Rebilda. Em seguida o canal foi lavado com 5 ml de água destilada e seco com cones de papel n.50.

Os pinos Rebilda Post 12 (VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany)(Figura 3A, 3B) foram limpos com álcool, secos e o sistema adesivo autocondicionante futurabond DC (VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany) (Figura 3C) foi aplicado por 40 s e secos com ar.

Em seguida, foi aplicado o adesivo Futurabond DC no canal radicular com um aplicador microbrush durante 20 s por 2 vezes, após foi realizada uma dispersão de 5 s com ar e o excesso do material removido com ponta de papel. De acordo com a orientação do fabricante a camada de adesivo não foi fotopolimerizada. Posteriormente, o canal foi preenchido com o cimento resinoso Rebilda DC (VOCO GmbH Cuxhaven- Alemanha) (Figura 3D) através de um seriga QuickMix com pontas para canal radicular, da região apical para cervical. O pino também foi embebido no cimento Rebilda DC e inserido no canal com uma pressão firme por 5-10 s, permitindo um ligeiro extravasamento de cimento resinoso e por fim, foi realizada a fotopolimerização do cimento resinoso por 40 s. Após a cimentação dos pinos, as raízes foram mantidas em estufa a 37 °C e umidade relativa de 100% durante 2 dias.

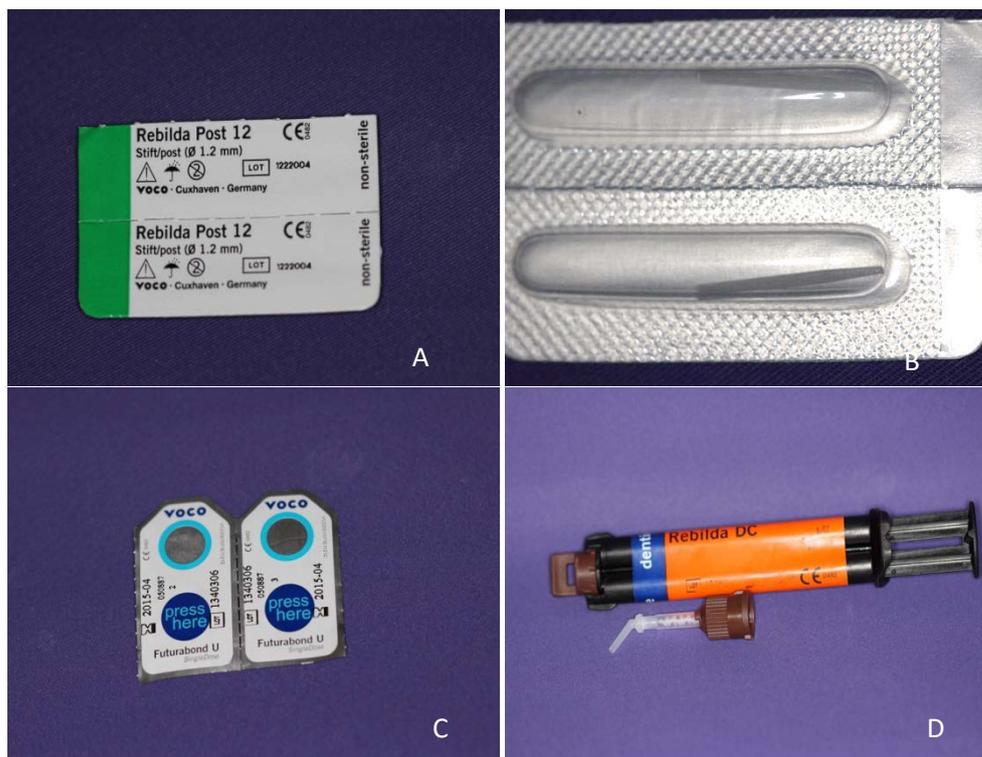


Figura 3 – A) Especificações do pino Rebilda Post 12; B) Pino Rebilda Post 12; C) Adesivo Futurabond U; D) Cimento resinoso dual Rebilda DC.

4.4 Análise de Cisalhamento por extrusão (Push-out)

4.4.1 Obtenção dos corpos-de-prova

Os espécimes removidos da resina acrílica, fixados em uma base metálica na máquina de corte LabCut 1010 (EXTEC-ERIOS, São Paulo, Brasil) e seccionados perpendicularmente ao longo eixo da raiz (perpendicular ao eixo y), com disco diamantado (EXTEC-ERIOS) sob constante refrigeração de água (Figuras 4A). A primeira fatia cervical, de aproximadamente 1 mm de espessura foi descartada, devido a inerentes imperfeições na zona adesiva, causadas principalmente pela presença de oxigênio, que poderiam influenciar os resultados (Van Noort et al., 1991).

Antes do corte de cada disco, foram realizadas marcações com caneta de retroprojeter na superfície cervical do espécime, com o intuito de destacar essa face para o posterior posicionamento do espécime no momento do ensaio mecânico. Durante o ensaio de push-out, o disco permaneceu com o lado cervical para baixo, facilitando a extrusão do pino/cimento do canal, já que este apresenta uma forma cônica, deixando-se, assim a maior parte para baixo.

Para cada raiz foram seccionados 3 discos com 2.0 ± 0.1 mm de espessura em cada terço da raiz: cervical, médio e apical, totalizando 30 discos por grupo (Figura 5). A padronização da espessura dos cortes foi determinada com auxílio do dispositivo nônio (Figura 4B), que está acoplado a máquina de corte labcut e determina a distância entre os cortes. Assim, o dispositivo foi girado 4 voltas para o corte de uma secção.



Figura 4 – A) dente posicionado na Labcut para secção das fatias em cada região da raiz; B) Dispositivo nônio.

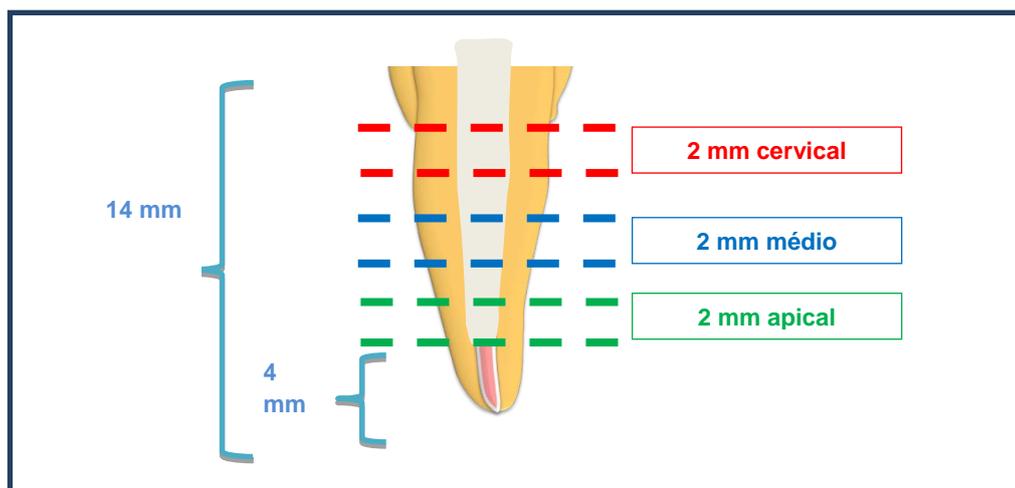


Figura 5 - Desenho esquemático das seções transversais realizadas ao longo eixo do dente, na Labcut, para obtenção dos corpos de prova.

4.4.2 Ensaio mecânico

Durante o ensaio mecânico, cada espécime foi posicionado sobre um dispositivo metálico com abertura central maior que o diâmetro do canal. Sempre a face mais coronária do espécime foi colocada para baixo, ou seja, a carga foi aplicada de apical para cervical até que o conjunto pino/cimento se deslocasse ou ocorresse a fratura do espécime.

Para o ensaio de push-out, um cilindro metálico adaptado (\varnothing extremidade = 0,5 mm) (Figura 6A) induziu a carga sobre a porção central do pino/cimento, sem que a carga fosse aplicada sobre a dentina. Considerando que os pinos foram cimentados paralelos ao eixo y e os espécimes foram seccionados perpendiculares a este eixo, o pino do corpo-de-prova recebeu carga paralela ao longo eixo da raiz (eixo y). O teste foi executado em máquina de ensaio universal EMIC com velocidade de 1 mm/min e célula de carga 100 Kgf (Figura 6B).

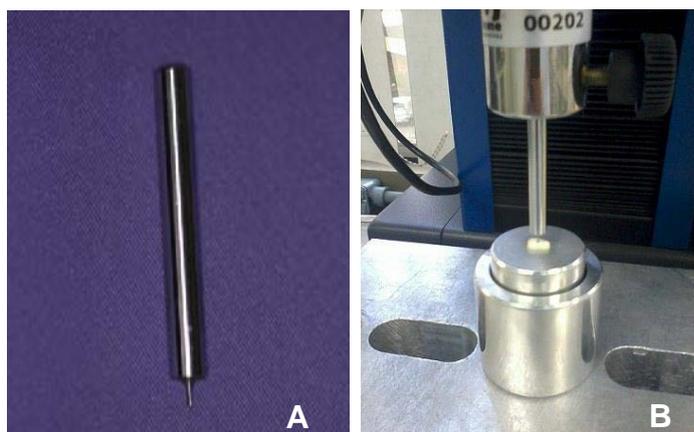


Figura 6 – A) Cilindro metálico com extremidade de 0,5 mm; B) Cilindro metálico e espécime posicionados para execução do teste na EMIC.

A resistência adesiva foi obtida pela fórmula:

$$\sigma = C/A,$$

onde C = carga para ruptura do corpo – de – prova (kgf), A = área interfacial (mm²). Para o cálculo da área adesiva (A) dos espécimes, foi empregada a fórmula para cálculo da área lateral da figura de um tronco de cone circular reto de bases paralelas, de acordo com Bitter et al. (2006)(Figura 7).

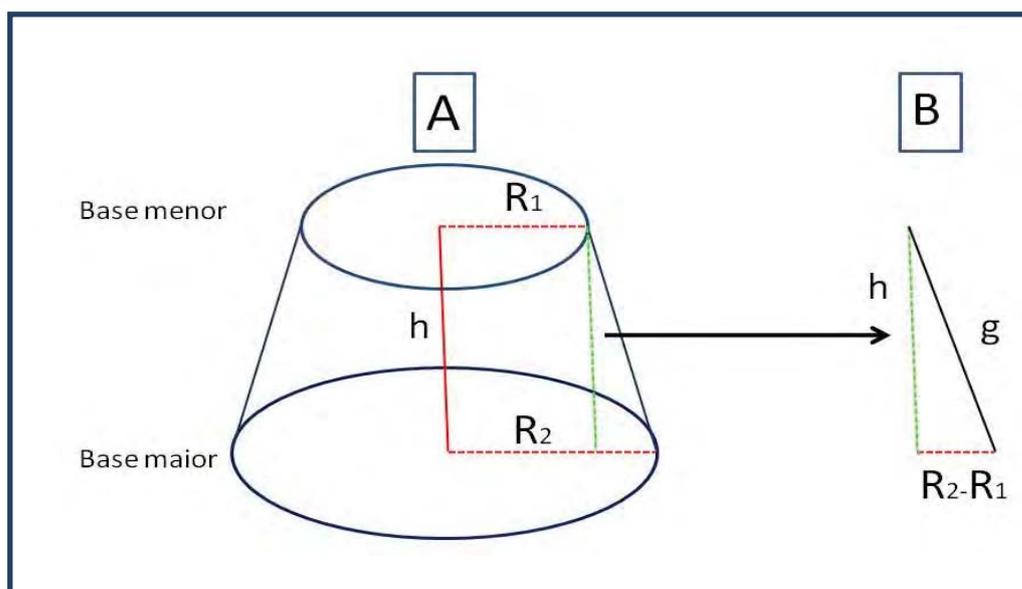


Figura 7 - Desenho esquemático correspondente à seção interna do cp (paredes radiculares) – figura geométrica de um tronco de cone circular reto de bases paralelas, onde h é a altura do espécime, R1 é o raio da base menor e R2 é o raio da base maior; B: Figura geométrica (triângulo) para cálculo da geratriz g do tronco de cone.

Então,

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

onde, A= área interfacial = 3,14, g= geratriz do tronco, R1 = raio da base menor, R2 = raio da base maior, h = altura da secção. Para o cálculo da geratriz do tronco de cone g será utilizado o Teorema de Pitágoras – “quadrado da medida de hipotenusa = a soma dos quadrados das medidas dos catetos”. Assim, para o cálculo de g, a seguinte fórmula será utilizada: $g^2 = h^2 + [R2-R1]^2$.

Os valores de R1 e R2 foram obtidos pela medição dos diâmetros internos da base menor e maior, respectivamente, correspondente ao diâmetro interno entre paredes do canal do corpo – de prova. Esses diâmetros e a altura h do corpo de prova foram medidos após ensaio com paquímetro digital (Starret® 727, Starret, Itu, Brasil).

O resultado da resistência adesiva ó foi inicialmente em kgf/mm^2 e em seguida transformado para MPa, multiplicando-se o valor de ó por 10, considerando a seguinte equiparação de medidas: $1 \text{ kgf/mm}^2 = 10\text{N/mm}^2 = 10 \text{ MPa}$.

4.5 Análise em Estereomicroscópio

Após a realização do teste de push-out, todos os espécimes foram analisados em estereomicroscópio (Discovery V20, Zeiss) com aumento de 40x. As imagens foram transmitidas a uma tela de computador e visualizadas através do programa Axiovision Rel. 4.8.2 para avaliação e classificação (scores) de resíduos de materiais endodônticos obturadores na luz do canal radicular (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação da avaliação de resíduos de material obturador em cada espécime

Escores	Quantidade de Resíduo
0	Sem material obturador presente na luz do canal radicular
1	Presença de material obturador em até 25% da luz do canal radicular
2	Presença de material obturador entre 25 e 50% da luz do canal radicular
3	Presença de material obturador superior a 50% da luz do canal radicular

4.6 Análise por Espectroscopia de energia dispersiva (EDS)

Oito discos de cada região da raiz (n=96) dos grupos AHP, IRT, SLP e ERZ preparadas para o teste de Push out foram, aleatoriamente, utilizadas para análise quantitativa elementar através de espectroscopia de energia dispersiva (EDS). Foi medido o peso (%) dos remanescentes de componentes químicos presentes na composição de cimentos endodônticos utilizados durante a etapa da obturação do canal radicular que permaneceram nos túbulos dentinários após a desobturação do canal radicular, o preparo e a cimentação do pino de fibra de vidro. Componentes químicos próprios da estrutura dentária também foram analisados, uma vez que havia componentes do material obturador que também pertenciam à estrutura do dente. Os componentes químicos foram identificados de acordo com a composição de cada material endodôntico utilizado em cada grupo experimental (Quadro 3).

Quadro 3 – Divisão dos componentes químicos analisados em cada grupo experimental

Grupos Experimentais	Componentes Químicos
AHP	Ca, P, O, C, Zn, W, Fe, Si, Zr, Mg
SLP	Ca, P, O, C, Ba, Zn, Si, Fe, Ti, S, Mg,
IRT	Ca, P, O, C, Si, Zr, Mg
ERZ	Ca, P, O, C, Si, Mg, S

AHP= guta-percha + AHPlus; SLP= guta-percha + Sealapex; IRT= guta-percha + iRoot SP; e ERZ= guta-percha + Endo Rez.

Essa avaliação foi realizada em duplicata, sendo os pontos analisados em lados opostos. Um total de 192 pontos foram analisados sendo: 48 pontos por grupo, 16 pontos por terço da raiz e 2 pontos por espécime (mesial e distal).

4.7 Análise estatística

Os dados para resistência de união (teste de push-out) entre os grupos mostraram-se não compatível com a distribuição normal, sendo conseqüentemente analisados pelo teste de análise de variância não paramétrico Kruskal Wallis para cada região da raiz.

Uma análise de tendência com o teste Qui-quadrado para tendência foi realizado para comparar a diminuição de remanescente de material obturador entre os grupos em cada região da raiz.

Para análise estatística da identificação dos componentes químicos do material endodôntico obturador no interior dos túbulos dentinários foi realizado a média e desvio padrão do percentual de peso de cada componente por região em cada grupo experimental. Posteriormente, Anova e teste Tukey foram aplicados para avaliar se havia diferença dos componentes em cada região por grupo experimental.

Para análise dos dados foram utilizados os programas SPSS e GraphPadPrism versão 6 (GraphPad software, Inc). O nível de significância escolhido foi o valor convencional de 5%.

5 RESULTADOS

Visando facilitar o entendimento dos resultados, dividimos os resultados de acordo com as análises realizadas: resistência de união adesiva (teste push-out), identificação da presença de material obturador na luz do canal radicular através de scores (Estereomicroscópio), e identificação da presença de remanescente de componentes químicos nos túbulos dentinários (EDS).

5.1 Resistência de união adesiva (teste *push-out*)

Inicialmente, foi realizada uma estatística descritiva com média e desvio padrão dos dados de resistência de união obtidos, sendo seis grupos de materiais obturados e três regiões em cada grupo (Tabela 1). Numa primeira análise, o teste de Komogorov-smirnov foi aplicado visando observar se os dados eram paramétricos ou não. Em seguida, o teste não paramétricos de Kruskal Wallis foi realizado para avaliar se havia diferença entre os cimentos endodônticos testados em cada região da raiz (cervical, média e apical).

Tabela 1 – Média e desvio padrão da Resistência de União adesiva em MPa

Grupos	Regiões			
	Cervical	Média	Apical	Total
SO	0,45 ± 0,37	0,33 ± 0,39	0,34 ± 0,19	0,37 ± 0,32
GP	0,70 ± 0,80	0,30 ± 0,23	0,49 ± 0,40	0,49 ± 0,53
ERZ	0,42 ± 0,41	0,47 ± 0,83	0,32 ± 0,62	0,42 ± 0,62
AHP	0,87 ± 0,67	0,65 ± 0,56	0,39 ± 0,72	0,64 ± 0,66
SLP	0,61 ± 0,52	0,29 ± 0,44	0,40 ± 0,31	0,43 ± 0,44
IRT	0,56 ± 0,58	0,40 ± 0,43	0,38 ± 0,36	0,45 ± 0,46
Total	0,60 ± 0,57	0,42 ± 0,50	0,39 ± 0,45	0,46 ± 0,50

SO= sem obturação; GP=guta percha sem cimento; AHP= guta-percha + AHPlus; SLP= guta-percha + Sealapex; IRT= guta-percha + iRoot SP; ERZ= guta-percha + Endo Rez.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que a distribuição dos valores não difere estatisticamente nas três regiões avaliadas, cervical (p -valor = 0,49 > 0,05), média (p -valor = 0,28 > 0,05) e apical (p -valor = 0,09 > 0,05) (Figura 8).

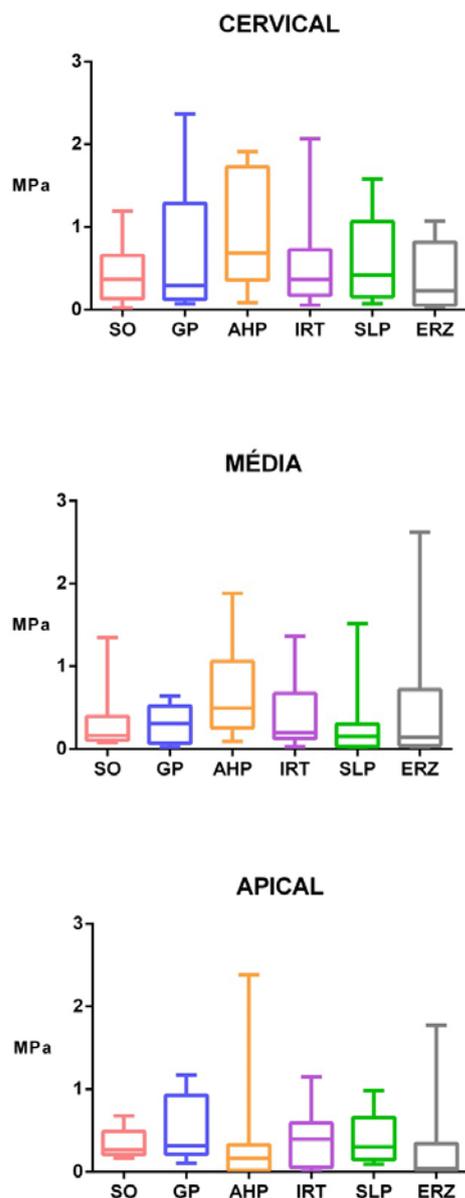


Figura 8 - Esquema dos cinco números (diagrama de caixa, box-plot) dos valores de resistência de união (MPa) obtidos em cada grupo e região. No box-plot, as linhas horizontais representam a mediana e os quartis: 25% e 75%. As linhas verticais da caixa superior e inferior especificam os valores extremos (máximo e mínimo).

5.2 Classificação da presença de material obturador na luz do canal radicular através de escores (Estereomicroscópio)

Para identificação da presença de remanescente de material obturador na luz do canal radicular os espécimes foram analisados em estereomicroscópio, e as imagens analisadas por um único avaliador, o mesmo determinou os escores para cada imagem (Figura 9).

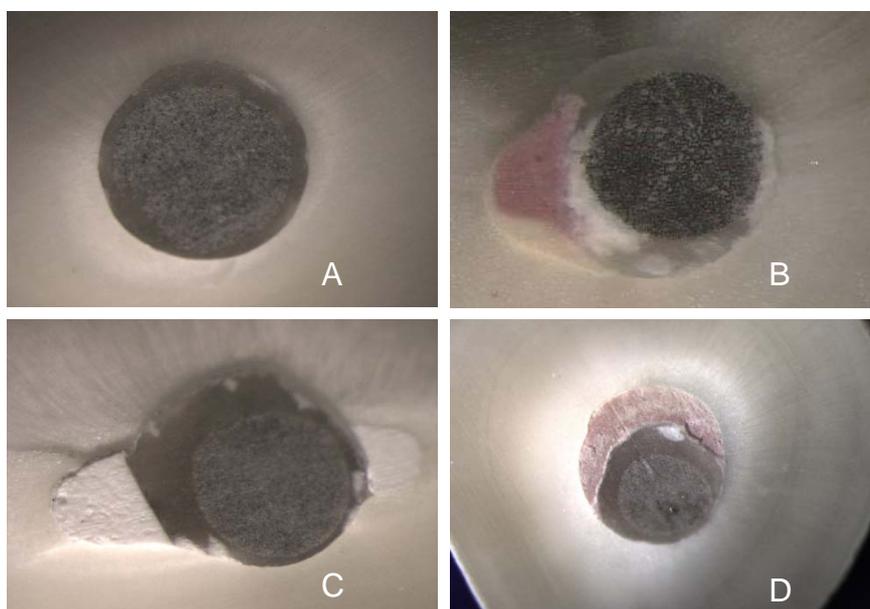


Figura 9 - Imagens realizadas no Estereomicroscópio durante identificação de material obturador na luz do canal radicular para determinação dos escores, com aumento de 40X. A) Imagem do grupo SO representando escore 0 (ausência de material obturador); B) Imagem do grupo AHP representando o escore 1 (presença de até 25% de material obturador na luz do canal radicular); C) Imagem do grupo IRT representando o escore 2 (presença de 25 a 50% de material obturador na luz do canal radicular); D) Imagem do grupo SLP representando o escore 3 (presença superior a 50% de material obturador na luz do canal radicular).

Inicialmente, para análise dos escores obtidos foi confeccionada uma tabela de cada região com a quantidade de cada escore por grupo (Tabela 2), Em seguida foi realizado o teste de Qui-quadrado para tendência. Os grupos SO e GP apresentaram escore 0 (ausência de material obturador na luz do canal) para todas as regiões em todos os espécimes. Sendo assim, o teste foi aplicado apenas para a

os grupos AHP, IRT, ERZ e SLP. Observou-se que apenas os grupos ERZ e SLP apresentaram significante menos tendência de remanescente de material obturador na luz do canal nas regiões cervical ($p = 0,045$) e apical ($p = 0,006$), embora nenhuma tendência linear significativa tenha sido observada na região média ($p = 0,145$).

Tabela 2 - Distribuição dos escores por região e grupos experimentais

Grupos Experimentais					
Regiões	Escore	AHP	IRT	SLP	ERZ
Cervical	0	1	3	5	5
	1	5	2	3	4
	2	2	4	2	1
	3	2	1	0	0
Média	0	1	2	6	3
	1	7	4	2	7
	2	0	2	2	0
	3	2	2	0	0
Apical	0	0	0	4	5
	1	3	3	2	4
	2	4	4	2	0
	3	3	3	2	1

5.3 Identificação da presença de resíduos de componentes químicos nos túbulos dentinários (EDS)

Após obtenção dos dados, foi realizada a média e desvio padrão de cada componente químico por grupo em cada região (Tabelas 3,4, 5 e 6). No entanto, como os componentes químicos de cada material obturador são diferentes devido à composição de cada material, a análise estatística foi realizada apenas entre as regiões para cada material obturador através da análise de variância ANOVA e teste de Tukey com significância de 5%.

Os Componente químicos Carbono (C), Oxigênio (O), Cálcio (Ca), Fósforo (P) e Magnésio (Mg) foram analisados em todos os grupos por serem componentes da estrutura dental, comum a todos os grupos experimentais. Os grupos SO e GP

não foram avaliados nesta etapa, uma vez que não foram obturados com cimento endodôntico e apresentaram escore 0 para todas as regiões e espécimes.

De acordo com a análise estatística, significativas diferenças de remanescentes de componente químicos foram encontradas apenas no terço apical de cada grupo, exceto no grupo ERZ onde nenhuma diferença entre componentes químicos e regiões foi encontrada.

O grupo AHP apresentou, significativamente, mais Carbono ($p = 0,019$) e Oxigênio ($p = 2,24 \times 10^{-5}$), e menos Cálcio ($p = 1,06 \times 10^{-8}$), Fósforo ($p = 3,14 \times 10^{-7}$) e Zircônia ($p = 9,13 \times 10^{-7}$) na região apical quando comparada as outras regiões, cervical e média. Já o grupo IRT, apresentou apenas menos Cálcio ($p=0,034$) na região apical. Para o grupo SLP a presença, significativamente, maior de Magnésio ($p = 1,85 \times 10^{-4}$) e Oxigênio ($p = 6,48 \times 10^{-5}$) e menor de Fósforo ($p = 0,005$) e Cálcio ($p = 1,54 \times 10^{-4}$) foi observada na região apical.

Tabela 3 - Média e desvio padrão (dp) do peso (%) dos remanescentes de componentes químicos analisados no grupo AH Plus

Componentes Químicos	Regiões			
	Cervical	Média	Apical	Total
C	28,191 ± 13,24	30,021 ± 7,04	41,610 ± 6,39	33,274 ± 10,85
O	37,583 ± 6,22	37,758 ± 5,28	50,477 ± 1,94	41,940 ± 7,71
Ca	21,610 ± 4,59	19,821 ± 4,18	2,952 ± 3,51	14,794 ± 9,44
P	7,998 ± 1,73	7,695 ± 1,17	2,38 ± 1,67	6,07 ± 3,019
Zr	3,867 ± 0,66	3,516 ± 0,59	1,415 ± 0,08	2,932 ± 1,29
Si	0,210 ± 0,13	0,147 ± 0,08	0,307 ± 0,16	0,221 ± 0,14
Mg	0,718 ± 0,12	0,737 ± 0,17	0,791 ± 0,19	0,749 ± 0,16
Zn	0,013 ± 0,03	0,068 ± 0,06	0	0,02 ± 0,05
Fe	0,076 ± 0,11	0,028 ± 0,06	0	0,035 ± 0,07
W	0,235 ± 0,27	0,181 ± 0,19	0,013 ± 0,03	0,143 ± 0,21

Tabela 4 - Média e desvio padrão (dp) do peso (%) dos remanescentes de componentes químicos analisados no grupo Sealapex

Componentes Químicos	Regiões			
	Cervical	Média	Apical	Total
C	27,905 ± 6,53	26,026 ± 4,38	31,470 ± 5,51	28,467 ± 5,78
O	36,115 ± 2,97	36,972 ± 2,96	39,138 ± 4,85	39,138 ± 4,85
Ca	23,727 ± 2,69	24,695 ± 2,13	14,216 ± 6,84	20,879 ± 6,41
P	10,332 ± 1,13	10,765 ± 0,64	8,133 ± 2,25	9,743 ± 1,85
Si	0,505 ± 0,52	0,247 ± 0,12	0,421 ± 0,13	0,391 ± 0,32
Mg	0,706 ± 0,14	0,735 ± 0,13	1,033 ± 0,14	0,825 ± 0,20
Zn	0,192 ± 0,25	0,193 ± 0,14	0,042 ± 0,079	0,142 ± 0,18
Fe	0,098 ± 0,12	0,095 ± 0,10	0,025 ± 0,04	0,072 ± 0,10
S	0,168 ± 0,07	0,142 ± 0,07	0,213 ± 0,04	0,175 ± 0,06
Ti	0,080 ± 0,13	0,060 ± 0,11	0,008 ± 0,02	0,049 ± 0,10
Ba	0,138 ± 0,35	0,013 ± 0,03	0,057 ± 0,11	0,070 ± 0,21

Tabela 5 - Média e desvio padrão (dp) do peso (%) dos remanescentes de componentes químicos analisados no grupo IRoot SP

Componentes Químicos	Regiões			
	Cervical	Média	Apical	Total
C	24,855 ± 6,855	24,510 ± 2,95	20,628 ± 2,95	23,331 ± 4,83
O	36,108 ± 2,98	38,417 ± 2,19	38,315 ± 2,89	37,613 ± 2,81
Ca	23,233 ± 2,66	23,603 ± 2,40	26,323 ± 2,05	24,387 ± 2,68
P	7,318 ± 3,09	8,733 ± 1,05	9,342 ± 0,71	8,465 ± 2,04
Zr	7,023 ± 8,40	3,642 ± 0,35	3,978 ± 0,45	4,881 ± 4,90
Si	0,703 ± 1,26	0,222 ± 0,18	0,705 ± 1,02	0,543 ± 0,93
Mg	0,681 ± 0,25	0,872 ± 0,14	0,706 ± 0,26	0,753 ± 0,23

Tabela 6 - Média e desvio padrão (dp) do peso (%) dos remanescentes de componentes químicos analisados no grupo EndoRez

Componentes Químicos	Regiões			
	Cervical	Média	Apical	Total
C	23,575 ± 5,06	21,311 ± 3,23	21,606 ± 3,14	22,164 ± 3,87
O	39,296 ± 1,78	39,408 ± 1,29	39,380 ± 1,36	39,361 ± 1,43
Ca	23,590 ± 2,83	25,077 ± 1,81	25,828 ± 1,46	24,832 ± 2,23
P	12,305 ± 1,35	13,131 ± 0,84	11,767 ± 1,25	12,401 ± 1,25
Si	0,380 ± 0,36	0,176 ± 0,05	0,215 ± 0,06	0,257 ± 0,22
Mg	0,852 ± 0,11	0,858 ± 0,10	0,846 ± 0,10	0,852 ± 0,10
S	0	0	0,212 ± 0,12	0,070 ± 0,12

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão da metodologia

Diversos estudos (Mayhew et al., 2000; Baldissara et al, 2006; Alfredo et al., 2006; Teixeira et al., 2008; Dias et al., 2009; Aleisa et al., 2013; Mosharraf, Zare, 2014; Altmann et al., 2015) avaliando o efeito químico residual do cimento endodôntico a base de eugenol na resistência de união adesiva de pinos foram encontrados durante a revisão de literatura. O alto número de publicações referente a este cimento deve-se a sua influência negativa na polimerização dos cimentos resinosos, o que conseqüentemente pode diminuir a resistência de união adesiva.

Então, considerando a influência do cimento endodôntico obturador na resistência de união adesiva de pinos, e tendo conhecimento que novos cimentos endodônticos estão sendo desenvolvidos, o presente estudo objetivou avaliar a influência de quatro cimentos obturadores com diferentes componentes na resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro a dentina radicular.

O cimento endodôntico AH Plus à base de resina epóxica foi selecionado para o estudo devido suas propriedades de alta fluidez e tempo de presa prolongado, o que possibilita ao cimento capacidade de penetração nas microirregularidades do sistema de canais radiculares, e assim, aumenta a adesão do material endodôntico às estruturas dentárias (Salz et al., 2009; Balguerie et al., 2011).

Já o cimento Sealapex foi desenvolvido com o objetivo de melhorar as propriedades biológicas do material, para isso, o hidróxido de cálcio foi adicionado ao cimento (Marín-Bauza et al., 2012), assim foi selecionado por ser um cimento considerado biológico.

Outro cimento selecionado para o estudo, à base de metacrilato e de presa dual, foi o EndoREZ. Como propriedades apresenta radiopacidade, é hidrofílico, permitindo seu uso em ambientes úmidos, além de possuir boa fluidez e adaptação às paredes do canal radicular (Zmener et al., 2008).

Por fim, o desenvolvimento da nanotecnologia promoveu a introdução dos cimentos biocerâmicos na endodontia. Recém-introduzido no mercado, iRoot SP é um cimento pré-misturado com sistema injetável, e apresenta vantagens como capacidade para formar hidroxiapatita durante o processo de endurecimento, além de proporcionar adesividade entre a parede dentinária e o cimento (Zhang et al., 2010; Shokouhinejad et al., 2013).

Dois grupos controles foram pensados, no primeiro as raízes não foram obturadas com nenhum tipo de material obturador. Enquanto, no segundo os canais radiculares foram obturados apenas com o cone de guta-percha, sem o cimento obturador endodôntico.

Martinho et al., 2015 concluíram que a utilização da solução irrigadora hipoclorito de sódio diminuiu a resistência de união adesiva em dentes com pino de vidro cimentados, sendo a clorexidina capaz de preservar a resistência de união. No entanto, baseando-se na instrução do fabricante do sistema tanto do pino de vidro quanto do cimento resinoso a solução de hipoclorito de sódio foi utilizada neste estudo.

A cimentação do pino de fibra de vidro foi realizada com um sistema de adesivo autocondicionante, Futurabond DC, uma vez que estudos realizados por Calixto et al. (2012); Altimann et al. (2015) mostraram que este tipo de sistema promove uma resistência de união adesiva favorável entre compósitos e a estrutura dental., tanto quanto um sistema adesivo convencional.

Mesmo apresentando algumas limitações para teste de resistência de união adesiva (Chen et al., 2013), o teste de push-out foi o meio escolhido para realizar a avaliação da resistência de união adesiva. A diversidade de estudos, recentemente publicados, que utilizam este teste para o mesmo tipo de avaliação foi considerada, facilitando uma futura discussão de metodologia e resultados.

Com uma variação e inovação de metodologia, o presente trabalho, avalia através de escores a presença de remanescente de material endodôntico obturador na luz do canal por meio de estereomicroscópio. Enquanto que um grande número dos estudos (Baldissara et al., 2006; Teixeira et al., 2008; Manicardi et al., 2011; Martinho et al., 2015) avaliam o tipo da falha de adesão entre a dentina, o cimento resino e o pino.

Considerando um estudo realizado por Saleh et al., 2003, que avaliou os detalhes microscópicos da interface de união entre cimentos endodônticos e dentina, ou guta-percha e utilizavam a espectroscopia de energia dispersiva (EDS) para análise nos tubulos dentinários, a metodologia de avaliação da presença de remanescente de componentes químicos do material obturador no interior de túbulos dentinários através do EDS foi introduzida ao nosso estudo.

6.2 Discussão dos resultados

De acordo com os resultados deste trabalho a hipótese de nulidade foi aceita. Os dados de remanescente de cimento endodôntico encontrados tanto na parede do canal radicular através da avaliação por visualização em estereomicroscópio, quanto nos túbulos dentinários através da análise por EDS não tiveram influência com os resultados encontrados para a resistência adesiva dos pinos de fibra de vidro, teste de Push out.

Os resultados mostraram que não houve diferença entre os grupos experimentais e nem entre as regiões da raiz (cervical, média e apical) na resistência de união adesiva dos pinos de fibra de vidro. Os mesmos resultados foram encontrados em estudos realizados por (Manicardi et al., 2011; Aggarwal et al., 2012; Shokouhinejad et al., 2013). Porém são controversos aos estudos realizados por (Baldissara et al., 2006; Teixeira et al., 2008; Demiryurek et al., 2010; Aleisa et al., 2013) os quais concluíram que os cimentos endodônticos influenciam a resistência de união adesiva entre pino e estrutura dentária. Ainda, Mosharraf e Zare (2014) concluíram que as regiões do canal radicular não afetam a resistência de união, embora o cimento endodôntico a base de eugenol reduziu significativamente a resistência de união adesiva a estrutura dentaria.

De acordo com estudo realizado por Demiryurek et al. (2010) a maior resistência observada no grupo controle pode ser explicada porque os túbulos dentinários apresentam-se abertos permitindo assim máxima penetração do cimento resinoso. No entanto, o presente estudo mostrou similaridade entre a resistência de

união tanto entre grupos considerados controle, SO e GP, quanto nos grupos tidos como experimentais: AHP, IRT, SLP e ERZ.

Zhang et al. (2010) comenta da similaridade entre a composição dos cimentos AH Plus e IRoot SP e ressalta que os remanescentes da composição do fosfato de cálcio do cimento IRoot SP podem reagir com o cimento resinoso e agir como um agente de preenchimento. Corroborando, estudo realizado por Ersahan e Aydin (2010) relata que a alta resistência do AH Plus pode está associada com a sua habilidade de reagir com grupos amina expostos no colágeno para formar ligações covalentes entre a resina e o colágeno quando da abertura do anel epóxido. Estudos de Shokouhinejad et al. (2013) também encontraram resistência de união semelhante tanto para o cimento AH Plus quanto para o cimento EndoSequence BC.

Em contra partida, Caicedo et al.(2006) afirmaram que a presença de salicilato de isobutil como componente do cimento Sealapex age negativamente, diminuindo a resistência de união adesiva, tendo em vista que o salicilato reage com o cálcio criando uma barreira físico-química, dificultando a penetração do cimento resinoso nos túbulos dentinários.

Nenhum dos cimentos escolhidos para esse estudo tem eugenol em sua composição, pois diversos estudos (Baldissara et al., 2006; Teixeira et al., 2008; Aleisa et al., 2013; Mosharraf, Zare, 2014) relataram sua influência na polimerização do cimento resinoso diminuindo assim a resistência de união entre o pino de fibra de vidro e a parede dentinária. No entanto, mesmo conhecendo-se o efeito do eugenol sobre a resistência de união adesiva é importante estudar como novos cimentos, por exemplo, o biocerâmico age na resistência de união caso seus remanescentes permaneçam no canal radicular.

Comparando as médias de resistência de união adesiva do presente trabalho com outros trabalhos, observa-se que as médias foram mais baixas. No entanto, tal diferença pode ser justificada pela variabilidade de metodologia quanto a parâmetros como: diâmetro da ponta, velocidade de aplicação de força, célula de carga, espessura dos espécimes.

Outra variável em relação aos resultados de outros estudos é o fato dos discos para corpo de prova terem sido confeccionados a partir de dentes humanos, enquanto que alguns estudos (Dias et al., 2009) são realizados com dentes bovinos.

Numa segunda análise, de remanescente de material obturador endodôntico na luz do canal radicular os grupos AHP e IRT apresentaram o maior número de escore 3 nas três regiões da raiz, o que significa uma classificação de mais de 50% de presença de material obturador na luz do canal e, mesmo assim, mostrou resistência de união adesiva semelhante aos grupos controles SO e GP que tiveram classificação de escore 0, ausência de material obturador na luz do canal radicular, para todos os discos e em todas as regiões.

Corroborando com o resultado do presente estudos quanto a remanescente de material obturador na luz do canal radicular, estudo realizado por Rached-Junior FJ et al. (2014) concluíram que nenhum dos protocolos analisados para desobturação do canal radicular estava associado a completa remoção do material obturador do canal radicular.

Durante análise do EDS, observou-se uma diversidade de componentes químicos dos cimentos endodônticos presentes nos túbulos dentinários. A porcentagem de massa de Zircônia encontrada em todos os terços dos grupos dos cimentos AHPlus e IRoot SP tem importante relevância para posteriores estudos de interação deste componente químico tanto com componentes da constituição dentária, como com componentes do cimento resinoso que possam elevar a resistência de união adesiva de pinos de fibra de vidro, haja vista, os resultados favoráveis desses dois grupos, AHPlus e IRoot SP, no teste de push out.

Também é importante salientar algumas diferenças encontradas entre porcentagens de massa de componentes químicos oriundos do dente nos diferentes terços como é o caso do terço apical do cimento AH Plus. Entender o porquê de componentes como o Cálcio tem expressiva diminuição de porcentagem de massa enquanto que o Oxigênio teve uma elevação da sua porcentagem nesse terço, quais os fatores que proporcionaram tais mudanças e como tais mudanças podem influenciar na resistência adesiva devem ser aprofundados.

Ressalta-se a importância de que mais estudos sejam realizados, objetivando entender e esclarecer como componentes químicos de materiais odontológicos podem interagir com componentes da estrutura dentária, melhorando ou prejudicando a função dos materiais odontológicos junto ao tratamento odontológico efetuado. E assim, facilitar o desenvolvimento de novos materiais odontológicos.

7 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a presença de remanescente de material obturador tanto na luz do canal como nos túbulos dentinários não influenciaram negativamente a resistência de união adesiva dos pinos de fibra de vidro.

8 REFERÊNCIAS*

Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Effect of different root canal obturating materials on push-out bond strength of a fiber dowel. *J Prosthodont*. 2012 Jul;21(5):389-92. doi:10.1111/j.1532-849x.2012.00850.x

Aleisa K, Al-Dwairi ZN, Lynch E, Lynch CD. In vitro evaluation of the effect of different endodontic sealers on retentive strength of fiber posts. *Oper Dent*. 2013 Sep-Oct;38(5):539-44. doi:10.2341/12-414

Alfredo E, de Souza ES, Marchesan MA, Paulino SM, Gariba-Silva R, Sousa-Neto MD. Effect of eugenol-based endodontic cement on the adhesion of intraradicular posts. *Braz Dent J*. 2006;17(2):130-3.

Altintas S, Eldeniz AU, Usumez A. Shear bond strength of four resin cements used to lute ceramic core material to human dentin. *J Prosthodont*. 2008 Dec;17:634-40. doi:10.1111/j.1532-849x.2008.00348.x

Altmann AS, Leitune VC, Collares FM. Influence of eugenol-based sealers on push-out bond strength of fiber post luted with resin cement: systematic review and meta-analysis. *J Endod*. 2015 Sep;41(9):1418-23. doi:10.1016/j.joen.2015.05.014

Andrade OS, Kina S, Hirata R, Arita C. Adesão intra-radicular e as implicações clínicas sobre restaurações de dentes tratados endodonticamente. In: Miyashita E, Mello AT, coordenadores. *Odontologia estética: planejamento e técnica*. São Paulo: Artes Médicas; 2006. p. 53-66.

Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, Scotti R. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin. *J Endod*. 2006 Oct;32(10):985-8.

Balguerie E, Van der Sluis L, Vallaey K, Gurgel-Georgelin M, Diemer F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2011 Nov;37(11):1576-9. doi:10.1016/j.joen.2011.07.005

Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):809-18.

Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CE, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J*. 2012 May;45(5):419-28. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01992.x

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jan 2016]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Caicedo R, Alongi DJ, Sarkar NK. Treatment dependent calcium diffusion from two sealers through radicular dentine. *Gen Dent*. 2006 May-Jun;54(3):178-81.

Calixto LR, Bandéca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent*. 2012 Jan- Feb;37(1):80-6. doi:10.2341/11-035-L

Capar ID, Aydinbelge HA. Surface change of root canal dentin after the use of irrigation activation protocols: electron microscopy and an energy-dispersive X-ray microanalysis. *Microsc Res Tech*. 2013 Sep;76(9):893-6. doi:10.1002/jemt.222444

Chen WP, Chen YY, Huang SH, Lin CP. Limitations of push-out test in bond strength measurement. *J Endod*. 2013 Feb;39(2):283-7. doi:10.1016/j.joen.2012.11.002

De Deus G, Gurgel Filho ED, Ferreira CM, Coutinho Filho T. [Intratubular penetration of root canal sealers]. *Pesqui Odontol Bras*. 2002 Oct-Dec;16(4):332-6. Portuguese.

Demiryurek EO, Kulunk S, Yuksel G, Sarac D, Bulucu B. Effects of three canal sealers on bond strength of a fiber post. *J Endod*. 2010 Mar;36(3):497-501. doi:10.1016/j.joen.2009.11.014

Dias LL, Giovani AR, Silva Sousa YT, Vansan LP, Alfredo E, Sousa-Neto MD, et al. Effect of eugenol-based endodontic sealer on the adhesion of intraradicular posts cemented after different periods. *J Appl Oral Sci*. 2009 Nov-Dec;17(6):579-83.

Drummond JL, Sakaguchi RL, Racean DC, Wozny J, Steinberg AD. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res*. 1996 Dec;32(4):533-41.

Erdemir U, Sar-Sancakli H, Yildiz E, Ozel S, Batur B. An in vitro comparison of different adhesive strategies on the micro push-out bond strength of a glass fiber post. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011 Jul;16(4):626-34.

Ersahan S, Aydin C. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *J Endod*. 2010 Dec;36(12):2000-2. doi:10.1016/j.joen.2010.08.037

Gomes AL, Gomes OS, Sampaio-Fernandes JC, Leal C, Pinho A. Materiais de resina e superficies contaminadas com eugenol. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac*. 2006;47(2):107-15.

Heling I, Chandler NP. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J Endod*. 1996 May;22(5):257-9.

Kremeir K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N. Influence of endodontic post type(glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater*. 2008 May;24(5):660-6.

Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod.* 2002 Oct;28(10):684-8.

Mammotil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and *in vivo*. *Int Endod J.* 2007 Nov;40(11):873-81.

Manicardi CA, Versiani MA, Saquy PC, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber posts. *J Endod.* 2011 Apr;37(4):531-7. doi:10.1016/j.joen.2010.12.009

Marín-Bauza GA, Silva-Sousa YTC, Cunha SA, Rached-Junior FJA, Bonetti-Filho I, Sousa-Neto MD, et al. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. *J Appl Oral Sci.* 2012 Jul-Aug;20(4):455-61.

Martinho FC, Carvalho CAT, Oliveira LD, Lacerda AJF, Xavier ACC, Augusto MG, et al. Comparison of different pretreatment protocols on the bond strength of glass fiber post using self-etching adhesive *J Endod.* 2015 Jan;41(1):83-7. doi:10.1016/j.joen.2014.07.018

Martins GR. Efeito de diferentes soluções irrigadoras na resistência de união dentina radicular-adesivo autocondicionante [dissertação]. São José dos Campos (SP): Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2007.

Mayhew JT, Windchy AM, Goldsmith LJ, Gettleman L. Effect of root canal sealers and irrigation agents on retention of preformed posts luted with a resin cement. *J Endod.* 2000 Jun;26:341-4.

Mishima H, Kozawa Y. SEM and EDS analysis of calcospherites in human teeth. *Eur J Oral Sci.* 1998 Jan;106 Suppl 1:392-6.

Mosharraf R, Zare S. Effect of the type of endodontic sealer on the bond strength between fiber post and root wall dentin. *J Dent (Tehran).* 2014 Jul;11(4):455-63.

Pirani C, Paolucci A, Ruggeri O, Bossù M, Polimeni A, Gatto MR, et al. Wear and metallographic analysis of WaveOne and reciproc NiTi instruments before and after three uses in root canals. *Scanning.* 2014 Sep-Oct;36(5):517-25. doi:10.1002/eca.21150

Rached-Junior FA, Sousa-Neto MD, Bruniera JFB, Duarte MAH, Silva-Sousa YTC. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *Int Endod J.* 2014 Mar;47(3):264-70. doi:10.1111/iej.12142

Rached-Junior FJ, Sousa-Neto MD, Souza-Gabriel AE, Duarte MA, Silva-Sousa YT. Impact of remaining zinc oxide-eugenol-based sealer on the bond strength of a resinous sealer to dentine after root canal retreatment. *Int Endod J.* 2014 May;47(5):463-9. doi: 10.1111/iej.12170

Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Orstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod.* 2003 Sep;29(9):595-601.

Salz U, Poppe D, Sbicego S, Roulet JF. Sealing properties of a new root canal sealer. *Int Endod J.* 2009 Dec;42(12):1084-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01635.x

Shokouhinejad N, Gorjestani H, Nasseh AA, Hoseini A, Mohammadi M, Shamshiri AR. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. *Aust Endod J.* 2013 Dec;39(3):102-6. doi: 10.1111/j.1747-4477.2011.00310.x

Teixeira CS, Pasternak-Junior B, Borges AH, Paulino SM, Sousa-Neto MD. Influence of endodontic sealers on the bond strength of carbon fiber posts. *J Biomed Mat Res B Appl Biomater.* 2008 Feb;84(2):430-5.

Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):1034-9. doi:10.1016/j.joen.2009.04.018

Van Noort R, Cardew GE, Howard IC, Noroozi S. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *J Dent Res.* 1991 May;70(5):889-93.

Yonehara K, Shinohara M, Kanaya K. Transmission electron microscopic x-ray quantitative analysis of human dentin at 200 kV accelerating voltage. *J Electron Microscop Tech.* 1990 Nov;16(3):240-8.

Zhang W, Li Z, Peng B. Effects of iRoot SP on mineralization-related genes expression in MG63 cells. *J Endod.* 2010 Dec;36(12):1978-82. doi:10.1016/j.joen.2010.08.038

Zmener O, Pameijer CH, Macchi RL. Coronal curing depth of two dual-cure, methacrylate-based endodontic sealers. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2008 Aug;20(7):suppl 2-5; quiz 5-6.

ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa

INSTITUTO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA CAMPUS SÃO
JOSÉ DOS CAMPOS - UNESP

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CIMENTOS OBTURADORES ENDODÔNTICOS SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO E LONGEVIDADE ADESIVA DE RETENTORES PRÉ-FABRICADOS CIMENTADOS

Pesquisador: Rafaela Andrade de Vasconcelos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 22060913.9.0000.0077

Instituição Proponente: Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 560.470

Data da Relatoria: 11/03/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto ora apresentado tem como ponto principal o estudo dos possíveis efeitos que o tipo de cimento endodôntico obturador tem sobre a união entre pinos radiculares e dentina e cimento resinoso. É um estudo in vitro que utiliza dentes humanos.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a influência de diferentes cimentos endodônticos na resistência de união e longevidade, em diferentes regiões da raiz, após a cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro, avaliados através do teste de cisalhamento e por avaliação do tipo de fratura.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: não ocorrem por se tratarem de dentes extraídos por indicações diversas.

Benefícios: estudar melhor as variáveis propostas trazendo importantes observações do ponto de vista científico e ou clínico.

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777

Bairro: Jardim São Dimas

CEP: 12.245-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DOS CAMPOS

Telefone: (12)3947-9078

Fax: (12)3947-9010

E-mail: ceph@fosjc.unesp.br