



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara
Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Doutorado

Rodrigo Ricci Vivan

RESISTÊNCIA E TIPO DE FALHA DE UNIÃO DE MATERIAIS
RETROBTURADORES À DENTINA RADICULAR

Araraquara

2012

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Rodrigo Ricci Vivan

RESISTÊNCIA E TIPO DE FALHA DE UNIÃO DE MATERIAIS
RETROBTURADORES À DENTINA RADICULAR

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Odontologia – Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

Araraquara

2012

Rodrigo Ricci Vivan

RESISTÊNCIA E TIPO DE FALHA DE UNIÃO DE MATERIAIS
RETROBTURADORES À DENTINA RADICULAR

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. Fábio Luis Camargo Villela Berbert

3º Examinador: Prof. Dr. José Mauricio dos Santos Nunes Reis

4º Examinador: Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte

5º Examinador: Prof. Dr. Edson Alfredo

Araraquara, 25 de setembro de 2012

Dados Curriculares

Rodrigo Ricci Vivan

Nascimento: 02/12/1981

Filiação: José Marcondes Vivan e Maria Rosa Ricci

2000-2005 – Graduação em Odontologia na Universidade do Sagrado Coração – USC – Bauru.

2006-2007 – Especialização em Endodontia na Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas – APCD Regional Bauru.

2007-2009 – Mestrado em Odontologia (Área de concentração Endodontia) na Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB-USP.

2009-2012 – Doutorado em Odontologia (Área de concentração Endodontia) na Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho – FOAr – UNESP.

2010 - Atual – Professor de Endodontia da Universidade Sagrado Coração – USC – Bauru, São Paulo.

Associações:

Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas - APCD

Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO

Dedicatória

A *Deus* pela vida, pela benção de uma família maravilhosa. Agradeço também as pessoas que colocou em meu caminho, que sem dúvida foram determinantes em minha formação profissional, e principalmente pessoal, pelos exemplos de vida. Enfim, agradeço por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida, sempre me guiando e me protegendo. Muito obrigado meu Deus!

Ao meu pai, *José Marcondes*, pela educação e preocupação que sempre teve comigo. Agradeço pela paciência e pela compreensão para que eu pudesse realizar meu grande sonho. Obrigado por ser o grande alicerce de minha vida em todos os momentos. Enfim, muito obrigado por tudo que fez por mim. Esse trabalho também é seu, e também quero que saiba que o amo muito e rezo todos os dias para que seja muito feliz.

À minha mãe, *Maria Rosa*, pela vida e por entender minhas ausências durante todo esse tempo. Saiba que a amo muito e que rezo todos os dias para que seja muito feliz.

A vocês dedico esse trabalho realizado com muito amor e satisfação.

Agradecimentos

Ao meu orientador, *Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho*, pela orientação precisa e segura desse trabalho. Agradeço muito pela confiança em mim depositada e pela oportunidade de crescer profissionalmente, ao lado de um dos ícones da Endodontia brasileira e mundial, e pelo exemplo de amor e dedicação à Endodontia. Tenho orgulho de ter sido seu orientado. Sempre foi um sonho fazer pós-graduação em Araraquara, pelo renomado corpo docente. Gostaria muito de poder permanecer mais tempo ao lado do senhor, mas as oportunidades surgiram antes da finalização desse trabalho. Muito obrigado! Serei eternamente grato.

Aos professores do departamento de Odontologia Restauradora, disciplina de Endodontia, *Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru*, *Profa. Dra. Gisele Faria*, *Prof. Dr. Milton Carlos Kuga*, *Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho*, *Prof. Dr. Renato de Toledo Leonardo*, pelos valiosos ensinamentos durante o curso.

Ao *Prof. Dr. José Maurício dos Santos Nunes Reis*, pelo grande auxílio na execução dos testes mecânicos. Muito obrigado!

Aos colegas de pós-graduação, *Arnaldo*, *Sérgio*, *Regina*, *Loise*, *Norberto*, *Adriana*, *Érica*, *Guilherme*, *Ana Livia*, *Ana Carolina*, *Roberta* e *Rafael* pelo convívio harmonioso durante o curso.

Ao técnico "*Marinho*" pelo grande auxílio na execução da parte prática e pelo convívio durante esses anos.

Aos colegas de pós-graduação *Ronald* e *Bruno*, da FOB-USP, pelo grande auxílio na execução da microscopia confocal de varredura a laser e estereomicroscópio.

A *Márcia*, do laboratório da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, pelas imagens em microscopia confocal de varredura a laser. Muito obrigado.

Ao *Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte "Sal"*. Meu grande amigo e orientador. Serei eternamente grato por tudo que fez por mim. O senhor sabe que se não fosse sua ajuda não teria realizado mais essa etapa de minha vida. Muito obrigado por sempre me incentivar em realizar meu sonho de ser professor de Endodontia. Não tenho como descrever a amizade e confiança que tenho com o senhor. Agradeço todos os dias a **Deus** por ter colocado uma pessoa como o senhor em minha vida. Obrigado pela oportunidade de trabalhar com um dos ícones da Endodontia. Fica aqui minha admiração e gratidão ao senhor. Será sempre meu eterno orientador! Estenda meus agradecimentos a *Daniela, Rafael e Laís*, pela recepção em sua família.

Ao *Prof. Dr.IVALDO GOMES DE MORAES*, pelos ensinamentos e pela amizade entre nós. Com o senhor pude aprender muitas coisas, não somente

Endodontia. Aprendi que precisamos ser pessoas boas, e não somente bons profissionais. A maneira que sabe colocar as palavras na hora certa, o faz ser a pessoa querida no meio acadêmico. Gostaria somente de agradecer por tudo que me ensinou e o que fez por mim, por me deixar fazer parte em alguns instantes como se fosse um membro de sua família. Estenda meus agradecimentos a *D. Carminha, Guilherme, Fernanda e Renata*. Muito obrigado!

Ao *Prof. Dr. Paulo Henrique Weckwerth* e sua família *Ana Carolina, Natália, Vitor e Arthur*. É inarrável a nossa amizade. Foi e sempre será meu professor. Porém, me deu a oportunidade de ser seu amigo. Agradeço a Deus por ter colocado você e sua família em minha vida. Obrigado por me receber em sua casa como se fosse um membro de sua família. Fica aqui minha gratidão e admiração. Muito obrigado pela amizade.

A minha namorada *Jéssica*, pelo carinho, amor, incentivo e compreensão durante a confecção desse trabalho. Desculpe pelos momentos de ausência. Agradeço também aos seus pais *José e Maria de Fátima*, e seu irmão *Douglas*, pelo carinho com que me receberam.

Às turmas *XXVIII e XXIX de Odontologia da Universidade Sagrado Coração*, as quais me escolheram como nome de turma e paraninfo, respectivamente. Lembrarei de cada um de vocês pelo convívio e pela homenagem. Não menos, aos meus alunos das outras turmas da USC.

Aos professores, e hoje colegas de trabalho, *Prof. Dr. Sylvio de Campos Fraga*, *Prof. Dr. José Carlos Yamashita* e *Profa. Dra. Eliane Cristina Gulin de Oliveira*, pelos ensinamentos, incentivos, oportunidades e companheirismo durante essa caminhada. Assim como todos os professores da *Universidade Sagrado Coração*.

A *Universidade Sagrado Coração*, em nome da magnífica reitora *Profa. Dra. Ir. Suzana de Jesus Fadel*, a diretora do centro de ciências da saúde, *Profa. Dra. Leila Maria Vieira*, e *Profa. Dra. Claudia de Almeida Prado Piccino Sgavioli*, coordenadora do curso de Odontologia, e aos demais professores pela minha formação e, hoje, pela confiança e convívio harmonioso. Muito obrigado pelas oportunidades. Serei eternamente grato.

Ao *Prof. Dr. Sylvio de Campos Fraga*, pela amizade e confiança. Agradeço a oportunidade de trabalharmos juntos, onde tive a minha formação. Estenda meus agradecimentos a *Profa. Regina Fraga*, *Renato* e *Ana Carolina*, pela convivência desde a graduação.

Aos meus avós paternos, *Antonio* e *Maria do Carmo* (in memoriam), pelo carinho que sempre tiveram comigo. Em especial à minha avó, que sempre se preocupou com minha formação, e que me guiou aí da casa do papai do céu. A senhora também faz parte de mais essa etapa da minha

vida. Amo vocês!

Aos meus avós maternos, *Victor* (in memorian) e *Augusta*, pela minha educação e pelo carinho que sempre tiveram comigo, como se fosse um dos seus filhos. Muito obrigado por tudo. Amo vocês!

Aos meus tios, *Edson* e *Miriam*, pelo apoio e carinho que sempre me deram. Vocês sempre me apoiaram e acreditaram que eu conseguiria atingir meu objetivo. E à minha prima, *Daniela*. Tenho um carinho muito especial por vocês.

Aos meus tios *José Roberto Ricci*, *Almir Aparecido Ricci*, *Paulo Sérgio Ricci*. Não tenho palavras para agradecer o que fizeram pela minha pessoa. Vocês me educaram e me trataram como se fosse um filho. Agradeço todos os dias a Deus por ter passado parte da minha vida ao lado de vocês e por fazerem parte da minha família. A minhas tias *Silvana*, *Mara* e *Madalena* por me aceitarem como um membro da família. E, por fim, aos meus primos *Gustavo*, *Cibele*, *Ana Paula* e *Ana Laura*. Amo todos vocês!

A uma pessoa muito especial, meu tio *Vitor*, pra mim sempre "*Vitinho*". Você é o irmão que não tive e quero que saiba que tenho uma admiração muito grande por você. Tenho certeza que conseguirá um futuro brilhante. Esse trabalho também é seu. Muito obrigado pelo carinho que tem por mim.

Aos meus amigos de sempre *Murillo Barros, Fernando Miquita, Marcelo Cherubim, Diogo Rubim, Antonio Carlos Medina Jr, Bruno Chamorro, Bruno Siqueira, Renata Pereira* pela amizade e companheirismo sempre. Espero tê-los como amigos para sempre. Torço para o sucesso de cada um de vocês.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, especialmente a *Sra. Mara Cândida Munhoz do Amaral*, pela ajuda e disposição em todos os momentos que necessitei.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), na pessoa de seu Magnífico Reitor *Prof. Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached*.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, na pessoa de sua Diretora *Profa. Dra. Andréia Affonso Barreto Montandon* e vice-diretora *Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato*.

À *Capes*, pelo apoio financeiro fornecido para a elaboração e concretização deste trabalho.

Às bibliotecárias da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, por toda ajuda dispensada na correção do trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|------------------|----|
| RESUMO..... | 13 |
| ABSTRACT..... | 17 |
| INTRODUÇÃO..... | 21 |
| PROPOSIÇÃO..... | 39 |
| CAPÍTULO 1..... | 41 |
| CAPÍTULO 2..... | 60 |
| DISCUSSÃO..... | 79 |
| CONCLUSÃO..... | 83 |
| REFERÊNCIAS..... | 85 |
| ANEXOS..... | 96 |
| APÊNDICES..... | 98 |

RESUMO

Vivan RR. Resistência e tipo de falha de união de materiais retrobturadores à dentina radicular [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2012.

RESUMO

O presente estudo avaliou a resistência e tipo de falha de união de materiais retrobturadores à parede do canal radicular por meio do teste push-out. Capítulo 1 - Foi realizada comparação da resistência de união por compressão (push-out) e tipo de falha dos materiais retrobturadores MTA Angelus, MTA Sealer, Sealer 26 e OZE. Foram utilizadas 40 fatias de 2 mm de espessura de dentes unirradiculados humanos. Após preparo inicial do canal radicular com broca cilíndrica com 1,5 mm de diâmetro, o preparo retrógrado foi confeccionado com ponta de ultrassom CVD T0F-2. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com o material retrobturador: Grupo 1: MTA Angelus; grupo 2: MTA Sealer; grupo 3: Sealer 26; grupo 4: OZE. Para o teste, cada espécime foi posicionado na máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000) com velocidade de 1mm/min e célula de carga de 5kN, para a realização do teste de push-out. Também foi avaliada a presença dos cimentos nas paredes radiculares por meio do microscópio confocal de varredura a laser, e análise do tipo de falha em estereomicroscópio. Os dados foram submetidos ao teste estatístico de ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%. Os resultados de push-out mostraram maior adesão para

MTA Angelus (19,18 MPa) e MTA Sealer (19,13 MPa), seguidos do Sealer 26 (15,91 MPa). O cimento OZE (9,50 MPa) apresentou menor adesão que os demais cimentos estudados, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Em relação a presença de cimento, o cimento OZE (89,77%) e o MTA Sealer (83,06%) apresentaram os maiores valores, seguidos pelo Sealer 26 (59,33%), sem diferença significativa entre os materiais ($p > 0,05$). Em relação ao tipo de falha, predominou a falha adesiva, com exceção do grupo 4 (OZE), onde predominou a falha mista. Conclui-se que os materiais retrobturadores MTA Angelus, MTA Sealer e Sealer 26 apresentam resistência de união às paredes do canal radicular.

Capítulo 2 – O objetivo do presente estudo foi avaliar resistência de união por compressão (push-out) e tipo de falha de três materiais retrobturadores, em preparos retrógrados ultrassônicos confeccionados com diferentes pontas (CVD T0F-2; Trinity diamantada; Satelec S12/90 L). Foram utilizados 90 fatias de 2 mm de espessura de dentes unirradiculados humanos, incluídas em resina. Após preparo com broca cilíndrica com 1,5 mm de diâmetro, foi confeccionado preparo retrógrado com ponta CVD T0F-2, Trinity diamantada; Satelec S12/90, utilizando um dispositivo acoplado ao delineador. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 9 grupos iguais ($n=10$): Grupo 1: MTA Angelus + CVD T0F-2 ; grupo 2: MTA Sealer + CVD T0F-2; grupo 3: OZE + CVD T0F-2; grupo 4: MTA Angelus + Trinity

diamantada TU-18; grupo 5: MTA Sealer + Trinity diamantada TU-18; grupo 6: OZE + Trinity diamantada TU-18; grupo 7: MTA Angelus + Satelec S12 ; grupo 8: MTA Sealer + Satelec S12; grupo 9: OZE + Satelec S12 . Para o teste mecânico, cada disco de resina/dentina/material retrobturador foi posicionado na máquina de ensaios mecânicos, para a realização do teste de push-out. Após o teste, os espécimes foram examinados em estereomicroscópio em aumento de 32 vezes para avaliar o tipo de falha. Foi utilizado teste de Kruskal-Wallis, complementado por Dunn, com nível de significância de 5%. Os resultados de push-out mostraram maior adesão dos materiais, quando preparado com a ponta CDV, independente do material utilizado, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$). Em relação ao tipo de falha, houve predomínio de falha adesiva, com exceção dos grupos que foram obturados com OZE, com predomínio de falha mista. Conclui-se que a ponta CVD favorece a resistência de união de materiais retrobturadores.

Palavras-Chave: Endodontia; ultrassom; materiais dentários.

ABSTRACT

Vivan RR. Push-out bond strenght of root-end filling materials to root canal dentine [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2012.

ABSTRACT

The aim of study was to evaluate the bond strength and failure type to root-end filling materials wall by means of push-out test. Chapter 1 – the aim of this study was to evaluate the bond strength and failure type of root-end filling materials MTA Angelus, MTA Sealer, Sealer 26 and OZE. 40 slices were used 2 mm thick of human teeth. After initial root canal preparation with cylindrical drill with 1.5 mm in diameter, the root-end preparation was made with ultrasound tip CVD T0F-2. The specimens were randomly divided into 4 groups (n=10) according to the root-end filling materials: Group 1: MTA Angelus; Group 2: MTA Sealer; Group 3: Sealer 26; Group 4: OZE. For the test, each specimen was positioned in the mechanical testing machine (EMIC DL 2000) with 1mm/min speed and load cell of 5KN to the completion of the push-out test. It was also evaluated the presence of cement through the confocal scanning laser microscope and analysis of failure type in stereomicroscope. The data were submitted to ANOVA and Tukey test statistic with significance level of 5%. The results of push-out showed greater bond strength to MTA Angelus (19,18 MPa) and MTA Sealer (19,13 Mpa), followed the Sealer 26 (15,91 Mpa). OZE (9.50 Mpa)

showed lower accession than other materials, with statistically significant ($p < 0.05$). In relation to presence of cement, the OZE (89.77%) and the MTA Sealer (83.06%) showed the greatest values, followed by Sealer 26 (59.33%), no significant difference between the materials ($p > 0.05$). In relation to the type of failure, predominated the adhesive failed, with the exception of Group 4 (OZE), which predominated the coesive failure. It is concluded that the MTA Angelus, MTA Sealer and Sealer 26 exhibit bond strength as root-end filling materials.

Chapter 2 – the aim of this study was to evaluate bond strength and failure type of of three root-end filling materials in root-end preparations made with different tips (CVD T0F-2; Trinity Diamond TU-18; Satelec S12). Ninety slices were used of 2 mm thickness of human teeth, included in resin. After initial root canal preparation with cylindrical drill with 1.5 mm in diameter, was constructed with retrograde staging tip CVD T0F-2, Trinity diamond TU-18; Satelec S12, using a device coupled to the eyeliner. The specimens were randomly divided into 9 groups ($n=10$): Group 1: MTA Angelus CVD T0F-2; Group 2: MTA Sealer CVD T0F-2; Group 3: OZE CVD T0F-2; Group 4: MTA Angelus Trinity diamond TU-18; Group 5: MTA Sealer Trinity diamond TU-18; Group 6: OZE Trinity diamond TU-18; Group 7: MTA Angelus Satelec S12; Group 8: MTA Sealer Satelec S12; Group 9: OZE Satelec S12. For the mechanical test, each disk was positioned in the mechanical tests for the test of push-out. After the test, the

specimens were examined in stereomicroscope on increase of 32x failure type. As statistical test, Kruskal-Wallis and Dunn's test, with a significance level of 5%. The results of push-out showed greater bond strength to the tip CDV, regardless of the material used, with difference statistically significant. ($p < 0.05$). Among the tips Trinity TU-18 and Satelec S12 no statistically significant ($p > 0.05$). In relation to the failure type there was a predominance of adhesive failure, with the exception of groups that were filled with OZE, with predominance of joint failure. It is concluded that the tip CVD favors the bond strength of retrobturadores materials.

Keywords: Endodontics; ultrasonic; dental materials;

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Apesar da evolução técnico-científica, o tratamento endodôntico convencional apresenta insucessos (Salehrabi, Rotstein⁶⁵). Algumas situações clínicas desfavoráveis, como presença de instrumento fraturado, perfurações radiculares, variações anatômicas e impossibilidade de acesso coronário, podem impossibilitar o sucesso do tratamento endodôntico convencional (Bramante, Berbert¹⁶), levando à indicação de procedimento cirúrgico. A obturação retrógrada é uma modalidade de cirurgia parendodôntica que consiste em acesso cirúrgico associado à curetagem apical, corte e remoção do ápice dental e preparo de cavidade retrógrada, seguido do preenchimento da mesma com material retrobturador. Esta cavidade deve apresentar características favoráveis à retenção do material retrobturador, e mínimo desgaste dental (Carr²²), proporcionando condições para o selamento da porção apical do sistema de canais radiculares (Arens et al.⁴).

Até a década de 70 a cirurgia parendodôntica apresentava índices de sucesso entre 50% a 70% (Rud et al.⁶³). Esses baixos valores estavam relacionados aos procedimentos operatórios e materiais utilizados nas cavidades retrógradas. Atualmente, entre os métodos disponíveis para confecção do retropreparo está o ultrassônico, descrito primeiramente por Richman⁶², empregando

cinzel ultrassônico para ressecção óssea e dos ápices dentais. O método foi aprimorado por Bertrand¹³ (1976), por meio da adaptação de pontas de raspagem periodontal. Somente em 1992, Carr²¹ preconizou pontas específicas para cirurgia parendodôntica e confecção de retropreparo.

Comparada ao método convencional, com utilização de brocas, a técnica ultrassônica oferece vantagens como confecção de paredes paralelas, adequada profundidade e retenção para o material retrobturador (Wuchenich et al.⁸⁵; Engel, Steiman²⁴; Mehlhaff, Marshall et al.⁴⁸). Durante o preparo retrógrado, o número de túbulos dentinários expostos é reduzido (Tidmarsh, Arrowsmith⁷⁷; Gilheany et al.²⁸; Wuchenich et al.⁸⁵). O retropreparo ultrassônico produz superfícies mais homogêneas em relação ao preparo convencional (Gutmann³¹; Saunders et al.⁶⁸; Wuchenich et al.⁸⁵; Gorman et al.²⁹).

Adicionalmente, o retropreparo ultrassônico requer menor remoção óssea para acesso ao ápice que o emprego de brocas (Kim⁴²; Mehlhaff et al.⁴⁸, Kim, Kratchaman⁴¹). A melhor acessibilidade das pontas ultrassônicas também possibilita que os retropreparos mantenham o alinhamento da cavidade com o longo eixo do canal, preservando assim a morfologia do canal radicular (Carr²²).

Os benefícios da utilização da tecnologia ultrassônica em cirurgia parendodôntica têm sido demonstrados (Gutmann et

al.³¹; Wuchenich et al.⁸⁵; Engel, Steiman²⁴; Gorman et al.²⁹; Carr²²; Mehlhaff et al.⁴⁸; Lin et al.⁴⁵; Paz et al.⁵⁹; Kim, Kratchaman⁴¹).

Diferentes modelos de pontas ultrassônicas foram desenvolvidos em tamanhos, angulações e superfícies de corte. As inovações deste material se desenvolveram no campo do tratamento de superfície, resultando em diferenças nos retropreparos (Brent et al.¹⁷; Zuolo et al.⁸⁸; Peters et al.⁶⁰; Navarre; Steiman⁵²; Ishikawa et al.³⁸; Bernardes et al.¹¹; Bernardes et al.¹²) e no tempo necessário para execução dos mesmos. Entre as pontas ultrassônicas, as pontas com superfície diamantada convencional são as mais amplamente utilizadas. Mais recentemente, a técnica de manufatura de retropontas diamantadas sofreu inovações com novo tipo de superfície e maior poder de corte, denominado CVD (chemical vapor deposition) (Bernardes et al.¹²).

As pontas diamantadas convencionais são manufaturadas por meio de solda galvânica do pó de diamante, com estrutura rugosa e cristais esparsos (Valera et al.⁸²). A obtenção de superfícies diamantadas a partir da técnica CVD, constitui em inovação na técnica a partir da deposição de um filme de diamante policristalino de corpo único. Bernardes et al.¹¹ compararam as superfícies de retropreparos realizados com as pontas diamantadas convencionais e CVD, bem como do tempo de trabalho e do aspecto superficial das pontas após o uso das

mesmas. O grupo preparado com as pontas CVD exibiu o menor tempo de preparo. Não houve diferença estatisticamente significativa na qualidade do preparo entre as três pontas. As três marcas de pontas ultrassônicas produziram preparos adequados, sem alterar a morfologia do forame apical.

Bernardes et al.¹², avaliaram a ponta CVD para apicectomias, comparando-a a alta e baixa rotação. Concluíram que a apicectomia com pontas CVD produziu superfícies mais rugosas e maior tempo de trabalho.

Faria-Junior et al.⁷ avaliaram o laser de ErCr:YSGG para confecção de cavidades retrógradas, comparando-o ao ultrassom com diferentes pontas. Concluíram que o tempo de preparo com o laser é maior que com o ultrassom, e que os preparos com ultrassom são melhores do que os realizados com o laser.

O desenvolvimento de cimentos endodônticos deve seguir a Especificação 57 para materiais obturadores endodônticos da American Dental Association (ADA) que determina a realização dos seguintes testes: escoamento, espessura do filme, tempo de endurecimento, radiopacidade, solubilidade e desintegração e estabilidade dimensional. Esta norma não apresenta modelo para os testes de adesividade e infiltração.

A adesividade significa a capacidade do material obturador em aderir às paredes dentinárias do canal radicular e propiciar

um meio cimentante que promova a união entre os cones de guta-percha entre si e estes com a dentina.

Silva et al.⁷⁰ estudaram a adesividade de alguns cimentos obturadores de canais radiculares antes e após a aplicação de EDTAC sobre a superfície dentinária. Os resultados evidenciaram que antes da aplicação do EDTAC, a ordem dos cimentos, da maior adesividade para a menor, ficou assim estabelecida: Fillcanal, N-Rickert, Endométhasone e Endométhasone Ivory. Após aplicado o EDTAC sobre a superfície dentinária, a ordem, da maior adesividade para a menor, ficou assim: Fillcanal, N-Rickert, Endométhasone e Endométhasone Ivory. A aplicação de EDTAC sobre a superfície dentinária surtiu efeitos estatisticamente significantes apenas para o cimento Endométhasone Ivory[®].

Lee et al.⁴³ em estudo *in vitro*, compararam quatro tipos de cimentos endodônticos (Kerr, Sealapex, AH 26, Ketac-Endo) quanto à adesão a dentina e a guta-percha. Os cimentos endodônticos apresentaram a seguinte ordem crescente de adesão à dentina: Kerr<Sealapex<Ketac-Endo<AH 26, enquanto que a adesão à guta-percha ocorreu da seguinte forma: Ketac-Endo<Sealapex<Kerr<AH 26.

Saleh et al.⁶⁴ estudaram a adesão de cinco cimentos obturadores de canais radiculares: Grossman (CG), Apexit (AP), Ketac-Endo (KE), AH Plus (AH), RoekoSeal Automix (RS) e

RoekoSeal Automix com um *primer* experimental (RP), à dentina e à guta-percha, além dos efeitos de pré-tratamentos dentinários. O pré-tratamento com EDTA produziu uniões mais fracas que o grupo controle, enquanto que o pré-tratamento com ácido fosfórico e ácido cítrico aumentou a adesão do cimento de Grossman. O *primer* usado com o cimento RoekoSeal aumentou significativamente sua adesão à dentina não tratada. Os autores verificaram que, de modo geral, a remoção da *smear layer* pode favorecer a adesão do cimento à dentina.

Eldeniz et al.²³ avaliaram a adesividade de três cimentos endodônticos (Diaket, AH Plus e Endo-REZ). Os resultados mostraram que a remoção da *smear layer* aumentou a força de adesão em todos os cimentos, e o cimento AH Plus apresentou os maiores valores de adesão à dentina com ou sem *smear layer*.

Gesi et al.²⁷ compararam a força adesiva entre Resilon/Epiphany e guta-percha/AH Plus, usando o teste *push-out*. O grupo da guta-percha exibiu força interfacial significativamente maior que o grupo do Resilon. As fatias de guta-percha falharam exclusivamente ao longo da interface guta-percha/cimento. As falhas nas fatias de Resilon ocorreram predominantemente ao longo da interface cimento/dentina, com reconhecida fratura dos *tags* de resina. Deslocamento entre Resilon e Epiphany foi também observado em alguns espécimes.

Sousa-Neto et al.⁷³ avaliaram a adesividade de um cimento a base de resina a dentina humana frente a irradiação com laser de Er: YAG ou Nd: YAG, sob vários protocolos. Concluíram que o aumento da frequência, independente da potência, aumenta a adesividade do cimento a base de resina.

Também comparando a adesividade dos cimentos AH Plus e Epiphany, Ungor et al.⁸⁰ mostraram que a força de adesão do conjunto cimento Epiphany/guta-percha foi estatisticamente superior aos demais grupos. Foi verificado também que a adesão do conjunto AH Plus/guta-percha foi maior que o conjunto AH Plus/Resilon.

Sly et al.⁷² avaliaram a adesão do sistema Resilon/Epiphany em comparação com o conjunto cimento AH 26/guta-percha. As médias para o Sistema Resilon/Epiphany e para o conjunto AH 26/guta-percha foram respectivamente 0,51 e 1,7, o que demonstrou que a adesão proporcionada pelo cimento AH 26 foi superior a do cimento Epiphany.

Alfredo et al.² avaliaram a força adesiva dos cimentos AH Plus e Epiphany na dentina radicular humana irradiada com um laser de 980 nm em diferentes parâmetros de potência e frequência, usando o teste *push-out*. Metade dos espécimes em cada grupo tiveram seus canais obturados com os cimentos AH Plus e metade com Epiphany. O teste *push-out* foi utilizado e os espécimes irradiados com laser e obturados com AH Plus tiveram

valores de força adesiva mais altos (8,69 +/- 2,44) que aqueles irradiados e obturados com Epiphany (3,68 +/- 1,58) e os controle não irradiados (3,86 +/- 0,60).

Ureyen Kaya et al.⁸¹ compararam a força adesiva e o modelo de falha de cimentos obturadores por meio de diferentes combinações técnica-material. Foram utilizados pré-molares humanos (n=144). Os canais radiculares foram selados com gutapercha (grupos 1-6) ou Resilon (grupos 7-12) combinados com AH Plus (grupos 1,4,7,10), Ketac-Endo (grupos 2,5,8,11) ou Epiphany (grupos 3,6,9,12) usando condensação lateral (grupos 1-3, grupos 7-9) ou System B e Obtura II (grupos 4-6, grupos 10-12). A força adesiva *push-out* das combinações Resilon/Epiphany foram mais baixas que aquelas de combinações de gutapercha/cimentos convencionais de canais radiculares.

Fisher et al.²⁵ propuseram um estudo *in vitro* a fim de comparar a força adesiva de vários materiais obturadores através do uso do teste *push-out*. Após instrumentação, as raízes foram divididas em cinco grupos (n=5), como segue: grupo 1, gutapercha com Kerr EWT (Kerr Corp, Romulus, MI); grupo 2, gutapercha com AH Plus (Dentsply, DeTrey, Germany); Grupo 3, Resilon (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT) e Epiphany (Pentron); grupo 4, sistema de obturação Activ GP (Brasseler); e grupo 5, sistema de obturação EndoREZ (Ultradent, South Jordan, UT). O grupo 2 mostrou ($p < 0,05$) força adesiva

maior comparado com todos os outros grupos. Da mesma forma, os grupos 1 e 4 tiveram significativamente ($p < 0,05$) forças adesivas maiores comparados com grupos 3 e 5.

Nunes et al.⁵³ avaliaram a adesividade do cimento Epiphany e AH Plus a dentina radicular humana tratada com NaOCl 1% e EDTA 17% por meio do teste push-out. Houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos (AH Plus: $0,78 \pm 0,13$; Epiphany: $0,61 \pm 0,19$, $p < 0,01$) entre os tratamentos e dentina radicular (água destilada: $0,58 \pm 0,19$; NaOCl 1%: $0,71 \pm 0,12$; 1% + NaOCl EDTA 17%: $0,80 \pm 0,17$). Concluíram que o cimento AH Plus apresentou a maior adesão à dentina que o cimento Epiphany, independente do tratamento das paredes do canal radicular.

Haragushiku et al.³³ avaliaram a adesividade dos cimentos endodônticos Epiphany, Apexit Plus e AH Plus à dentina do canal radicular submetidos a diferentes tratamentos de superfície (água destilada, EDTAC, NaOCl e laser de Er:YAG), por meio do teste push-out. Os cimentos à base de resina apresentaram comportamentos diferentes dependendo do tratamento da superfície. O modo de preparo do cimento Epiphany não influenciou na adesividade.

Onay et al.⁵⁴ avaliaram o tipo de falha de novos sistemas endodônticos de obturação (Real Seal/Resilon; RealSeal/Herofill; Hybrid Root Seal/Resilon; Hybrid Root Seal/Herofill; MM-

Seal/Resilon; MM-Seal/Herofill). Concluíram que os valores de push-out dos cimentos à base de metacrilato (Seal Root Hybrid e RealSeal) e Resilon foram maiores do que as combinações de cimentos a base de resina epóxi (MM-Seal) e guta-percha (Herofill).

Vilanova et al.⁸³ avaliaram a adesividade do cimento Epiphany e AH Plus após o uso de vários irrigantes endodônticos (NaOCl (30 min); 1% NaOCl (30 min) + 17% EDTA (5 min); 17% EDTA (30min); 24% EDTA gel (30min); 2% clorexidina (CHX) gel (30 min). Com exceção do NaOCl 1%, as outras substâncias aumentaram a resistência de união do AH Plus à dentina. O uso de NaOCl 1% por 30 min com EDTA 17% como irrigante final, por 5 minutos, aumentou a resistência do cimento Epiphany.

Ordinola-Zapata et al.⁵⁵ avaliaram a penetrabilidade de alguns cimentos endodônticos por meio da microscopia confocal de varredura a laser. Foram utilizados 30 canais radiculares obturados pela técnica da condensação lateral ativa, sendo divididos em 3 grupos: GutaFlow (n=10); Sealapex (n=10) e Sealer 26 (n=10). Os dentes foram seccionados a 3 e 5 mm de ápice. A análise estatística foi realizada por meio do teste de Tukey. Os resultados mostraram que o Sealapex apresentou a maior profundidade em ambos os níveis. Não houve diferença estatística entre GutaFlow e o Sealer 26 em ambos os níveis. Não houve diferença entre os 3 materiais com relação a

porcentagem de penetração ao redor das paredes do canal. Embora o Sealapex tenha apresentado a maior penetração nos tubulos dentinários, não houve diferença na porcentagem de adaptação nas paredes do canal radicular entre os 3 cimentos.

No mesmo ano, Ordinola-Zapata et al.⁵⁶ avaliaram a porcentagem e penetração de 2 cimentos endodônticos por meio da microscopia confocal de varredura a laser. Foram utilizados 20 canais mesiais de molar inferior e obturados com 2 sistemas: Thermafill e Real-Seal. Os dentes foram seccionados a 3 e 5 mm de ápice. A análise estatística foi realizada por meio do teste de t-Student. Não houve diferença entre as técnicas.

Grossman³⁰ propôs o uso de máquina constituída de uma haste em forma de T dotada de duas roldanas e um fio. Uma das extremidades do fio seria conectada ao material a ser testado e a outra extremidade à carga. Adiciona-se carga até a separação do material obturador da superfície dentinária. A massa necessária para a ruptura é relacionada com a aceleração da gravidade do local do teste, conseguindo-se a força de tração de ruptura. O cálculo da tensão de tração relaciona à força de tração de ruptura à área de cimentação.

Orstavik⁵⁷ propôs o uso da Máquina de Ensaio para os testes de adesividade dos materiais obturadores dos canais radiculares. Esse método foi seguido por Hyde³⁶; Wennberg, Orstavik⁸⁴ e Sousa Neto⁷³, que afirmaram que o teste de

adesividade neste equipamento promove maior uniformidade e reprodutibilidade. Os valores da tensão de tração expressos em MPa (Mega-Pascal) favorecem a comparação dos resultados, uma vez que é uma unidade aceita internacionalmente, e principalmente por considerar valores de área.

Na atualidade, o material mais estudado em obturações retrógradas é o MTA (agregado de trióxido mineral). Desde sua introdução na Odontologia, em 1993, o material tem sido indicado para selar comunicações entre a cavidade pulpar e o periodonto (Lee et al.⁴⁴, Torabinejad et al.⁷⁸), como material retrobturador (Bernabe, Holland⁹), capeador pulpar (Accorinte et al.¹), em pulpotomias (Holland et al.³⁴, Menezes et al.⁴⁹), reabsorções dentárias internas e externas (Jacobovitz, Lima³⁹), rizogênese incompleta (Pace et al.⁵⁸).

Vários materiais experimentais têm sido propostos a partir do MTA, como o CER (Cimento Endodôntico Rápido) (Santos et al.⁶⁶; Santos et al.⁶⁷), que apresenta biocompatibilidade, capacidade de estimular a deposição de tecido mineralizado e tempo de presa menor em relação ao MTA. Também, o NEC (New Endodontic Cement) que apresenta menor tempo de presa e maior escoamento em relação ao MTA (Asgary et al.⁵; Asgary et al.⁶). O cimento EndoBinder, à base de aluminato de cálcio com aditivos, apresentou selamento microbiano similar ao MTA (Jacobovitz et al.⁴⁰).

Dentre os materiais derivados do MTA com indicação de

cimento endodôntico podemos citar o MTA Obtura (Bernardes et al.¹⁰) e Endo CPM Sealer (Tanomaru et al.⁷⁴). Além disso, diversos aditivos oriundos da construção civil são avaliados em associação ao MTA e o cimento Portland visando modificações de suas propriedades (Asgary et al.⁵; Antunes Bortoluzzi et al.¹⁴; Bortoluzzi et al.¹⁵; Camilleri et al.¹⁸; Camilleri¹⁹).

Até o momento, não há um material retrobturador que reúna todas as propriedades ideais exigidas do mesmo, resultando na busca pelo desenvolvimento deste material.

O Sealer 26 espessado foi proposto como material retrobturador por Tanomaru-Filho et al.⁷⁶ com capacidade seladora bacteriana (Siqueira Jr et al.⁷¹), radiopacidade (Tanomaru-Filho et al.⁷⁴), além de promover reparação periapical in vivo (Tanomaru-Filho et al.⁷⁶). Munhoz et al.⁵⁰ avaliaram a adaptação do Sealer 26 e MTA sob perfilometria 3D e MEV. Porém, a resistência de união (push-out) do Sealer 26 ainda não foi descrita na literatura.

O MTA Sealer é um cimento experimental desenvolvido na Faculdade de Odontologia de Araraquara (UNESP). De acordo com Massi et al.⁴⁷, sua composição é cimento Portland branco, óxido de zircônio (radiopacificador), cloreto de cálcio (aditivo) e resina (veículo).

Loxley et al.⁴⁶ avaliaram o efeito de agentes oxidantes na resistência de união dos cimentos MTA, Super EBA e IRM. Os agentes oxidantes testados foram: Hipoclorito de sódio,

Perborato de sódio com soro fisiológico, Superoxol, Perborato de sódio com superoxol e soro fisiológico. Concluíram que o IRM manipulado de forma consistente apresentou os melhores resultados, enquanto que o MTA foi o menos resistente ao deslocamento.

Caravia, Garcia-Barbero²⁶ avaliaram a presença de um ambiente úmido na retenção do MTA. Concluíram que a umidade aumentou significativamente a resistência de união do MTA.

Yan et al.⁸⁶ avaliaram os efeitos do hipoclorito de sódio (5,25%), clorexidina (2%) e Glyde File Prep na adesividade do MTA a dentina. Não houve diferença entre hipoclorito de sódio e clorexidina. Concluíram que o Glyde File Prep influencia negativamente na resistência de união do MTA a dentina.

Tunç et al.⁷⁹ avaliaram a adesividade do MTA e um compômero com dois sistemas adesivos. Os resultados deste estudo sugerem que o total-etch sistema adesivo de frasco único resultou em maior resistência de união para o MTA.

Yesilyurt et al.⁸⁷ mensuraram a adesividade de ionômeros de vidro (Ketac Molar e Fuji IX) ao MTA branco em dois intervalos de tempo. Não houve diferença entre os intervalos estudados (24 e 72 horas). Concluíram que ambos os cimento de ionômero de vidro podem ser utilizados sobre o MTA 45 minutos após a inserção do mesmo.

Iacono et al.³⁷ avaliaram a resistência de união de cimentos de silicato de cálcio modificados, derivados do cimento Portland branco e concluíram que os cimentos apresentaram valores de 3 a 9.5 MPa após um mês de imersão em água.

Também foi avaliada a influência da biomineralização na retenção mecânica do MTA (Reyes-Carmona⁶¹), dos meios ácidos (Shokoubinejad et al.⁶⁹), dos meios alcalinos e das soluções irrigadoras (Hong et al.³⁵), verificando que essas variáveis podem influenciar na retenção mecânica dos materiais.

Munhoz et al.⁵⁰ avaliaram por meio da perfilometria 3D e microscopia eletrônica de varredura (MEV), a adaptação marginal do agregado trióxido mineral (MTA) e Sealer 26 para obturação retrógrada, com visão direta ou sob um microscópio óptico. A adaptação de ambos os materiais à dentina não foi influenciada pelo modo de visualização. Os vazios medidos com perfilometria para o Sealer 26, sob visão direta foram significativamente mais amplos e mais profundos do que aqueles para MTA sob visão direta ($P < 0,05$). Em MEV, áreas maiores com diferença significativamente foram observadas com o Sealer 26 ($P < 0,05$). Concluíram que as cavidades preenchidas com MTA tinham espaços menores e uma melhor adaptação marginal do que o Sealer 26.

Nagas et al.⁵¹ avaliaram o efeito do diâmetro do êmbolo na resistência de união (push-out) de materiais obturadores à dentina radicular. Foram testados, além dos cimentos, três

diâmetros de embolos (0,75, 1,0, e 1,25 mm). Em todos os grupos, o maior diâmetro do êmbolo resultou em uma força de adesão maior. Diferentes diâmetros de êmbolo são associados a significativa diferença do teste push-out em obturações.

Considerando o surgimento de novos materiais retrobturadores e de diferentes pontas ultrassônicas para retropreparo, torna-se oportuno a avaliação da resistência de união por compressão (push-out) de materiais retrobturadores e da influência de retropreparos realizados com diferentes pontas ultrassônicas.

PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Capítulo 1 - Avaliar a resistência de união por compressão (push-out) de diferentes materiais retrobturadores (MTA Angelus, MTA Sealer, Sealer 26 e OZE) à dentina radicular em cavidades retrógradas preparadas com ultrassom;
- Capítulo 2 - Avaliar por meio de ensaio mecânico compressivo a influencia do tipo de ponta ultrassônica utilizada em preparos retrógrados sobre a resistência de união entre diferentes materiais e à dentina radicular.

CAPÍTULO 1

RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE MATERIAIS
RETROBTURADORES À DENTINA RADICULAR

CAPÍTULO 1

* O artigo foi submetido ao International Endodontic Journal

RESUMO

Objetivo: Comparar in vitro, a resistência de união à dentina por meio de teste push-out dos materiais retrobturadores MTA Angelus, MTA Sealer, Sealer 26 e OZE.

Metodologia: Foram utilizadas 40 fatias com 2 mm de espessura confeccionados a partir de dentes unirradiculados humanos. Após preparo com broca cilíndrica com 1,5 mm de diâmetro foi realizado preparo das paredes dentinárias com ponta diamantada CVD T0F-2. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=10): Grupo 1: MTA Angelus; grupo 2: MTA Sealer; grupo 3: Sealer 26; grupo 4: OZE. O teste de push-out foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000) com velocidade de 1mm/min. A presença do material na superfície dentinária foi observada por meio do microscópio confocal de varredura a laser e o tipo de falha em estereomicroscópio. Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos de ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%.

Resultados: Os cimentos MTA Angelus (19,18 MPa) e MTA Sealer (19,13 MPa) apresentaram a maior resistência de união, seguidos do Sealer 26 (15,91 MPa). O OZE (9,50 MPa) apresentou menores valores de resistência de união ($p < 0.05$). Em relação à presença de cimento nas paredes do preparo, o cimento OZE (89,77%) e o MTA Sealer (83,06%) apresentaram os

maiores valores, seguidos pelo Sealer 26 (59,33%), sem diferença estatisticamente significante entre os materiais ($p>0.05$). Em relação ao tipo de falha, houve predomínio de falha adesiva, com exceção do grupo 4 (OZE), com predomínio de falha mista.

Conclusões: Os materiais retrobturadores MTA Angelus, MTA Sealer e Sealer 26 apresentam maior resistência de união às paredes do canal radicular.

Palavras-Chave: Resistência de união, material retrobturador, Mineral Trióxido Agregado, push-out.

Introdução

Um material retrobturador ideal deve apresentar estabilidade dimensional, radiopacidade, facilidade de manipulação e inserção, tempo de presa adequado, atividade antimicrobiana e biocompatibilidade (Gartner e Dorn, 1992). O amálgama apresenta falha na adaptação marginal e selamento em cavidades retrógradas (Frank et al., 1992). O material reparador com maior destaque é o Mineral Trióxido Agregado (MTA) (Torabinejad et al., 1997) e suas modificações (Massi et al., 2011). Ainda, cimentos endodônticos (Siqueira et al., 2001, Chong et al., 2007) têm demonstrado potencial para uso na retrobturação.

Novos materiais retrobturadores têm sido desenvolvidos com base na composição do MTA (Jacobovitz et al., 2009, Santos et al., 2005, Asgary et al., 2008, Asgary et al., 2009, Massi et al., 2011). Um cimento experimental (MTA Sealer) foi desenvolvido, baseado na composição de cimento Portland branco, óxido de zircônio (radiopacificador), cloreto de cálcio (aditivo) e componente resinoso (Massi et al., 2011) sendo indicado como material obturador de canal radicular. A partir de alteração na sua proporção pode ser usado como material retrobturador.

O método ultrassônico é o ideal para a confecção da cavidade retrógrada (Faria-Junior et al., 2009), proporcionando paredes paralelas, com adequada retenção para o material

(Wuchenich, Meadows e Torabinejad, 1994) e menor número de túbulos dentinários expostos (Wuchenich; Meadows; Torabinejad, 1994).

A microscopia confocal de varredura a laser tem sido utilizada na avaliação da penetração de cimentos obturadores fornecendo informações sobre a presença e distribuição de cimentos ou adesivos odontológicos no interior dos túbulos dentinários nas paredes do canal radicular (D'Alpino et al., 2006, Patel et al., 2007, Gharib et al., 2007, Marciano et al., 2011).

A resistência e tipo de falha de união de materiais retrobturadores após retropreparo com ultrassom têm sido pouco estudadas. Sabendo da importância da boa união do cimento à dentina, o que promoverá um selamento mais adequado, torna-se pertinente a realização da presente pesquisa. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união, presença do material nas paredes dentinárias e tipo de falha de quatro materiais retrobturadores (MTA Angelus, MTA Sealer, Sealer 26 e OZE) em cavidades retrógradas.

Material e Métodos

A composição e fabricantes dos materiais retrobturadores avaliados estão descritos na Quadro 1:

Quadro 1: Materiais retrobturadores, suas composições e fabricantes.

| Material | Siglas | Composição | Indústria |
|----------------|--------|---|--|
| MTA Angelus | MTAA | SiO ₂ ; K ₂ O; Al ₂ O ₃ ; Na ₂ O; Fe ₂ O ₃ ; SO ₃ ; CaO; Bi ₂ O ₃ ; MgO e resíduos insolúveis (cristais de sílica; óxido de cálcio; sulfato de potássio e sulfato de sódio). | Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda., Londrina, PR, Brasil |
| MTA Sealer | MTAS | Cimento Portland branco; Resina; Cloreto de cálcio; Óxido de zircônio (radiopacificador) | FOAr – UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil. |
| Sealer 26 | S26 | Pó: trióxido de bismuto, hidróxido de cálcio, hexametileno tetramina, dióxido de titânio. Líquido: Epoxi bisfenol. | Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil |
| OZE | OZE | Pó: óxido de zinco Líquido: eugenol | S.S.White, Rio de Janeiro, Brasil |

O cimento MTA Angelus foi manipulado na proporção de 3:1 em massa (pó/líquido), de acordo com o fabricante. O MTA Sealer foi manipulado na proporção de 5:1 em massa (pó/líquido), visando consistência de material retrobturador. O cimento Sealer 26 foi manipulado na proporção de 5:1 em massa (pó/resina), consistência indicada para obturação retrógrada (Tanomaru-Filho et al., 2006). O cimento de OZE foi manipulado

na proporção de 5:1 (pó/líquido), de acordo com Silva et al. (2011), na consistência espessa.

Para avaliação da presença de material nas paredes do preparo por meio da microscopia confocal de varredura a laser, foi acrescentado ao material, 0,01% de Rodamina B (Marciano et al. 2011).

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da FOAr – UNESP. Foram utilizadas 40 fatias de 2 mm de espessura de dentes uniradiculados humanos, os quais foram armazenados em solução de cloramina-T trihidratada a 0,5% (Fórmula & Ação Farmácia Magistral, São Paulo, SP) por uma semana e, posteriormente, mantidas em água destilada em refrigerador a 4°C, de acordo com a norma ISO/TS 11405:200. As raízes foram incluídas em resina (Resina Poliéster Automotiva Natrielli - Natrielli Química Ltda., Santana do Parnaíba, São Paulo) (Figura A1). O preparo inicial do canal radicular foi realizado com broca cilíndrica com 1,5 mm de diâmetro (Vortex, Produtos Odontológicos, São Paulo, SP) na velocidade de 2000 rpm. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com o material retrobturador, sendo: Grupo 1: MTA Angelus; grupo 2: MTA Sealer; grupo 3: Sealer 26; grupo 4: OZE.

O preparo das paredes dentinárias foi realizado com ponta CVD T0F-2 (CVD-Vale, São José dos Campos, SP, Brazil),

acoplada a um dispositivo delineador para proporcionar paralelismo entre a ponta e as paredes do preparo retrógrado (Figuras A2 e A3). Foi utilizado aparelho de ultrassom CVD (CVD-Vale, São José dos Campos, SP, Brasil) na potência 5 e irrigação. O tempo de preparo foi aproximadamente 17 segundos (Bernardes et al. 2007). Após os preparos, os materiais foram inseridos nas cavidades e os corpos-de-prova mantidos em estufa a 37°C, na presença de umidade, por 48 horas. Decorrido esse período, o excesso de material foi removido com lâmina de bisturi e lixa de granulação 220 e 600 até exposição da interface cimento/dentina.

Para o teste mecânico, cada disco de resina/dentina/material retrobturador, acoplados a base do delineador, foi posicionado na máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000), com célula de carga de 5 kN, acoplada ao computador (Figura A4). O teste de compressão progressivo foi realizado na velocidade 1 mm/min a partir do contato até o deslocamento do material retrobturador das paredes do canal radicular (Figura A5). A haste tinha uma ponta cilíndrica com diâmetro de 1,3 mm e foi mantida em contato apenas com o cimento (Figura A6). Os valores foram obtidos em N e transformados em MPa. O valor registrado foi dividido pela área de superfície de aderência da obturação, calculado pela seguinte fórmula: $2\pi r \times h$, onde π é a constante de 3,14, r é o raio do canal radicular, e h é a espessura de dentina.

Os espécimes foram examinados em microscópio confocal de varredura a laser Leica TCS-SPE (Leica, Mannheim, Alemanha). O MTA Angelus não foi analisado por não apresentar compatibilidade com o corante Rodhamina B. Os comprimentos de onda utilizados foram 540 nm e 590 nm. Amostras de dentina foram analisadas usando 5x, 40x e 63x. As camadas foram selecionados 10 um abaixo da superfície (Bitter et al., 2004). As imagens foram obtidas utilizando o software LAS-AF (Leica).

As imagens foram transferidas para o programa Image J, onde foi realizada a mensuração do perímetro do preparo, e da das paredes com presença de material retrobturador. Em seguida, os corpos de prova foram examinados em estereomicroscópio com aumento de 32x para análise do tipo de falha. Após tabulação dos dados, foram aplicados os testes estatísticos de ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%.

Resultados:

As médias (MPa) e desvio-padrão obtidos para o teste mecânico (push-out) estão dispostos na Tabela 1.

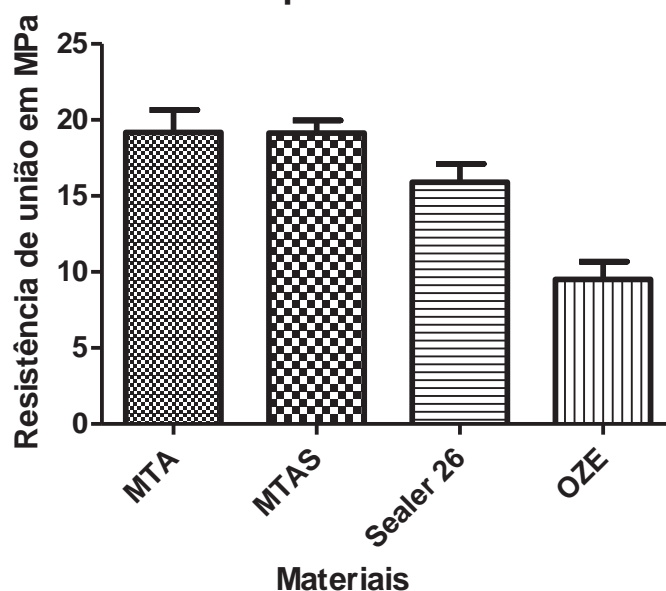
Tabela 1: Média (MPa) e desvio padrão da resistência de união quando submetidos ao teste mecânico (push-out).

| Push-out | MTA A | MTA S | S26 | OZE |
|----------------------|--------------|--------------|------------|------------|
| Média | 19,18a | 19,13a | 15,91a | 9,50b |
| Desvio Padrão | 4,70 | 2,65 | 3,82 | 3,73 |

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

Figura 1: Média (MPa) e desvio padrão da resistência de união quando submetidos ao teste mecânico (push-out).

Resistência de união para os diferentes materiais



As médias (%) e desvio-padrão do perímetro do preparo com cimento nas paredes estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2: Média (%) e desvio-padrão do perímetro do preparo com presença de cimento.

| Cimento | MTA A | MTA S | S26 | OZE |
|------------------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| Média | Não avaliado | 83,06a | 59,33a | 89,77a |
| Desvio - Padrão | Não avaliado | 21,59 | 39,57 | 15,95 |

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

Em relação ao tipo de falha, predominou a falha adesiva, com exceção do grupo 4 (OZE), que apresentou predomínio de falha mista.

Discussão

Um material retrobturador ideal deve selar o sistema de canais radiculares, além de resistir às forças de deslocamento, como tensões causadas pela mastigação (Reyes-Carmona, Felipe e Felipe, 2009, Parirokh e Torabinejad, 2010). O teste push-out é o mais utilizado para avaliar a resistência de união entre materiais e dentina (Saghiri et al., 2010), por apresentar confiabilidade (Goracci et al., 2004).

O método mais utilizado para a realização de preparos retrógrados é o ultrassônico (Wuchenich, Meadows e Torabinejad, 1994), contribuindo para o aumento do índice de

sucesso da cirurgia pararendodôntica (Kim e Kratchman, 2006). Os preparos retrógrados no presente estudo foram realizados com a ponta CVD T0F-2 (Bernardes et al., 2007) adaptadas em dispositivo para padronização da angulação. Munhoz et al. (2011) realizaram os retropreparos com a ponta diamantada Trinity, e observaram a adaptação marginal do agregado trióxido mineral (MTA) e Sealer 26 em obturação retrógrada por meio da perfilometria 3D e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Os resultados obtidos mostraram que o MTA Angelus (19,18 MPa) e o MTA Sealer (19,13 MPa) apresentaram os maiores valores de resistência. Hong et al. (2010) relatam valores semelhantes, porém sem o preparo ultrassônico. Os materiais a base de MTA apresentam expansão após a presa, o que pode estar relacionado aos resultados (Storm et al. 2008). O Sealer 26 (15,91 MPa) mostrou resultados similares aos materiais à base de MTA. O Sealer 26 apresenta composição à base de resina epóxi (Cohen et al. 2000), o que favorece o selamento. O MTA Sealer, além da resina, apresenta o cimento Portland branco, que poderia aumentar a resistência por meio da expansão (Storm et al. 2008). Em longos períodos, a formação de camada de hidroxiapatita (Sarkar et al., 2005) ou de apatita carbonatada (Reyes-Carmona, Felipe e Felipe, 2009) em sua superfície em contato com fluidos contendo fosfato poderia favorecer a ligação química entre o MTA e paredes dentinárias (Sarkar et al. 2005).

O cimento OZE apresentou os menores valores de resistência de união (9,50 MPa). No presente estudo, a consistência usada foi maior que para obturação de canais radiculares (5:1 pó/líquido) e os resultados podem ser explicados pela presença do íon zinco do óxido de zinco que pode afetar o componente mineral da dentina (Fisher et al., 2007).

O método de avaliação do material no perímetro do preparo, por meio do microscópio confocal de varredura a laser foi usado por Marciano et al., 2011, para comparação da porcentagem de penetração de guta-percha e cimento nos túbulos dentinários. Em relação à presença de cimento, o cimento OZE (89,77%) e o MTA Sealer (83,06%) apresentaram os maiores valores, seguidos pelo Sealer 26 (59,33%), sem diferença entre os materiais ($p > 0.05$).

Em relação ao tipo de falha, predominou a falha adesiva, concordando com resultados de Shokouhinejad et al. (2010), com exceção do grupo 4 (OZE), quando predominou a falha mista. O tipo de falha adesiva neste estudo pode estar relacionado ao tempo de armazenamento antes do teste push-out, que foi de 2 dias. Shokouhinejad et al. (2010) e Vanderweele et al. (2006) utilizaram períodos de 4 e 7 dias, respectivamente.

Conclusões:

Baseado na metodologia empregada e nos resultados conclui-se que o MTA Sealer (experimental), MTA Angelus e

Sealer 26 apresentam resistência de união às paredes de cavidades retrógradas.

Referências Bibliográficas:

Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J, Kheirieh S, Brink F (2009). Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *Journal of Endodontics* **35**, 243–50.

Batista de Faria-Junior N, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, de Toledo Leonardo R, Camargo Villela Berbert FL (2009). Evaluation of ultrasonic and ErCr:YSGG laser retrograde cavity preparation. *Journal of Endodontics* **35**, 741-4.

Bernardes RA, de Moraes IG, Garcia RB, Bernardineli N, Baldi JV, Victorino FR et al (2007). Evaluation of apical cavity preparation with a new type of ultrasonic diamond tip. *Journal of Endodontics* **33**, 484-7.

Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM (2004). A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *International Endodontic Journal* **37**, 840-8.

Carr GB (1997). Ultrasonic root end preparation. *Dental Clinic of North America* **41**, 541-54.

Cohen BI, Pagnillo MK, Musikant BL, Deutsch AS (2000) An in vitro study of the cytotoxicity of two root canal sealers. *Journal of Endodontics* **26**, 228–9.

D'Alpino PH, Pereira JC, Svizero NR, Rueggeberg FA, Pashley DH (2006). Use of fluorescent compounds in assessing bonded resin- based restorations: a literature review. *Journal of Dentistry* **34**, 623-34.

Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK (2007). An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *Journal of Endodontics* **33**, 856-8.

Frank LA, Glick DH, Patterson SS, Weine FS (1992). Long term evaluation of surgically placed amalgam fillings. *Journal of Endodontics* **18**, 391-8.

Gartner AH, Dorn SO (1992). Advances in endodontic surgery. *Dental Clinic of North America* **36**, 357-78.

Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC et al (2004). The adhesion between fibre posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences* **112**, 353–61.

Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W (2010). Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *Journal of Endodontics* **36**,1995-9.

Jacobovitz M, Vianna ME, Pandolfelli VC, Oliveira IR, Rossetto HL, Gomes BP (2009). Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an in vitro analysis of bacterial microleakage. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* **108**, 140-4.

Kim S, Kratchman S (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *Journal of Endodontics* **32**, 601-23.

Loxley EC, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC (2003). The effect of various intracanal oxidizing agents on the push-out strength of various perforation repair materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* **95**, 490-4.

Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TV, Duarte MA, Cavenago BC, Garcia RB et al (2011). Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal* **44**, 321-9.

Massi S, Tanomaru-Filho M, Silva GF, Duarte MA, Grizzo LT, Buzalaf MA et al. (2011). pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Journal of Endodontics* **37**, 844-6.

Munhoz MF, Marchesan MA, Cardoso DR, Silva SR, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD (2011). Quantitative 3D profilometry and SEM analysis of the adaptation of root-end filling materials placed under an optical microscope. *International Endodontic Journal* **44**, 560-6.

Nagas E, Uyanik O, Durmaz V, Cehreli ZC (2011). Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *International Endodontic Journal* **44**, 950-5.

Parirokh M, Torabinejad M (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics* **36**, 16–27.

Patel DV, Sherriff M, Ford TR, Watson TF, Mannocci F (2007). The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *International Endodontic Journal* **40**, 67-71.

Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT (2009). Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *Journal of Endodontics* **35**, 731–36.

Saghiri MA, Shokouhinejad N, Lotfi M, Aminsobhani M, Saghiri AM (2010). Push-out bond strength of mineral trioxide aggregate in the presence of alkaline pH. *Journal of Endodontics* **36**, 1856-9.

Santos AD, Moraes JC, Araujo EB, Yukimitu K, Valerio Filho WV (2005). Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *International Endodontic Journal* **38**, 443–7.

Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* **31**, 97–100.

Shokouhinejad N, Sabeti MA, Hasheminasab M, Shafiei F, Shamshiri AR (2010) Push-out bond strength of Resilon/ Epiphany self-etch to intraradicular dentine after retreat- ment: a preliminary study. *Journal of Endodontics* **36**, 493–6.

Silva GF, Guerreiro-Tanomaru JM, Sasso-Cerri E, Tanomaru-Filho M, Cerri PS (2011). Histological and histomorphometrical evaluation of furcation perforations filled with MTA, CPM and ZOE. *International Endodontic Journal* **44**, 100-10.

Siqueira JF Jr, Roças IN, Abad EC, Castro AJ, Gabyva SMM, Favieri A (2001). Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *Journal of Endodontics* **27**, 673-5.

Sly MM, Moore BK, Platt JA, Brown CE (2007). Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *Journal of Endodontics* **33**, 160-2.

Stiegemeier D, Baumgartner JC, Ferracane J (2010) Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *Journal of Endodontics* **36**, 318–21.

Storm B, Eichmiller FC, Tordik PA, Goodell GG (2008). Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Journal of Endodontics* **34**, 80-2.

Tanomaru-Filho M, Luis MR, Leonardo MR, Tanomaru JM, Silva LA (2006). Evaluation of periapical repair following retrograde filling with different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* **102**, 127-132.

Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasam SP (1997). Histologic assessment of Mineral Trioxide Aggregate as a root-end filling in monkeys. *Journal of Endodontics* **23**, 225-8.

Vanderweele RA, Schwartz SA, Beeson TJ (2006). Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. *Journal of Endodontics* **32**, 421-4.

Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT (2011). Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *International Endodontic Journal* **45**, 42-8

CAPÍTULO 2

* O artigo será submetido ao Journal of Endodontics

INFLUÊNCIA DO TIPO DE PONTA UTILIZADA NO
PREPARO ULTRASSÔNICO NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO E TIPO DE FALHA DE DIFERENTES MATERIAIS
RETROBTURADORES À DENTINA RADICULAR.

Resumo:

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência de união de três materiais retrobturadores, em preparos retrógrados confeccionados com diferentes pontas ultrassônicas (CVD T0F-2; Trinity diamantada; Satelec S12/90 L). Foram utilizados 90 fatias de 2 mm de espessura de dentes uniradiculados humanos, incluídas em resina. Após preparo inicial com broca cilíndrica com 1,5 mm de diâmetro, a cavidade retrógrada foi confeccionada com as diferentes pontas de retropreparo. A ponta foi acoplada a um dispositivo delineador para padronização da posição. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 9 grupos iguais (n=10): grupo 1: CVD T0F-2 e MTA Angelus; grupo 2: CVD T0F-2 e MTA Sealer; grupo 3: CVD T0F-2 e OZE; grupo 4: Trinity TU-18 e MTA Angelus; grupo 5: Trinity TU-18 e MTA Sealer TU-18; grupo 6: Trinity TU-18 e OZE; grupo 7: Satelec S12 e MTA Angelus; grupo 8: Satelec S12 e MTA Sealer; grupo 9: Satelec S12 e OZE. Para o teste mecânico, cada disco de resina/dentina/material retrobturador foi posicionado na máquina de ensaios mecânicos, para a realização do teste de push-out. Após o teste, os espécimes foram examinados em estereomicroscópio em aumento de 32 vezes para avaliar o tipo de falha. Os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e Dunn, com nível de significância de 5%. Maior resistência de união foi observada para a ponta CVD, independente do material utilizado, com diferença

estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Entre as pontas Trinity diamantada TU-18 e Satelec S12 não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Em relação ao tipo de falha, houve predomínio de falha adesiva, com exceção dos grupos que foram obturados com OZE, com predomínio de falha mista. Conclui-se que a ponta CVD favorece a resistência de união de materiais retrobturadores.

Palavras-Chave: Resistência de união; material retrobturador; pontas ultrassônicas;

Introdução

Um material retrobturador ideal deve apresentar estabilidade dimensional, radiopacidade, facilidade de inserção, tempo de presa adequado, atividade antimicrobiana, biocompatibilidade, capacidade para estimular tecido mineralizado e resistência de união à dentina radicular (1). O Amálgama utilizado com material retrobturador apresenta insatisfatória adaptação marginal e vedamento (2). Além da utilização de cimentos endodônticos para retrobturação (3,4) destaca-se atualmente o mineral trioxide agregado (MTA) (5) e suas modificações (6).

Novos materiais retrobturadores têm sido desenvolvidos com base na composição do MTA (6-10). Um cimento experimental (MTA Sealer) foi desenvolvido, baseado na composição de cimento Portland branco, óxido de zircônio (radiopacificador), cloreto de cálcio (aditivo) e resina (6) sendo indicado como material obturador de canal radicular. Alteração na sua proporção pode favorecer seu uso como material retrobturador.

O método ultrassônico é o ideal para a confecção da cavidade retrógrada (11), proporcionando paredes paralelas no retropreparo, com adequada retenção para o material obturador (12). O número de túbulos dentinários expostos é reduzido (12). Além disso, o preparo ultrassônico requer menor remoção óssea

para acesso ao ápice (13), possibilitando retropreparos no longo eixo do canal radicular (14).

Diferentes modelos de pontas ultrassônicas foram desenvolvidos em tamanhos, angulações e superfícies de corte variáveis. As diferentes características de superfície das pontas podem resultar em diferenças qualitativas nos retropreparos (15-21) e no tempo necessário para execução dos mesmos. As pontas de retropreparo com superfície diamantada convencional são as mais amplamente utilizadas. Um novo tipo de superfície diamantada foi proposto sendo denominado CVD (*chemical vapor deposition*) (21).

As pontas diamantadas convencionais são manufaturadas por meio de solda galvânica do pó de diamante, apresentando estrutura rugosa e espaços entre os grãos (22). A obtenção de superfícies diamantadas a partir da técnica CVD, consiste na deposição de um filme de diamante policristalino uniforme resultando em um filme de diamante de corpo único. Esta propriedade superficial é a base para a inovação na capacidade de corte e durabilidade das pontas CVD, quando comparadas com as pontas diamantadas convencionais (21) .

Bernardes et al. (20) observaram que retropreparos realizados com pontas diamantadas CVD proporcionaram menor tempo de preparo que pontas convencionais, sem diferença na qualidade do preparo entre as três pontas estudadas. Faria-Junior et al. (11) avaliaram o laser de ErCr:YSGG para confecção

de cavidades retrogradadas, e observaram maior tempo de preparo e menor qualidade dos prepares com laser em relação ao ultrassom.

A influência do tipo de ponta de retropreparo na resistência de união não é descrito na literatura. Sabendo da importância da resistência de união à dentina radicular, o que promoverá um selamento mais adequado, torna-se pertinente a realização do presente estudo. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a influência de diferentes pontas ultrassônicas (CVD T0F-2; Trinity diamantada; Satelec S12/90 L), utilizadas no retropreparo, na resistência e tipo de falha de união de diferentes materiais retrobturadores.

Material e métodos

A composição e fabricantes das pontas de retropreparo e dos materiais retrobturadores avaliados estão descritos no Quadro 1:

Quadro 1: Pontas ultrassônicas e materiais retrobturadores, suas composições e fabricantes.

| Material | Composição | Indústria | Ponta Ultrassônica | Indústria |
|----------------|--|---|-------------------------|---|
| MTA Angelus | SiO ₂ ; K ₂ O; Al ₂ O ₃ ; Na ₂ O; Fe ₂ O ₃ ; SO ₃ ; CaO; Bi ₂ O ₃ ; MgO e resíduos insolúveis (cristais de sílica; óxido de cálcio; sulfato de potássio e sulfato de sódio). | Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda., Londrina, PR, Brasil | CVD T0F-2 | CVD-Vale, São José dos Campos, SP, Brasil |
| MTA Sealer | Cimento Portland branco; Resina; Cloreto de cálcio; Óxido de zircônio (radiopacificador) | FOAr – UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil. | Trinity diamantada TU21 | Trinity, São Paulo, SP, Brasil |
| OZE | <u>Pó:</u> óxido de zinco <u>Líquido:</u> eugenol | S.S.White, Rio de Janeiro, Brasil | Satelec S12/90D | Satelec, Paris, França |

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP. O cimento MTA Angelus foi manipulado na proporção de 3:1 em massa (pó/líquido), de acordo com o fabricante. O MTA Sealer foi manipulado na proporção de 5:1 em massa (pó/líquido), visando consistência de material retrobturador. O cimento de OZE foi manipulado na proporção de 5:1 (pó/líquido) (23), visando consistência de material retrobturador.

Foram utilizadas 90 fatias de 2 mm de espessura de dentes uniradiculados humanos, os quais foram armazenados em solução de cloramina-T trihidratada a 0,5% (Fórmula & Ação Farmácia Magistral, São Paulo, SP) por, no máximo, uma semana e, posteriormente, mantidos em água destilada em refrigerador a 4°C, de acordo com a norma ISO/TS 11405:200. As raízes foram incluídas em resina (Resina Poliéster Automotiva Natrielli - Natrielli Química Ltda., Santana do Parnaíba, São Paulo) (Figura A1). O preparo inicial do canal radicular foi realizado com broca cilíndrica com 1,5 mm de diâmetro (Vortex, Produtos Odontológicos, São Paulo, SP) na velocidade de 2000 rpm. Em seguida, para o preparo retrógrado os espécimes foram posicionados em um dispositivo delineador visando o paralelismo entre a ponta e as paredes do preparo retrógrado (Figuras A2 e A3).

Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 9 grupos iguais (n=10): grupo 1: CVD T0F-2 e MTA Angelus; grupo 2: CVD T0F-2 e MTA Sealer; grupo 3: CVD T0F-2 e OZE; grupo 4: Trinity TU-18 e MTA Angelus; grupo 5: Trinity TU-18 e MTA Sealer TU-18; grupo 6: Trinity TU-18 e OZE; grupo 7: Satelec S12 e MTA Angelus; grupo 8: Satelec S12 e MTA Sealer e grupo 9: Satelec S12 e OZE.

Os preparos foram realizados com ultrassom da CVD (CVD-Vale, São José dos Campos, SP, Brasil) na potência 5 e irrigação abundante. A ponta de retropreparo foi posicionada contra todas

as paredes proporcionando aumento médio de aproximadamente 0.2 mm no diâmetro da cavidade. O tempo de preparo foi de aproximadamente 17 segundos para a ponta CVD (20), e 45 segundos para as pontas Trinity e Satelec (20). Após os preparos, os materiais retrobturadores foram inseridos nas cavidades. Os espécimes foram mantidos em estufa a 37°C, na presença de umidade, por 48 horas. Decorrido esse tempo, os excessos de cimentos foram removidos com lâminas de bisturi e lixa de granulação 220 e 600 até a observação de toda interface cimento/dentina no preparo.

Para o ensaio mecânico, cada disco de resina/dentina/material retrobturador foi posicionado na máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000) com célula de carga de 5 kN (Figura A4). O teste de compressão foi realizado com velocidade 1 mm/min a partir do contato até que ocorresse o deslocamento do cimento obturador das paredes do canal radicular (Figura A5). A haste utilizada possuía uma ponta cilíndrica com diâmetro de 1,3 mm e foi posicionada para que, durante a carga, ocorresse o contato apenas com o cimento, sem influencia com as paredes (Figura A6). Os valores foram obtidos em N e transformados para MPa. Para isso, o valor registrado foi dividido pela área de superfície de aderência da obturação, calculado pela seguinte fórmula: $2\pi r \times h$, onde π é a constante de 3,14, r é o raio do canal radicular, e h é a espessura de dentina.

Os corpos de prova foram examinados em estereomicroscópio para análise do tipo de falha. Após tabulação dos dados, foram aplicados os testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Dunn, com nível de significância de 5%.

Resultados

As médias (MPa) e desvio padrão da resistência de união quando submetidos ao teste mecânico (push-out) estão dispostos na Tabela 1.

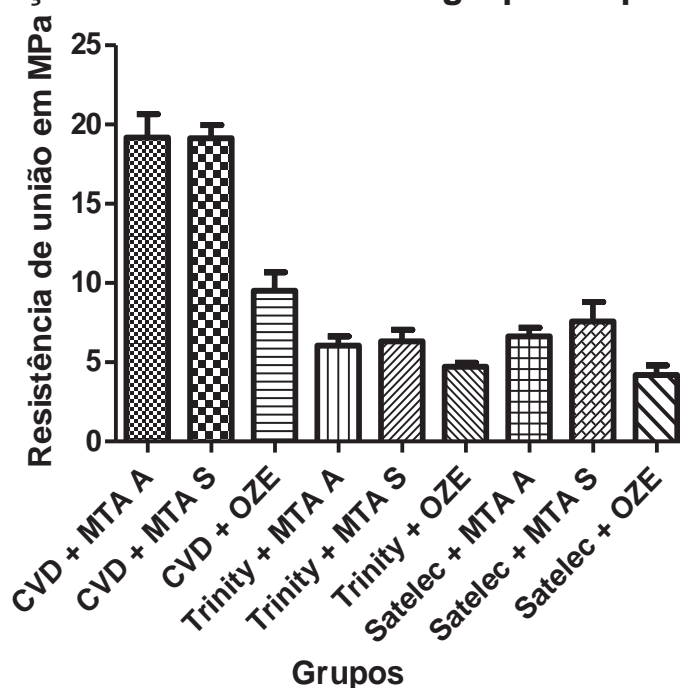
Tabela 1: Média (MPa) e desvio padrão da resistência de união quando submetidos ao teste mecânico (push-out).

| Push-out | CVD- MTA A | CDV- MTA S | CVD - OZE | Trin - MTA A | Trin - MTA S | Trin - OZE | Sat - MTA A | Sat - MTA S | Sat - OZE |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| Média | 19,18a | 19,13a | 9,50a | 6,05b | 6,32b | 4,71b | 6,64b | 7,56b | 4,19b |
| Desvio- padrão | 4,70 | 2,65 | 3,73 | 1,81 | 2,33 | 0,81 | 1,69 | 3,93 | 1,92 |

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

Figura 1: Média (MPa) e desvio padrão de resistência de união (push-out) para os diferentes grupos.

Comparação entre os diferentes grupos experimentais



Em relação ao tipo de falha, predominou a falha adesiva, com exceção dos grupos obturados com OZE (grupos 3,6 e 9), onde predominou a falha mista.

Discussão

O teste push-out é o mais utilizado para avaliar a resistência de união entre os materiais retrobturadores e a dentina (24, 25). Stiegemeier, Baumgartner e Ferracane (26) e Nagas et al. (27) verificaram que o diâmetro da ponta pode interferir nos resultados do teste push-out. No presente estudo foi usado dispositivo com ponta de diâmetro 1,3 mm (28,29).

O método mais utilizado atualmente para a realização de preparos retrógrados é o ultrassônico (12), contribuindo com aumento do índice de sucesso da cirurgia pararendodôntica (13). Paz et al. (31) investigaram a eficiência de corte de duas marcas de ultrassom e duas pontas (Satelec e Spartan). O ultrassom e a ponta Satelec foram mais eficazes para a remoção de dentina que o ultrassom e ponta Spartan. No presente estudo, as pontas de retropreparo avaliadas apresentam diferentes métodos de fabricação, o que pode interferir na resistência de união.

Os resultados mostraram que independente do material retrobturador testado, a ponta CVD T0F-2 apresentou os maiores valores de resistência de união. As características e arranjo da superfície diamantada da ponta CVD podem estar relacionados aos resultados obtidos (20).

As pontas ultrassônicas Satelec e Trinity apresentam cristais de diamante de pequeno porte, como se eles fossem incorporados em um material sólido. Ambas as pontas mostraram perdas no montante de diamante após utilização, que foram maiores pela ponta Satelec (20), o que provavelmente tenha acontecido no presente estudo.

As pontas CVD, confeccionadas pela deposição de vapor químico, são obtidas pela deposição de uma camada espessa de diamante puro, formando uma única pedra sobre a superfície inteira da ponta. A técnica de fabricação pode explicar sua

durabilidade de forma mesmo após utilização, conseqüentemente mantendo o poder de corte por mais tempo (20), o que pode explicar os melhores resultados da ponta CVD na presente pesquisa.

Bernardes et al (20), mesmo não encontrando diferenças significativas quanto à qualidade dos retropreparos, observaram que um maior número de retropreparos mais regulares para as pontas Satelec (31) e Trinity, em comparação as pontas CVD. Pode ser que um retropreparo mais irregular promovido pela ponta CVD, possa ter gerado maior atrito entre os material e a parede do canal radicular.

Os resultados obtidos mostraram que o MTA Angelus e o MTA Sealer apresentaram os maiores valores de adesão, independente da ponta ultrassônica utilizada no retropreparo. Hong et al. (32) relatam valores semelhantes, porém sem o preparo ultrassônico. Os materiais a base de MTA apresentam expansão após a presa, o que pode estar relacionado aos resultados (33). O MTA Sealer, além da resina, apresenta o cimento Portland branco, que poderia aumentar a resistência mecânica por meio da expansão (33). Em longos períodos, a formação de camada de hidroxiapatita (34) ou de apatita carbonatada (35) em sua superfície em contato com fluidos contendo fosfato poderia favorecer a ligação química entre o MTA e paredes dentinárias (34).

O cimento OZE apresentou os menores valores, independente da ponta ultrassônica utilizada. No presente estudo a consistência usada foi maior que para obturação de canais radiculares (5:1 pó/líquido) e os resultados podem ser explicados pela presença do íon zinco do óxido de zinco que pode afetar o componente mineral da dentina (36).

Em relação ao tipo de falha, predominou a falha adesiva, concordando com resultados de Shokouhinejad et al. (36), com exceção dos grupos onde o material foi o OZE, onde predominou a falha mista. O tipo de falha adesiva neste estudo pode estar relacionado ao tempo de armazenamento antes do teste push-out, que foi de 3 dias. Shokouhinejad et al.(36) e Vanderweele et al. (37) utilizaram períodos de 4 e 7 dias, respectivamente.

Baseado na metodologia empregada e nos resultados da presente pesquisa, pode-se concluir que as pontas influenciam na resistência de materiais retrobturadores, sendo a CVD a mais adequada para a abtenção de maiores valores de resistência de união com os materiais avaliados.

Referências

1. Gartner AH, Dorn SO. Advances in endodontic surgery. Dent Clin North Am 1992; 36:357-78.
2. Frank LA, Glick DH, Patterson SS, Weine FS. Long term evaluation of surgically placed amalgam fillings. J Endod 1992; 18:391-8.

3. Siqueira JF Jr, Roças IN, Abad EC et al. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod* 2001; 27:673-5.
4. Walivaara DA, Abrahamsson P, Isaksson S et al. Prospective study of periapically infected teeth treated with periapical surgery including ultrasonic preparation and retrograde intermediate restorative material root-end fillings. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:931-5.
5. Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ et al. Histologic assessment of Mineral Trioxide Aggregate as a root-end filling in monkeys. *J Endod* 1997; 23:225-8.
6. Massi S, Tanomaru-Filho M, Silva GF et al. pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *J Endod* 2011; 37:844-6.
7. Jacobovitz M, Vianna ME, Pandolfelli VC et al. Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an in vitro analysis of bacterial microleakage. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108:140-4.
8. Santos AD, Moraes JC, Araujo EB et al. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J* 2005; 38:443–7.
9. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M et al. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:609-14.
10. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M et al. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *J Endod* 2009;35:243–50.

11. Batista de Faria-Junior N, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM et al. Evaluation of ultrasonic and ErCr:YSGG laser retrograde cavity preparation. *J Endod* 2009;35:741-4.
12. Wuchenich G, Meadows D, Torabinejad M. A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. *J Endod* 1994;20:279-82.
13. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 2006;32:601-23.
14. Carr GB. Ultrasonic root end preparation. *Dent Clin North Am* 1997;41:541-54.
15. Brent P, Morgan L, Marshall J. Evaluation of diamond coated ultrasonic instruments for root-end preparation. *J Endod* 1999;25:672–5.
16. Zuolo ML, Perin FR, Ferreira MO et al. Ultrasonic root-end preparation with smooth and diamond-coated tips. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:265-8.
17. Peters CI, Peters OA, Barbakow F. An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond coated and stainless steel ultrasonic retrotips. *Int Endod J* 2001;34:142– 8.
18. Navarre SW, Steiman HR. Root-end fracture during retropreparation: a comparison between zirconium nitride-coated and stainless steel microsurgical ultrasonic instruments. *J Endod* 2002;28:330-2.
19. Ishikawa H, Sawada N, Kobayashi C et al. Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. *Int Endod J* 2003;36:586-90.
20. Bernardes RA, de Moraes IG, Garcia RB et al. Evaluation of apical cavity preparation with a new type of ultrasonic diamond tip. *J Endod* 2007;**33**:484-7.

21. Bernardes RA, de Souza Junior JV, Duarte MA et al. Ultrasonic chemical vapor deposition-coated tip versus high- and low-speed carbide burs for apicoectomy: time required for resection and scanning electron microscopy analysis of the root-end surfaces. *J Endod* 2009;35:265-8.
22. Valera MC, Ribeiro JJ, Trava-Airoldi VJ et al. Pontas de diamantes CVD. *RGO* 1996;44:104 – 8.
23. Silva GF, Guerreiro-Tanomaru JM, Sasso-Cerri E et al. Histological and histomorphometrical evaluation of furcation perforations filled with MTA, CPM and ZOE. *Int Endod J* 2011;44:100-10.
24. Saghiri MA, Shokouhinejad N, Lotfi M et al. Push-out bond strength of mineral trioxide aggregate in the presence of alkaline pH. *J Endod* 2010; 36:1856-9.
25. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A et al. The adhesion between fibre posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004;112:353–61.
26. Stiegemeier D, Baumgartner JC, Ferracane J. Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *J Endod* 2010; 36:318–21.
27. Nagas E, Uyanik O, Durmaz V et al. Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *Int Endod J* 2011;44: 950-5.
28. Sly MM, Moore BK, Platt JA et al. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J Endod* 2007;33:160-2.
29. Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E et al. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 2011; 45:42-8.

30. Munhoz MF, Marchesan MA, Cardoso DR et al. Quantitative 3D profilometry and SEM analysis of the adaptation of root-end filling materials placed under an optical microscope. *Int Endod J* 2011;44:560-6.
31. Paz E, Satovsky J, Moldauerl. Comparison of the cutting efficiency of two ultrasonic units utilizing two different tips at two different power settings. *J Endod* 2005; 31:824 – 6.
32. Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *J Endod* 2010; 36,1995-9.
33. Storm B, Eichmiller FC, Tordik PA, Goodell GG. Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod* 2008; 34, 80-2.
34. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005; 31, 97–100.
35. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *J Endod* 2009; 35, 731–36.
36. Shokouhinejad N, Sabeti MA, Hasheminasab M, Shafiei F, Shamshiri AR. Push-out bond strength of Resilon/ Epiphany self-etch to intraradicular dentine after retreat- ment: a preliminary study. *J Endod* 2010; 36, 493–6.
37. Vanderweele RA, Schwartz SA, Beeson TJ. Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. *J Endod* 2006; 32, 421–4.

DISCUSSÃO

Discussão

Os resultados obtidos em uma pesquisa laboratorial (in vitro), não podem ser extrapolados diretamente para a clínica, já que em um organismo vivo, onde a atuação de células, líquidos tissulares e muitos outros fatores, o comportamento dos materiais pode ser diferente daquele obtido no laboratório.

A adesão é definida como o processo pelo qual duas superfícies de composições moleculares semelhantes ou diferentes, unem-se por forças de atração, sejam elas mecânicas, químicas ou físicas. Considerando-se as forças mecânicas, a adesão ocorre por aprisionamento do material em outro corpo, dentro de cavidades naturais ou artificiais. A adesão química pode ser obtida pelas forças de valência primárias, como, por exemplo, ligações covalentes e iônicas. A adesão física, por sua vez, depende das forças de valência secundárias: forças de Van der Waals, forças de Dispersão de London e pontes de hidrogênio.

Um termo mais adequado para definir a união que ocorre na interface entre material retrobturador e dentina pode ser resistência mecânica, que representa a união de duas substâncias sem que a força que as mantém unidas seja exclusivamente devido à atração de suas moléculas, mas sim pelo atrito.

Para que ocorra resistência mecânica, é necessário que haja uma proximidade bastante grande entre os materiais que se pretende unir.

Portanto, uma condição fundamental é a capacidade de umectação do líquido num material sólido, ou seja, uma baixa tensão superficial ou um adequado escoamento desse líquido na superfície do substrato. Essa capacidade de umectação permitirá a aproximação necessária entre dois materiais, facilitando a atração molecular e propiciando a adesão.

Em se tratando da cirurgia pararendodôntica, a adesividade significa a capacidade do cimento retrobturador de aderir às paredes dentinárias do preparo retrógrado e propiciar um meio cimentante que promova a união dos cimentos com a dentina.

A adesão do material retrobturador às paredes da cavidade retrógrada é importante, eliminando espaços que possam permitir a percolação de fluidos entre a obturação e o canal radicular. Em uma situação dinâmica, a adesão é necessária para impedir o deslocamento da retrobturação durante procedimentos cirurgicos.

Os resultados obtidos mostraram que o MTA Sealer (experimental – FOAr UNESP) apresentaram valores satisfatórios de resistência de união. Os materiais a base de MTA apresentam expansão após a presa, o que pode estar relacionado aos resultados. O MTA Sealer (experimental – FOAr UNESP), além da resina, apresenta o cimento Portland branco, que poderia aumentar a adesividade por meio da expansão. Em longos períodos, a formação de camada de hidroxiapatita ou de apatita carbonatada em sua superfície em contato com fluidos contendo fosfato poderia favorecer a ligação química entre o MTA e paredes dentinárias.

Os resultados da presente pesquisa mostraram que independente do material retrobturador avaliado, a ponta CVD proporcionou a obtenção dos maiores valores de resistência de união com à dentina radicular. As características e arranjo da superfície diamantada da ponta CVD podem estar relacionados aos resultados obtidos.

Para que um material possa ser utilizado clinicamente, outros testes devem ser realizados, tanto físico-químicos, como antimicrobianos e biológicos.

CONCLUSÃO

Conclusão

Baseado na metodologia empregada e nos resultados da presente pesquisa, conclui-se que:

- Todos os materiais retrobturadores apresentaram resistência de união quando submetidos ao ensaio push-out. Porém, o MTA Angelus, MTA Sealer e Sealer 26 apresentaram os maiores valores de resistência de união.

- As pontas influenciam na resistência de materiais retrobturadores, sendo a CVD a mais adequada para a abtenção de maiores valores de resistência de união com os materiais avaliados.

REFERÊNCIAS

Referências*

1. Accorinte MI, Loguercio AD, Reis A, Bauer JR, Grande RH, Murata SS, Souza V, Holland R. Evaluation of two mineral trioxide aggregate compounds as pulp-capping agents in human teeth. *Int Endod J.* 2009; 42: 122-8.
2. Alfredo E, Silva SR, Ozório JE, Sousa-Neto MD, Brugnera-Júnior A, Silva-Sousa YT. Bond strength of AH Plus and Epiphany sealers on root dentine irradiated with 980 nm diode laser. *Int Endod J.* 2008; 41: 733-40.
3. American Dental Association. Council on Dental Materials. Specification #57 for endodontic filling materials. Chicago: ADA; 1984. p. 147-69.
4. Arens DE, Adams WR, De Castro RA. Surgical endodontics. In: Cohen S, Burns, RC. *Pathways of the pulp.* Saint Louis: CV Mosby, 1991. p. 494-546.
5. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 609-14.
6. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J, Kheirieh S, Brink F. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *J Endod.* 2009; 35: 243–50.
7. Batista de Faria-Junior N, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, de Toledo Leonardo R, Camargo Villela Berbert FL. Evaluation of ultrasonic and ErCr:YSGG laser retrograde cavity preparation. *J Endod.* 2009; 35: 741-4.
8. Ber BS, Hatton JF, Stewart GP. Chemical modification of ProRoot MTA to improve handling characteristics and decrease setting time. *J Endod.* 2007; 33: 1231-4.

9. Bernabé PFE, Holland R. Cirurgia paraendodôntica: como praticá-la com embasamento científico. In: Estrela C. Ciência endodôntica. São Paulo: Artes Médicas; 2004. cap.16, p. 657-797.
10. Bernardes RA, de Amorim Campelo A, Junior DS, Pereira LO, Duarte MA, Moraes IG, et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: e47-9.
11. Bernardes RA, de Moraes IG, Garcia RB, Bernardineli N, Baldi JV, Victorino FR, et al. Evaluation of apical cavity preparation with a new type of ultrasonic diamond tip. *J Endod.* 2007; 33: 484–7.
12. Bernardes RA, de Souza Junior JV, Duarte MA, de Moraes IG, Bramante CM. Ultrasonic chemical vapor deposition-coated tip versus high- and low-speed carbide burs for apicoectomy: time required for resection and scanning electron microscopy analysis of the root-end surfaces. *J Endod.* 2009; 35: 265-8.
13. Bertrand G, Festal F, Barailly R. Use of ultrasound in apicoectomy. *Quintessence Int.* 1976; 7: 9-12.
14. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Felipe WT, Tanomaru Filho M, Esberard RM. The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. *J Endod.* 2009; 4: 550–4.
15. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Duarte MAH, de Oliveira Demarchi AC, Monteiro Bramante C. The use of a setting accelerator and its effect on pH and calcium ion release of mineral trioxide aggregate and white Portland cement. *J Endod.* 2006; 1: 1194–7.
16. Bramante CM, Berbert A. Cirurgia paraendodôntica. São Paulo: Editora Santos; 2000. p. 131.
17. Brent P, Morgan L, Marshall J. Evaluation of diamond-coated ultrasonic instruments for root-end preparation. *J Endod.* 1999; 25: 672–5.

18. Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio L, Pitt Ford TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *Int Endod J.* 2005; 38: 834-42.
19. Camilleri J. Modification of mineral trioxide aggregate. Physical and mechanical properties. *Int Endod J.* 2008; 41: 843-9.
20. Camilleri J. The physical properties of accelerated Portland cement for endodontic use. *Int Endod J.* 2008; 41: 151-7.
21. Carr GB. Microscope in endodontics. *J Calif Dent Assoc.* 1992; 20: 55–61.
22. Carr GB. Ultrasonic root end preparation. *Dent Clin North Am.* 1997; 41: 541–4.
23. Eldeniz AU, Erdenir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealer to dentin with and without the smear layer. *J Endod.* 2005; 31: 293-6.
24. Engel TK, Steiman HR. Preliminary investigation of ultrasonic root end preparation. *J Endod.* 1995; 21: 443-45.
25. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod.* 2007; 33: 856-8.
26. Gancedo-Caravia L, Garcia-Barbero E. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod.* 2006; 32: 894-6.
27. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod.* 2005; 31: 809-13.
28. Gilheany PA, Figdor D, Tyas Mj. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J Endod.* 1994; 20: 22-6.

29. Gorman MC, Steiman HR, Gartner AH. Scanning electron microscopic evaluation of root-end preparations. *J Endod.* 1995; 21: 113-7.
30. Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J. Endod.* 1976; 2: 166-75.
31. Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders EM. Ultrasonic root-end preparation. Part 1. SEM analysis. *Int Endod J.* 1994; 27:318-24.
32. Handling characteristics and decrease setting time. *J Endod* 2007; 10:1231–4.
33. Haragushiku GA, Teixeira CS, Furuse AY, Sousa YT, De Sousa Neto MD, Silva RG. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. *Microsc Res Tech.* 2012; 75: 655-61.
34. Holland R, de Souza V, Murata SS, Nery MJ, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA, Dezan Júnior E. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz Dent J.* 2001; 12: 109-13.
35. Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *J Endod.* 2010; 36,1995-9.
36. Hyde DG. Physical properties of root canal sealers containing calcium hydroxide (Thesis Master of Science). Michigan: University of Michigan; 1986.
37. Iacono F, Gandolfi MG, Huffman B, Sword J, Agee K, Siboni F, et al. Push-out strength of modified Portland cements and resins. *Am J Dent.* 2010; 23: 43-6.

38. Ishikawa H, Sawada N, Kobayashi C, Suda H. Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. *Int Endod J.* 2003; 36: 586-90.
39. Jacobovitz M, de Lima RK. Treatment of inflammatory internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *Int Endod J.* 2008; 41: 905-12.
40. Jacobovitz M, Vianna ME, Pandolfelli VC, Oliveira IR, Rossetto HL, Gomes BP. Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an in vitro analysis of bacterial microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 140-4.
41. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod.* 2006; 32: 601–23.
42. Kim S. Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am.* 1997; 41: 481–97.
43. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod.* 2002; 28: 684-8.
44. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993; 19: 541-4.
45. Lin CP, Chou HG, Kuo JC, Lan WH. The quality of ultrasonic root-end preparation. A quantitative study. *J Endod.* 1998; 24: 666-70.
46. Loxley EC, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC. The effect of various intracanal oxidizing agents on the push-out strength of various perforation repair materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 95: 490-4.
47. Massi S, Tanomaru-Filho M, Silva GF, Duarte MA, Grizzo LT, Buzalaf MA, et al. pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *J Endod.* 2011; 37: 844-6.

48. Mehlhaff DS, Marshall JG, Baumgartner JC. Comparison of ultrasonic and high-speed-bur root-end preparations using bilaterally matched teeth. *J Endod.* 1997; 23: 448-52.
49. Menezes R, Bramante CM, Letra A, Carvalho VG, Garcia RB. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 98: 376-9.
50. Munhoz MF, Marchesan MA, Cardoso DR, Silva SR, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Quantitative 3D profilometry and SEM analysis of the adaptation of root-end filling materials placed under an optical microscope. *Int Endod J.* 2011; 44: 560-6.
51. Nagas E, Uyanik O, Durmaz V, Cehreli ZC. Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *Int Endod J.* 2011; 44: 950-5.
52. Navarre SW, Steiman HR. Root-end fracture during retropreparation: a comparison between zirconium nitride-coated and stainless steel microsurgical ultrasonic instruments. *J Endod.* 2002; 28: 330-2.
53. Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Braz Dent J.* 2008; 19: 46-50.
54. Onay EO, Ungor M, Ari H, Belli S, Ogus E. Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107: 879-85.
55. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Graeff MS, Garcia RB, de Moraes IG, et al. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 961-8.

56. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ, Perochena AC, Vivan RR, Camargo EJ, et al. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 450-7.
57. Orstavik D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. *Int Endod J.* 1983; 16: 99-107.
58. Pace R, Giuliani V, Pagavino G. Mineral trioxide aggregate as repair material for furcal perforation: case series. *J Endod.* 2008; 34: 1130-3.
59. Paz E, Satovsky J, Moldauerl. Comparison of the cutting efficiency of two ultrasonic units utilizing two different tips at two different power settings. *J Endod.* 2005; 31: 824 – 6.
60. Peters CI, Peters OA, Barbakow F. An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond coated and stainless steel ultrasonic retrotips. *Int Endod J.* 2001; 34: 142– 8.
61. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *J Endod.* 2009; 35: 731–36.
62. Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med.* 1957; 12: 12-8.
63. Rud J, Andreassen JO, Jensen JE. A follow-up study of 1000 cases treated by endodontic surgery. *Int J Oral Surg.* 1972; 4:215-28.
64. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo PMP, Ørstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J.* 2002; 35: 859-66.

65. Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod* 2004; 30: 846-50.
66. Santos AD, Araújo EB, Yukimitu K, Barbosa JC, Moraes JC. Setting time and thermal expansion of two endodontic cements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 106: 77-9.
67. Santos AD, Moraes JC, Araujo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J*. 2005; 38: 443–7.
68. Saunders WP, Saunders EM, Gutmann JL. Ultrasonic root-end preparation, Part 2. Microleakage of EBA root-end fillings. *Int Endod J*. 1994; 27: 325-9.
69. Shokouhinejad N, Sabeti MA, Hasheminasab M, Shafiei F, Shamshiri AR. Push-out bond strength of Resilon/ Epiphany self-etch to intraradicular dentine after retreatment: a preliminary study. *J Endod*. 2010; 36: 493–6.
70. Silva RG. Estudo de algumas propriedades físicas dos cimentos obturadores de canais radiculares [Tese de doutorado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia da USP; 1992.
71. Siqueira JF Jr, Roças IN, Abad EC, Castro AJ, Gabyva SMM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod*. 2001; 27: 673-5.
72. Sly MM, Moore BK, Platt JA, Brown CE. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany) *J Endod*. 2007; 33: 160-2.
73. Sousa-Neto, M. D. Estudo da influência de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre as propriedades físico-químicas do cimento obturador dos canais radiculares do tipo Grossman [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia da USP; 1997.

74. Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Hotta J, Watanabe E, Ito IY. Antimicrobial activity of endodontic sealers based on calcium hydroxide and MTA. *Acta Odontol Latinoam*. 2008; 2: 147–51.
75. Tanomaru-Filho M, Luis MR, Leonardo MR, Tanomaru JMG, Silva LAB. Evaluation of periapical repair following retrograde filling with different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006; 102: 127-32.
76. Tanomaru-Filho M, Moraes IG, Duarte MAH, Arekaki OT, Nishiyama CK. Avaliação do selamento apical de dois cimentos obturadores à base de hidróxido de cálcio. *Rev Bras Odontol*. 1996; 53: 2-4.
77. Tidmarsh BG, Arrowsmith MG. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*. 1989; 22: 184-9.
78. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod*. 1993; 19: 591-5.
79. Tunç ES, Sönmez IS, Bayrak S, Eğilmez T. The evaluation of bond strength of a composite and a compomer to white mineral trioxide aggregate with two different bonding systems. *J Endod*. 2008; 34: 603-5.
80. Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J*. 2006; 39: 643-7.
81. Ureyen Kaya B, Keçeci AD, Orhan H, Belli S. Micropush-out bond strengths of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems - an ex vivo study. *Int Endod J*. 2008; 41: 211-8.
82. Valera MC, Ribeiro JJ, Trava Airoidi VJ, Corat E, Leite, NF. Pontas de diamantes CVD. *RGO*. 1996; 44: 104-8.

83. Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J.* 2011; 45: 42-8.
84. Wennberg A, Orstavik D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. *Int Endod J.* 1990; 23: 13-9.
85. Wuchenich G, Meadows D, Torabinejad M. A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. *J Endod.* 1994; 20: 279-82.
86. Yan P, Peng B, Fan B, Fan M, Bian Z. The effects of sodium hypochlorite (5.25%), Chlorhexidine (2%), and Glyde File Prep on the bond strength of MTA-dentin. *J Endod.* 2006; 32: 58-60.
87. Yesilyurt C, Yildirim T, Taşdemir T, Kusgoz A. Shear bond strength of conventional glass ionomer cements bound to mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2009; 35: 1381-3.
88. Zuolo ML, Perin FR, Ferreira MO, de Faria FP. Ultrasonic root-end preparation with smooth and diamond-coated tips. *Endod Dent Traumatol.* 1999; 15: 265-8.



ANEXOS

Anexos

Certificado do parecer do comitê de ética da FOAr.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Comitê de Ética em Pesquisa

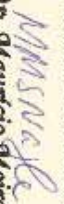



Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "ADESIVIDADE E PENETRABILIDADE DE MATERIAIS RETROBTURADORES A DENTINA APÓS PREPARO COM DIFERENTES PONTAS DE FILLING", sob o protocolo nº 64/09, de responsabilidade do Pesquisador (a) MAÍLIO TAVOMBARO FILLHO, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr, com validade de 01 (um) ano, quando será avaliado o relatório final da pesquisa.

Certify that the research project titled "BOND STRENGTH AND DEPTH OF ROOT-END FILLING MATERIALS AFTER ROOT-END PREPARATION WITH DIFFERENTS TIPS", protocol number 64/09, under of MAÍLIO TAVOMBARO FILLHO, responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP. Approval is granted for 01 (one) year when the final review of this study will occur.

Araraquara, 4 de maio de 2010.


Prof. Dr. Mauricio Mettelles Nagle
Coordenador

APÊNDICES

Apêndices



Figura A1: Corpo-de-prova.



Figura A2: Dispositivo para adaptação do aparelho de ultrassom ao delineador



Figura A3: Corpo de prova posicionado na base do delineador, com a ponta ultrassônica acoplada.



Figura A4: Corpo de prova posicionado na máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000).

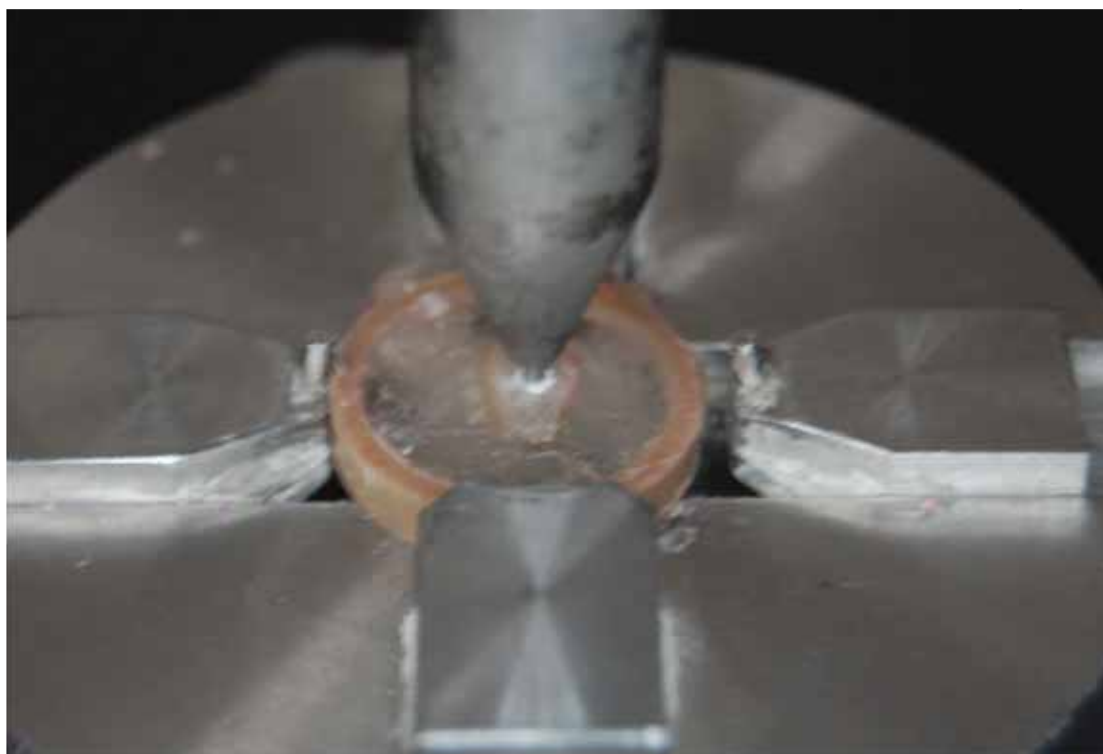


Figura A5: Corpo de prova posicionado na máquina de ensaios mecânicos, com a haste em contato com o material.



Figura A6: Haste com 1,3 mm de diâmetro utilizada para a realização do teste push-out.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 25 de setembro de 2012.

RODRIGO RICCI VIVAN