



**Avaliação da resistência à remoção de
pinos de fibra de vidro fixados com cimentos
resinosos auto-adesivos à dentina intra-radicular**

Suellen Zaitter

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Yara T. C. Silva Sousa (Brasil)

Co-orientador: Prof. Dr. Omar El-Mowafy (Canadá)

**Ribeirão Preto
2008**

Suellen Zaitter

**Avaliação da resistência à remoção de pinos de fibra de vidro
fixados com cimentos resinosos auto-adesivos à dentina
intra-radicular**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Yara T. C. Silva Sousa (Brasil)

Co-orientador: Prof. Dr. Omar El-Mowafy (Canadá)

Ribeirão Preto

2008

Ficha Catalográfica preparada pelo Centro de Processamento técnico da Biblioteca Central da UNAERP.

- Universidade de Ribeirão Preto –

Z137a

Zaitter, Suellen, 1982 -

Avaliação da resistência a remoção de pinos de fibra de vidro fixados com cimentos resinosos auto-adesivos à dentina intraradicular / Suellen Zaitter. - - Ribeirão Preto, 2008.

99 f. : il + anexo.

Orientadora: Profa. Dra. Yara T. C. Silva Sousa

Co-orientador: Prof. Dr. Omar El-Mowafy

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Odontologia, área de concentração: Endodontia. Ribeirão Preto, 2008.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Pinos intrarradiculares. 4- Cimentos Resinosos. I. Título

CDD: 617.6342



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto - Brasil e *Department of Clinical Sciences Faculty of Dentistry, University of Toronto* - Canadá e teve o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo nº 133609/2007-3).



Dedicatórias

Aos meus queridos pais,

Marcos Antônio Zaitter e Suely Maria Zaitter

pelo amor incondicional, credibilidade e fiel companhia. Por nunca medir esforços para que eu realize todos os meus sonhos e por me proporcionarem uma forte estrutura emocional que foi o alicerce para essa NOSSA vitória!

Obrigada por acompanharem tão profundamente cada etapa dessa conquista. Vocês são os meus maiores mestres!

Obrigada por tudo!

A **Deus**, por estar sempre presente em cada segundo da minha vida, iluminando meus caminhos. Obrigada pela benção da minha vida.



Agradecimentos

À minha orientadora e coordenadora do programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Riberão Preto - UNAERP, **Profª. Drª. Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa**, pela paciência, dedicação, conhecimento e aprendizado. Obrigada por tornar o meu caminho possível!

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Omar El-Mowafy**, pela calorosa recepção em seu país maravilhoso, pela valiosa e incrível experiência que adquiri durante o período sob sua orientação. Por me ensinar que um mestre, acima de tudo, deve aprender a ser humano. Obrigada por tudo!

Ao Prof. Dr. **Manoel Damião de Sousa Neto** pela sabedoria, ensinamentos e experiência. Meu reconhecimento ao excepcional pesquisador e professor. Obrigada pelas oportunidades proporcionadas e pela confiança depositada em mim para a realização de todos os desafios que tive ao longo desses 2 anos. Muito Obrigada!

À **Universidade de Riberão Preto** pelas oportunidades que possibilitaram meu desenvolvimento intelectual e profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Riberão Preto (UNAERP), **Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho, Prof. Celso Bernardo de Souza Filho, Prof. Dr. Edson Alfredo, Profª. Drª. Lisete Diniz Casagrande, Profª. Drª. Neide Aparecida de Souza Lehfeld, Prof. Dr. Ricardo**

Gariba, pela dedicação, profissionalismo e por transmitir seus conhecimentos de maneira tão precisa e clara. Obrigada!

Ao amigo Prof. Dr. **Renato Cassio Roperto**, por seu apoio e atenção na realização da parte experimental deste trabalho.

À Prof^a **Aline Evangelista de Souza Gabriel**, pela indispensável ajuda na fase final do meu trabalho. Aprendi muito com você! Obrigada!!

Aos colegas da 7^a turma, **Alcides Gomes de Oliveira, Andiará Ribeiro Roberto, Élcio Daleffe, Fuad Jacob Abi Rached Junior, Jorge Luis Gonçalves, Marcelo Palhais, Moises Franco, Odival Mathias Junior, Patrícia Mara Nossa, Renata Coelho, Waleska Vilanova**, pelo convívio e amizade durante o curso. Sucesso a todos vocês!

Em especial à minha amiga e colega **Gisele Aihara Haragushiku**, por sua fiel dedicação e auxílio em todas as fases do meu trabalho. Pelos momentos de luta e diversão suscitados do nosso convívio que tornou nossa amizade ainda mais sólida e sincera! Você foi muito importante para essa minha conquista! Obrigada!

Aos amigos do Laboratório de Pesquisa em Odontologia da UNAERP, **Raquel Viapiana, Livia Maria Rodrigues, José Estevam Vieira Ozorio** pelo convívio agradável e momentos de trabalho, aprendizado e descontração. Muito sucesso à vocês!!

Às secretárias da Divisão da Pós-graduação **Cecilia Maria Zanferdine e Joana Néia Vieira** por estarem sempre tão dispostas à ajudar em qualquer situação. Obrigada!

À Professora e coordenadora da Universidade de Toronto **Prof^a. Dr^a. Dorothy McComb** pela oportunidade de fazer parte da equipe de estudantes/pesquisadores do seu laboratório. Pelo aprendizado e experiência. Obrigada!

À Professora da Universidade de Toronto **Dra. Wafa El-Badrawy**, pela amizade, atenção e estimados momentos que tive a satisfação de desfrutar ao seu lado e de sua família. Obrigada pelo carinho!

Aos amigos e funcionários da Universidade de Toronto, **Ms. Ionie, Connie, Mariam, Monica, Bob Cherneck, Jian**, pela colaboração e apoio nos momentos que precisei, pela sincera amizade construída. Momentos e amigos que jamais esquecerei! Obrigada por tudo!

À coordenadora e professora do Centro Universitário Positivo- UNICENP, **Prof. Dra. Maria da Graça Kfoury Lopes** por sempre acreditar e torcer por mim. Por acompanhar cada passo do meu crescimento profissional. Muito Obrigada!

Aos professores da disciplina de tratamentos endodônticos do Centro Universitario Positivo – UNICENP, **Prof. Dr. Flares Baratto Filho** e **Profa. Dra. Denise Piotto Leonardi** por simplesmente me fazerem apaixonar pela arte da Endodontia, e por transmitirem a confiança e segurança sempre que precisei. Vocês foram um dos grandes responsáveis por esse caminho seguido. Admiro muito vocês! Muito Obrigada!

Ao meu professor de projetos 3D, **Maycon Koop** pela paciência em me ensinar e realizar um ótimo trabalho com tanta precisão. Obrigada pelos novos ensinamentos, com certeza eles acrescentarão muito na minha vida profissional! Obrigada!

Ao meu querido tio e professor **Wellington Menyrval Zaitter**, pelo apoio e incentivo na realização desse projeto. Por sempre guiar meus passos para que eu siga os seus. Tenho muito orgulho em pertencer à sua família e muito mais por ter sido sua aluna! Você foi muito importante para essa minha conquista! Muito obrigada por tudo!

Ao meu amor, **Mário Hayashi Júnior**, pelo amor, carinho, paciência em me ouvir e compreensão pela minha ausência. Pela força e persistência nos momentos distantes que vivemos, você mostrou ainda mais seu sincero sentimento. Pelo companherismo, apoio e incentivo na realização dos meus sonhos! Você é muito importante na minha vida! Essa vitória é sua também! Te amo muito!

Aos meus irmãos, **Cassiano Zaitter** e **Adriano Zaitter**, pelo carinho, amizade e incentivo. Por sempre acreditarem em mim! Vocês sempre foram meus exemplos de garra, coragem, e sabedoria. Amo vocês!

Às minhas cunhadas, **Isis Mendes Zaitter** e **Thaís Portugal Zaitter**, por sempre me apoiar, acompanhar e incentivar. Obrigada pela fraterna amizade de vocês!

Aos meus avós, **José Andzivoski**, **Eleonir Grande Andzivoski**, **Dilair de Jesus Souza Zaitter** e **Tufi Zaitter** (in memorian), pelo amor, carinho e orações para que minhas oportunidades se transformem em sucesso e por sempre estarem ao meu lado, física ou espiritualmente. Vocês são meus exemplos de vida! Obrigada!

Aos meus primos **Paulo Bruno**, **Marcia Bruno**, **Paulo Roberto Bruno**, **Carolina Bruno** e **Leandro Bruno** por sempre me darem carinho e atenção em todos os momentos durante esse trabalho em Ribeirão Preto. Obrigada por tudo que vocês fizeram por mim!

Ao meu grande amigo **Eduardo Aguiar**, pela grande amizade construída ao longo desses 2 anos em Ribeirão Preto e por dedicar tanto do seu tempo para me ajudar, aconselhar e mostrar o caminho da minha profissão. Obrigada por me acolher sempre que precisei!

À **minha família**, cada um de alguma forma contribuíram para que meu esforço e dedicação se transformassem em sucesso. Faço questão de dividir essa vitória com cada um de vocês! Amo todos vocês!

Ao meu afilhado **Lucas Waleski**, simplesmente por existir na minha vida. Pelo seu sincero sorriso em seu rostinho e abraço forte toda vez que me encontrou, depois de dias distante. Pela ingênua compreensão pela minha ausência! A madrinha te ama muito!

À minha amiga-irmã **Cristina Marçal Araújo**, por todos os momentos que marcaram nossa amizade, pelo apoio, companhia e sinceras palavras! Sua amizade é muito importante para mim! Obrigada!

À minha mãezinha **Maria do Perpétuo Socorro**, minha mais sincera devoção e agradecimento por estar sempre fazendo dos meus olhos ... os seus, para que eu sempre tivesse passos firmes e seguros, não só em todas as fases desse trabalho, como também em toda a minha vida! Obrigada pela eterna companhia!



Sumário

Resumo	
Summary	
Introdução.....	01
Revisão da literatura.....	05
Proposição.....	43
Material e métodos.....	45
Resultados.....	57
Discussão.....	63
Conclusões.....	68
Referências bibliográficas.....	70
Anexo	



Resumo

Este estudo avaliou, por meio do teste de micro-tração, a força de união de pinos de fibra de vidro fixados com cimentos resinosos auto-condicionantes e auto-adesivos. Sessenta e quatro raízes unirradiculares foram tratadas endodonticamente e preparadas para receber pinos de fibra de vidro: Exacto/Angelus (EA) e Everstick/StichTeck (ES), que foram fixados com os cimentos auto-adesivos BisCem/Bisco (BIS) e RelyX Unicem/3M ESPE (UNI) e com cimentos auto-condicionantes NAC100/Kuraray (NAC) e Panavia F/Kuraray (PAN). Os espécimes foram submetidos à termociclagem e armazenados em água destilada a 37°C por 1 mês. Quarenta e oito raízes (n=6) foram seccionadas na região cervical, obtendo-se 4 seções de 1 mm de espessura, de cada raiz, que foram submetidas ao teste de micro-tração em Máquina Especial de Ensaio. Duas raízes de cada grupo foram analisadas em MEV. A análise de variância indicou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,001$). A média obtida com o pino ES ($28,57 \pm 0,46$ MPa) foi estatisticamente maior que os obtidos com EA ($15,09 \pm 0,46$ MPa). O teste de Tukey indicou que para o pino EA os maiores valores foram obtidos com UNI ($19,75 \pm 5,11$ MPa) e BIS ($16,36 \pm 4,82$ MPa), que foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) do NAC ($13,96 \pm 5,05$ MPa) e PAN ($10,29 \pm 4,10$ MPa). Em relação ao pino Everstick, o tipo de cimento não influenciou nos valores de força de união ($p > 0,05$). Houve predominância de falhas adesivas na interface cimento/dentina em todos os grupos. Pode-se concluir que os pinos Everstick apresentaram os maiores valores de resistência à micro-tração, independentemente do cimento utilizado.



Summary

This study evaluated, by means of microtensile test, the bond strength of glass fiber posts luted with self-etch and self-adhesive resin cements to intraradicular dentine. Forty-eight single roots were endodontically treated and prepared to receive the glass fiber posts: Exacto/Angelus (EA) and Everstick/StichTeck (ES), which were cemented with self-adhesive cement: BisCem/Bisco (BIS) and RelyX Unicem/3M ESPE (UNI), and self-etch adhesive cements NAC100/Kuraray (NAC) and Panavia F/Kuraray (PAN). Specimens were thermocycled and stored in distilled water at 37°C for 1 month. Forty eight roots (n=6) were sectioned in cervical region, obtaining 4 slices of 1.0-mm thick of each root that were subjected to tensile testing in a Special Test Machine. Two additional roots of each group were analyzed by SEM. ANOVA indicated significant differences among groups ($p < 0.001$). Mean μ TBS values obtained with ES post (28.57 ± 0.46 MPa) were significantly higher than those obtained with EA (15.09 ± 0.46 MPa). For Exacto post, the Tukey test indicated that the higher mean values were obtained with UNI (19.75 ± 5.11 MPa) and BIS (16.36 ± 4.82 MPa), which were statistically different ($p < 0.05$) from NAC (13.96 ± 5.05 MPa) and PAN (10.29 ± 4.10 MPa). As regards to the Everstick post, the type of cement did not influence in the bond strength values ($p > 0.05$). There was predominance of adhesive failure in dentine/cement interface of all groups. It may be concluded that Everstick post had the highest microtensile values, regardless of the cement used.



Introdução

Os pinos de fibra de vidro foram introduzidos na Odontologia em 1990 como alternativa à colocação dos retentores intra-radulares (BITTER et al., 2007). Recentes estudos têm demonstrado que estes pinos podem ser indicados para dentes que requerem tratamento protético com contenção intra-radicular devido às suas vantagens; dentre elas, módulo de elasticidade similar ao da dentina, alta resistência à fratura e estética favorável (KALKAN et al., 2006; CEBALLOS et al., 2007; DE DURÃO et al., 2007; DAVIS et al., 2007; PERDIGÃO et al., 2007).

Devido às suas boas propriedades físicas, estes pinos permitem melhor reprodução do mecanismo natural de transmissão de forças. Desta forma, a tensão é melhor distribuída e o limiar de pressão do conjunto pino-raíz é aumentado (BOSCHIAN PEST et al., 2002; KALKAN et al., 2006; CEBALLOS et al., 2007). Apresentam matiz similar à dentina, o que contribui para obtenção de um aspecto homogêneo e natural da restauração final (DAVIS et al., 2007).

Nas restaurações protéticas com pinos de fibra de vidro, as forças são absorvidas pelo núcleo junto com o pino, minimizando sua transferência para a estrutura radicular, o que promove maior resistência à fratura (SCHWARTZ; ROBBINS, 2004; PERDIGÃO et al., 2007). O tipo de fratura na presença de pinos de fibra de vidro é mais "favorável" quando comparada àquelas que ocorrem com pinos metálicos, uma vez que, em caso de força excessiva que ultrapasse os limites suportáveis pelas estruturas dentais, os pinos de fibra a absorvem, podendo inclusive fraturar-se, diminuindo o risco de fratura radicular. Esse tipo de fratura possibilita nova restauração, e não a perda dental (SCHWARTZ; ROBBINS, 2004; DAVIS et al., 2007; PERDIGÃO et al., 2007).

Os pinos reforçados por fibras podem ser classificados quanto à forma anatômica em cônicos, cilíndricos e de dupla conicidade; quanto à configuração superficial, em lisos ou serrilhados; e quanto à radiopacidade, em translúcidos e radiopacos (STOCKTON, 1999). Esses pinos são constituídos por matriz epóxica polimérica com forte interligação entre as fibras (*cross-linked*) que, devido ao alto grau de conversão da matriz, tendem a ser pouco reativos, prejudicando a adesão com o agente cimentante (BITTER et al., 2007).

Recentemente, foi desenvolvido um pino de fibra de vidro flexível, denominado Everstick (Sticktech, Turku, Finlândia), que apresenta fibras unidirecionais contínuas embebidas em matriz polimérica multifásica. Esta matriz exibe uma rede polimérica semi-interpenetrante (IPN) com duas fases de polimerização: uma fase linear polimetilmetacrilato (PMMA) e outra *cross-linked* (LE BELL et al., 2005). Os monômeros do cimento resinoso penetram na fase polimérica linear formando uma adesão difundida através da polimerização (MANNOCCI et al., 2005; FOKKINGA et al., 2006; BITTER et al., 2007).

O pino Everstick apresenta forma cilíndrica e é anatomicamente adaptável devido às propriedades flexivas que permitem sua utilização em canais curvos ou amplamente desgastados. A adesão micro-mecânica e química desse pino proporcionam forte união aos cimentos resinosos e à parede dentinária (BITTER et al., 2007; KECECI et al., 2008).

Observa-se, na literatura, que a principal causa de falhas em restaurações com pinos de fibra de vidro está relacionada à qualidade da adesão entre as interfaces

pino/cimento e cimento/dentina (GORACCI et al., 2005a; D'ARCANGELO et al., 2007). Além das características do pino de fibra de vidro, o tipo de cimento resinoso pode ser um importante fator na retenção da contenção intra-radicular (MALLMANN et al., 2007; DE DURÃO et al., 2007) devido à capacidade de reforço da estrutura dental e por evitar a fricção entre as paredes dentinárias e o pino (FERRARI et al., 2002; BOUILLAGUET et al., 2003; GORACCI et al., 2005a; GONÇALVES et al., 2006; CEBALLOS et al., 2007).

Segundo AL-ASSAF et al. (2007), os cimentos resinosos auto-adesivos incorporados com monômeros multifuncionais são considerados um dos melhores materiais cimentantes para restaurações protéticas por apresentarem elevada resistência associada à boa fluidez sobre pressão (viscosidade estrutural), e ainda por dispensarem o tratamento prévio da dentina e a aplicação de primer/adesivo (DE MUNCK et al., 2004). A retenção micro-mecânica é baseada na reação dos monômeros ácidos, que desmineralizam a hidroxiapatita e favorecem a penetração do cimento nos túbulos dentinários (DE MUNCK et al., 2004; HIKITA et al., 2007).

Para minimizar a contração de polimerização e melhorar a adesão entre a dentina radicular e o pino, o cimento resinoso deve apresentar alta velocidade de conversão e, conseqüentemente, baixo módulo de elasticidade, enquanto mantém boa resistência mecânica (YU et al., 2006).

Diante do desenvolvimento de novos materiais que trazem perspectivas para a restauração de dentes tratados endodonticamente, torna-se importante estudar o comportamento dos novos pinos de fibra de vidro e cimentos resinosos auto-adesivos.



Revista da Literatura

TURNER (1982) observou que a retenção dos pinos fixados com fosfato de zinco é influenciada consideravelmente pela adaptação do pino e pelo método de aplicação do cimento. A impregnação do cimento no pino oferece apenas um terço de retenção quando comparado a um pino idêntico onde se leva o cimento tanto no pino como no espaço protético.

GOLDMAN et al. (1984) observaram que a remoção da camada *smear* com NaOCl a 5,25% e EDTA aumenta a união do cimento à dentina radicular, proporcionando maior retenção do pino protético. Observaram também que a força necessária para remoção dos pinos depende do tipo de cimento, sendo em ordem decrescente: cimento resinoso, cimento fosfato de zinco e policarboxilato.

EL-MOWAFY; MILENKOVIC (1994) compararam a retenção de pinos pré-fabricados fixados com 5 tipos diferentes de sistemas adesivos resinosos e cimento de fosfato de zinco (Fleck's Cement). Pinos fixados com prisma universal bond 3/Biomer ou Scotchbond multi-purpose/resiment exigiram força para remoção estatisticamente maiores quando comparados aos outros 4 sistemas de cimentação (Flek's Cement, Kit Universal para Cimentação de Pinos, All Bond2/ All- Bond C&B Cement, Scotchbond 2/Resiment). A termociclagem não teve efeito sobre o deslocamento do pino. A falha adesiva ocorreu em todos os espécimes fixados com sistemas adesivos, enquanto a falha coesiva ocorreu naqueles fixados com cimento de fosfato de zinco, em 85,7% dos casos.

SANO et al. (1994) avaliaram a relação entre a adesão na superfície dentinária e a resistência à tração de materiais adesivos. A superfície de dentina coronária de

terceiros molares humanos foi recoberta com resina composta aderida em dentina formando uma coroa de resina e os espécimes submetidos ao teste de micro-tração. Os resultados mostraram que a força de união foi inversamente proporcional à adesão na superfície dentinária. Nas superfícies abaixo de $0,4 \text{ mm}^2$, a força de união foi em torno de 55 MPa para o Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co., Ltd.), 38 Mpa para Scotchbond MP (3M Dental Products) e 20 MPa para Vitremer (3M Dental Products). Nestas pequenas áreas superficiais todas as falhas foram adesivas. Os autores concluíram que esse novo método permite uma precisa mensuração da força de união sem falhas coesivas da dentina. Além disso, múltiplas mensurações podem ser feitas em um único dente.

COHEN et al. (1998) compararam a retenção de 3 tipos de pinos pré-fabricados (Flexi-Post, Acess Post e Para-Post) fixados com 5 tipos de cimento, sendo 1 cimento resinoso (Flexi-Flow), 1 ionômero de vidro (Ketac-Cem), 2 compômeros (Duet e Advance) e 1 cimento de fosfato de zinco (Fleck's cement). Observaram que o pino Flexi-Post foi mais retentivo que os pinos passivos Acess Post e Para Post, enquanto o cimento resinoso Flexi-Flow proporcionou o mais alto grau de retenção, quando comparado aos demais cimentos estudados. Os autores concluíram que o uso do pino com fenda e rosca (Flexi-Post), em combinação com cimento resinoso, pode oferecer um alto grau de retenção para as restaurações coronárias.

KAKEHASHI et al. (1998) apresentaram um sistema de pino de Zircônia (Cosmo Post, Ivoclar), e um procedimento clínico indireto para a confecção do núcleo cerâmico partindo desse pino. Na primeira parte do estudo, foi realizado um acompanhamento

clínico por 2 anos de 24 dentes restaurados com pinos, que não resultaram em nenhum tipo de falha, além de apresentar excelentes resultados estéticos. Na segunda parte do estudo, os autores avaliaram, *in vitro*, a influência do condicionamento da superfície do pino na retenção e verificaram que a adesão de um material cerâmico a outro, por meio da queima da cerâmica no forno, proporcionou significativo aumento da retenção em comparação à cimentação com cimento resinoso. O jateamento com óxido de alumínio também contribuiu para aumentar a retenção.

LOVE; PURTON (1998) compararam a retenção de pinos pré-fabricados serrilhados fixados com 3 tipos de cimentos (resinoso, ionômero de vidro e o híbrido). Cinquenta dentes humanos uni-radulares tiveram suas coroas seccionadas, os canais tratados endodonticamente e, posteriormente, essas raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica. Os condutos de todos os espécimes foram preparados em comprimento de 10 mm de profundidade, utilizando a broca Para-post de 1,5 mm de diâmetro. Os corpos-de-prova foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos de acordo com o agente cimentante utilizado: Ketac-Cem, Vitremer, Fuji Duet, Scotchbond, e Panavia 21. Os corpos-de-prova foram submetidos a testes de tração na Máquina Universal de Ensaio com velocidade de 5 mm/min. Os resultados evidenciaram que os grupos foram estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,01$). Os autores concluíram que a retenção proporcionada pelos cimentos resinosos é superior aos demais cimentos. Em ordem decrescente de retenção estão: o cimento resinoso dual (Scotch Bond), o ionomérico (Ketac-Cem), cimento resinoso quimicamente ativado (Panavia 21) e, por último, com menor grau de retenção estão os cimentos híbridos (Vitremer, Fuji DUET).

GUIMARÃES et al. (1999) compararam a resistência à remoção por tração de pinos pré-fabricados (Unimetric 215 TR) fixados com diferentes cimentos: cimento de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro (Fuji-I) e cimento resinoso (Enforce). Foram utilizadas 120 raízes tratadas endodonticamente que foram submetidas ao preparo do espaço intra-radicular com 10 mm de comprimento para a posterior cimentação do pino. Após preparo, os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos, sendo três grupos de incisivos e três de caninos. Cada grupo de vinte incisivos e outro de vinte caninos tiveram os pinos fixados com um dos cimentos: fosfato de zinco, Fuji-I e Enforce. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina de Ensaios Universal com uma velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram que o cimento de ionômero de vidro propiciou maior resistência à remoção por tração, seguido do cimento de fosfato de zinco e cimento resinoso Enforce. A diferença de força de tração utilizada para a remoção dos pinos de incisivos e caninos foi estatisticamente significativa apenas para o cimento de ionômero de vidro, sendo a força necessária para remover os pinos dos caninos estatisticamente maior que a utilizada nos incisivos centrais.

STOCKTON (1999), em extensa revisão da literatura, verificou ampla divergência de opiniões em relação à adequação de diferentes sistemas de pinos para dentes tratados endodonticamente. Os estudos não fornecem aos cirurgiões-dentistas instruções claras para a seleção do sistema de pinos que propiciará adequada retenção, e menor risco à fratura radicular. O autor observou que para a maioria das situações

clínicas, a literatura indica pinos paralelos passivos que vão permitir aos cirurgiões-dentistas restaurarem com sucesso a maioria dos dentes tratados endodonticamente.

FERRARI et al. (2000) realizaram um acompanhamento clínico e radiográfico de 1314 dentes com restaurações intra-radulares com pinos de fibra, por período de 1 a 6 anos. Deste total, 840 pinos eram de fibra de carbono (C-Post), 215 de fibra de carbono revestida com fibra de quartzo (Aesthetic Post) e 249 de fibra de quartzo (Aesthetic Plus Post), fixados com quatro combinações de agente adesivo/material cimentante (All Bond 2/C&B, One-Step/C&B, Scotchbond Multi-Purpose Plus/Opal, Scotchbond 1/Rely X). As restaurações finais destes dentes foram 52% em metalocerâmica, 38% de coroa total em cerâmica, 10% em resina (RBC). Os resultados mostraram não existir diferença estatística significativa de falhas entre pinos e combinação de sistemas adesivos utilizados.

FREEDMAN (2001) relatou que a opção de se utilizar determinado tipo de sistema de pino para restaurar um dente tratado endodonticamente está ligada à quantidade de estrutura remanescente. Para a indicação de um retentor intra-radicular, devem-se considerar fatores como: técnica de preparo conservadora, compatibilidade estética e propriedades mecânicas próximas à dentina. O autor descreveu a técnica de utilização de 5 sistemas de pinos estéticos (Luminex, Luscent Anchor Post, ParaPost Fibre White, Fibrekor Post e o Aestheti-Plus), fixados com cimento resinoso dual.

MANNOCCI et al. (2001) avaliaram, *in vitro*, a estrutura de cinco diferentes sistemas de pinos de fibra pelo método radiográfico e microscopia óptica. Também foi

avaliada a resistência à flexão pelo teste dos três pontos, de pinos submetidos a três diferentes condições: armazenados a seco em temperatura ambiente, na presença de água a 37°C e simulando a condição clínica em dente bovino submetido a tratamento endodôntico e restaurado com resina composta. A análise por microscopia óptica mostrou presença de espaço na estrutura dos pinos, sendo que o Composipost (fibra de carbono) apresentou maior número de espaços que o Carbotech (fibra de carbono), o Snowpost (fibra de sílica), o Aestheti-Plus (fibra de quartzo) e o Light post (fibra de vidro). Apenas o Composipost e o Snowpost mostraram-se com uma radiopacidade aceitável. Todos os sistemas de pinos que foram armazenados em água apresentaram valores menores de resistência à flexão que os armazenados em ambiente seco. Em todas as condições, o pino Carbotech mostrou maior resistência à flexão que o Composipost e o Snowpost, e o Aestheti-plus apresentou maiores valores que o Snowpost. Os pinos utilizados em dentes bovinos apresentaram valores de resistência à flexão similar àqueles armazenados em ambiente seco.

BOSCHIAN PEST et al. (2002) avaliaram a força de união entre materiais cimentantes, dentina radicular e pinos de fibra por meio do teste de *push-out* e a integração destes três componentes por meio da MEV. Sessenta barras plásticas de 3 mm de espessura foram preparadas com a colocação de um pino no centro e em sua volta foi recoberto com agente cimentante usando uma ponta com um dispositivo de metal. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas antes do teste. Os espécimes foram submetidos ao teste de *push-out* e à análise em MEV. Os

resultados mostraram que a afinidade química entre diferentes componentes (materiais cimentantes e pinos de fibra) é extremamente importante no desenvolvimento de uma alta força de união. O teste de resistência adesiva e as observações em MEV mostraram que, *in vitro*, resinas compostas se comportam melhor que os cimentos resinosos. Os autores concluíram que o uso *in vivo* destes materiais pode reforçar significativamente a estrutura dental remanescente, reduzindo, portanto o risco à fraturas e descolamentos.

DUKE (2002) realizou revisão da literatura a respeito da evolução dos sistemas de retentores intra-radulares, dando ênfase aos pinos reforçados com fibras. O autor relatou que os núcleos metálicos fundidos continuam sendo muito utilizados, entretanto, algumas modificações na técnica têm sido introduzidas com relação à preservação da estrutura dentinária com mínimo preparo do canal radicular, prevenindo o enfraquecimento do remanescente radicular e, conseqüentemente, a fratura radicular. Estudos dos sistemas de pinos têm sido focados nas propriedades físicas, procurando sistemas que apresentem módulo de elasticidade mais próximo possível ao da dentina, permitindo a redução da concentração de estresse ao remanescente radicular e, conseqüentemente, a incidência de fratura. Os pinos de fibra foram introduzidos por apresentarem biocompatibilidade, módulo de elasticidade próximo ao da dentina, estética favorável e a possibilidade de remoção, caso seja necessário. O autor relatou as características e propriedades de seis sistemas de pinos: DT Light Post, Luscent Anchors, ParaPost fiber white esthetic system, Fibre-reinforced tapered post, IntegraPost e FibreFill.

FERRARI et al. (2002) avaliaram a efetividade do *microbrush* como aplicador de solução primer/adesivo em relação à formação de *tags* resinosos, ramificações adesivas laterais e zona interdifundida dentina/resina. Vinte dentes tratados endodonticamente foram divididos em 2 grupos: 1- Adesivo de um passo (Bisco) aplicado com pincel e 2- Adesivo de um passo (Bisco) aplicado com *microbrush*. Nos dois grupos foi utilizado o cimento resinoso Duo-Link (Bisco) e pinos Aesthetic Plus (fibra de quartzo). A solução de primer/adesivo foi fotopolimerizada antes da aplicação do cimento resinoso. Após uma semana, os espécimes foram analisados em MEV. Os resultados mostraram que os espécimes dos dois grupos mostraram zona interdifundida dentina/resina, *tags* resinosos e formação de ramificações adesivas. O *microbrush* permitiu a formação de zona interdifundida dentina/resina mais uniforme que o pincel convencional, e a formação de *tags* resinosos ao longo do comprimento do canal.

PEGORETTI et al. (2002) analisaram o comportamento mecânico do pino reforçado com fibra de vidro, tanto com o teste de resistência à flexão, quanto pela análise do elemento finito. Neste último teste, os resultados foram comparados a outros modelos de simulação de pinos reforçados com fibra de carbono, de pino fundido em liga de ouro e do dente natural. Os dados obtidos no teste de resistência à flexão pelo método dos três pontos foram transferidos ao modelo simulado durante a análise do elemento finito. Os resultados mostraram comportamentos diferentes entre os três tipos de pinos, sendo que o pino fundido em liga de ouro apresentou maior concentração de tensão na interface pino/dentina. Por outro lado, os pinos reforçados

com fibra apresentaram aumento da concentração de tensão na região cervical, devido à sua flexibilidade, mas mostraram menor pico de tensão dentro da raiz, pois sua rigidez é muito similar à dentina. Exceto pela concentração de forças na região marginal cervical, o pino reforçado com fibra de vidro apresentou áreas de tensão semelhantes às apresentadas pelo dente natural.

BATERN et al. (2003), por meio de levantamento bibliográfico referente aos sistemas de pinos reforçados com fibra, apresentaram um resumo dos fatores que podem influenciar na escolha desses pinos para restaurar dentes tratados endodonticamente. Apesar da controvérsia na literatura em relação às propriedades dos sistemas de pinos, os autores relataram a tendência ao uso dos pinos de fibra de quartzo, que já são mais utilizados que os pinos de fibra de carbono, principalmente pelo fator estético; entretanto, os autores também ressaltaram que esses pinos devem ser mais estudados antes de serem recomendados na rotina clínica.

BOUILLAGUET et al. (2003) avaliaram a força de união de diferentes agentes cimentantes na dentina radicular. Foi analisado a configuração do canal radicular, processo de polimerização, tipo de agente cimentante e regiões radiculares. Caninos e pré-molares foram preparados para a cimentação de pinos usando Single Bond/Rely X ARC, ED *primer*/ PanaviaF, C e B Metabond, e Fuji Plus. Os espécimes foram divididos em 2 grupos. Para raízes intactas, os pinos foram fixados usando procedimentos clínicos padrão. Para raízes desgastadas, os pinos foram aplicados diretamente no canal. Todas as raízes foram seccionadas em *slices* de 0.6 mm e submetidos ao teste

de micro-tração com velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram que todos os cimentos mostraram baixa força de união. Os valores para os canais intactos não foram diferentes estatisticamente para Bond/Rely X ARC, ED primer/ PanaviaF, porém, ambos foram significativamente menor ($p \leq 0,05$) que a adesão produzida pelos cimentos C e B Metabond, e Fuji Plus. Para Single Bond/Rely X ARC e Fuji Plus uma diminuição significativa na força de união foi observada em dentina próxima ao ápice. Os autores concluíram que o estresse da contração de polimerização e os problemas com adequada avaliação da configuração do canal radicular dificultaram a formação de alta força de união quando pinos endodônticos foram fixados com cimentos resinosos.

DRUMMOND; BAPNA (2003) mediram a resistência à flexão, pelo teste dos três pontos, de diferentes pinos endodônticos com diferentes diâmetros: 1 - reforçados com fibras de carbono: Carbon post de 1,76 mm e Esthetic post de 1,74 mm; 2 – fibra de quartzo: Light post de 1,89 mm; 3 – fibra de vidro: FiberKor post de 0,98, 1,09 e 1, 30 mm e Luscent Anchors post 1,79 mm; 4 - cerâmicos: Zirconia post 1,90 mm de diâmetro, quando submetidos à carga estática ou repetitiva, com ou sem termociclagem. De acordo com os resultados, o Carbon post e o FiberKor post mostraram resistência à flexão significativamente maior quando comparados aos pinos cerâmicos e aos pinos reforçados por fibra de vidro ou carbono. A termociclagem levou a uma significativa diminuição na resistência à flexão, sendo o Zircônia post o menos afetado (decréscimo de 2%), seguido do Light post e do Carbon post com 11%, FiberKor post de 0,98mm de diâmetro com decréscimo de 15%, FiberKor post de

1,09mm de diâmetro e o Esthetic post com decréscimo de 20%, FiberKor post de 1,30mm de diâmetro com 21% e o Luscent Anchors post com 24% de decréscimo. Os autores concluíram que a diminuição da resistência à flexão devido à termociclagem e a carga repetitiva pode sugerir que a utilização dos pinos no meio oral acentua sua degradação.

QUALTROUGH et al. (2003) compararam a retenção de seis diferentes sistemas de pinos estéticos com dimensões similares. Sessenta raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica e distribuídas aleatoriamente em 6 grupos de acordo com o sistema de pino: grupo I - Paraposts (pino de titânio com 1,5 mm de diâmetro); grupo II - Lightposts cônico (pino com 1,8 mm de diâmetro); grupo III - Lightposts de lados paralelos (pino com 1,8 mm de diâmetro); grupo IV - Parapost Fibrewhite (pino de 1,6 mm de diâmetro); grupo V - Snowposts (pino de 1,6 mm de diâmetro), e grupo VI - Dentatus Luscent (pino de 1,6 mm de diâmetro). Os condutos foram preparados de acordo com as recomendações de cada sistema de pinos e os mesmos foram fixados com o cimento Panavia F. Nos 4 mm finais da porção coronária dos pinos, foi cimentado um envoltório metálico para ser apreendido por um dispositivo acoplado à Máquina Universal de Ensaio Instron 4444. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração à velocidade de 5 mm/min. Os resultados evidenciaram que os pinos paralelos Lightposts foram estatisticamente mais retentivos que os outros sistemas de pinos ($p < 0,05$). Os pinos Parapost Fibrewhite foram mais retentivos que o Lightpost cônico e que o Snowposts. Não foi evidenciada diferença estatística significativa entre a retenção

dos pinos de titânio Paraposts e os demais sistemas de pinos. Os autores concluíram que os pinos de titânio serrilhados não são mais retentivos que os pinos estéticos de formatos cilíndrico e cônico. A forma do pino pode influenciar na sua retenção, sendo que os pinos de lados paralelos se mostraram mais retentivos que os pinos cônicos.

SCOTTI; FERRARI (2003) relataram que a introdução dos pinos de fibra e o desenvolvimento dos adesivos dentais de última geração, foram as novidades mais significativas dos últimos cinco anos na evolução dos materiais restauradores e nas suas conseqüentes aplicações clínicas. Após revisão dos conceitos sobre a reconstrução do dente tratado endodonticamente e a exposição das propriedades dos pinos de fibra, ao longo do texto podem ser encontradas informações referentes aos aspectos da Endodontia, da adesão às estruturas radiculares, da reconstrução do núcleo protético, até uma posterior evolução dos pinos de fibra - os pinos anatômicos - que poderão representar o futuro próximo dos mesmos.

VAN MEERBEEK et al. (2003) demonstraram o mecanismo básico de adesão em esmalte e dentina, de três tipos de abordagens utilizadas para alcançar a adesão em tecido dentário como condicionamento, auto-condicionamento ou ionômero de vidro, pelo teste morfológico e caracterização química da interação interfacial do biomaterial dental. Além disso, o teste de força de união e a mensuração da efetividade do selamento marginal são avaliados mediante seus valores e relevância na sua prática clínica. Atenção especial foi dada aos benefícios e desvantagens das abordagens de condicionamento x auto-condicionamento e o comportamento em longo prazo destes

adesivos. Os autores afirmam que há uma tendência de simplificar os procedimentos adesivos, porém, os dados apresentados confirmam que os adesivos convencionais de três passos ainda demonstram um comportamento mais favorável a longo prazo. No entanto, os adesivos auto-condicionantes devem apresentar a melhor perspectiva no futuro.

BEHR et al. (2004) compararam a adaptação marginal proporcionada por cimento resinoso universal auto-adesivo com um único passo de aplicação em relação aos cimentos estabelecidos e seus correspondentes sistemas adesivos. Coroas All-ceramic foram fixadas em molares humanos usando cimento resinoso auto-adesivo sem e com um passo de tratamento prévio, um cimento resinoso com uma camada de *smear* removida e um cimento com a camada de *smear* dissolvida pelo sistema adesivo. Depois da simulação de cinco anos de estresse bucal, a adaptação marginal da coroa foi avaliada pela penetração de corante e análise em MEV. Os resultados da análise por MEV mostraram que todos os agentes cimentantes testados apresentaram comparáveis proporções de perfeita margem oscilando entre 88-98% (média). A penetração de corante mostrou que o sistema auto-adesivo obteve pouca infiltração do corante (18-25%, média). Os autores concluíram que o cimento resinoso universal sem o tratamento prévio pode promover adaptação marginal na dentina comparável aos agentes cimentantes estabelecidos.

CARVALHO et al. (2004) relataram que os insucessos na retenção de núcleos e pinos intra-radulares fixados com agentes adesivos devem-se a uma conjunção de fatores que envolvem todos os passos da técnica operatória, do preparo do conduto até

a polimerização final do cimento. Os autores afirmaram que a retenção adicional proporcionada pela cimentação adesiva depende de uma interação eficiente entre adesivo/dentina radicular, adesivo/cimento e cimento/retentor intra-radicular. A aplicação do sistema adesivo deve ser realizada com instrumentos longos que assegurem a correta deposição do adesivo em todas as paredes dos canais, evitando seu acúmulo na região apical do preparo, uma vez que esse dificulta a evaporação dos solventes e compromete a sua polimerização.

DE MUNCK et al. (2004) avaliaram a adesão do cimento resinoso auto-adesivo (RelyX Unicem, 3M ESPE) no esmalte e dentina, por meio do teste padrão de micro-tração da força de união, e a interação desse material com a dentina pela análise em MEV. O teste de micro-tração do RelyX Unicem com e sem o pré-condicionamento ácido foi determinado no esmalte e na dentina depois de 24h de armazenamento em água e comparado com a efetividade adesiva do cimento controle (Panavia F, Kuraray). Os resultados do teste de micro-tração mostraram que a adesão do RelyX Unicem em esmalte foi estatisticamente menor que o cimento controle, enquanto que na dentina os dois cimentos se comportaram de forma estatisticamente semelhante. Os autores concluíram que o RelyX Unicem deve sempre ser aplicado sob alguma pressão para ter a certeza de que o cimento, devido a sua alta viscosidade, se adapte na parede cavitária, uma vez que o cimento interage apenas superficialmente com a dentina e esmalte. A melhor efetividade adesiva com esse cimento auto-adesivo foi obtida pelo seletivo condicionamento ácido prévio à cimentação.

GORACCI et al. (2004) compararam as técnicas de micro-tração, com e sem corte, e micro *push-out* em relação à capacidade de mensurar a força de união de pinos de fibra fixados em canais radiculares. Pinos foram fixados com Excite DSC em combinação com Variolink II (Ivoclar-Vivadent) e com RelyX Unicem (3M-ESPE) em trinta dentes tratados endodonticamente. Em cada grupo, a força de união dos pinos fixados foi avaliada pela técnica de micro-tração com e sem corte, como também pelo teste de micro *push-out*. Os resultados mostraram que um grande número de falhas prematuras (16.9% no grupo A e 27.5% no grupo B) e o alto desvio padrão tornou questionável a confiabilidade da técnica de micro-tração com corte. Com a técnica de micro-tração sem corte, somente cinco *slices* foram obtidos de um total de 6 canais. Os espécimes restantes falharam prematuramente durante a fase do corte. Com o teste de micro *push-out* nenhuma falha prematura ocorreu, a variação da distribuição dos dados foi aceitável e diferenças regionais na força de união entre os níveis do canal puderam ser avaliadas. Valores relativamente baixos de força de união foram, em geral, obtidos para os pinos fixados. Os autores concluíram que quando mensurada a força de união de pinos de fibra fixados, o teste de micro *push-out* pareceu ser mais confiável do que a técnica de micro-tração.

LASSILA et al. (2004) avaliaram a resistência à flexão, módulo de elasticidade e a carga máxima de fratura de sete marcas diferentes de pinos reforçados com fibra, com diferentes diâmetros, quando submetidos ou não à termociclagem. Dezesete diferentes pinos de compósito reforçado com fibra de diferentes marcas (Snowpost, Carbopost,

Parapost, C-post, Glassix, Carbonite) e diâmetros (1,2 e 2,1 mm) e um sistema de pino de fibra de vidro individualizado (Everstick de diâmetro de 1,5 mm) foram testados. Cinco pinos de cada tipo foram armazenados em ambiente úmido e cinco foram submetidos à termociclagem. Os pinos foram submetidos ao teste dos três pontos para mensurar a resistência à flexão, o módulo de elasticidade e a carga máxima para que ocorra a fratura. Os resultados mostraram que a termociclagem, a marca e o diâmetro apresentaram influência estatisticamente significativa ($p < 0,01$) sobre a carga máxima para a fratura e a resistência à flexão. Os maiores valores de resistência à flexão foram apresentados pelos pinos Everstick. Ocorreu uma relação linear entre a carga máxima de fratura e o diâmetro dos pinos de fibra de vidro e carbono. Os pinos submetidos à termociclagem apresentaram redução no módulo de elasticidade de, aproximadamente, 10%, e 18% para a resistência à flexão e carga de fratura. A marca Snowpost apresentou maior decréscimo nessas propriedades mecânicas após a termociclagem (aproximadamente 40%).

LE BELL et al. (2004) compararam a adesão, pelo teste de Pull out, de cimentos resinosos em pinos de fibra reforçados por fibras com matriz crosslinked e matriz de IPN. Quatro diferentes tipos de pinos com matriz cross-linked e dois tipos de pinos com matriz IPN foram testados. Pinos serrilhados de titânio serviram como controle. Uma resina auto-polimerizável foi usada para a cimentação dos pinos nos discos de resina composta. Os resultados mostraram que os pinos com matriz IPN apresentaram força significativamente maior de adesão que com matriz cross-linked. O maior valor de força

de união foi observado para os pinos de titânio. Os autores concluíram que os pinos com matriz IPN aderem melhor em cimentos resinosos que os pinos convencionais, embora sua força de união não tenha sido tão grande quanto o travamento mecânico dos pinos de titânio.

SCHWARTZ; ROBBINS (2004) revisaram a literatura sobre a restauração de dentes tratados endodonticamente, organizando os procedimentos clínicos suportados cientificamente em tópicos, com ênfase ao plano de tratamento de cada caso, material utilizado, conduta clínica e perspectivas endodônticas. Os autores observaram que a tendência na prática clínica é a utilização dos pinos reforçados com fibra, apesar da literatura não ser unânime com relação aos resultados favoráveis a esse sistema. O comportamento *in vitro* desse sistema aproxima-o do pino metálico e a maioria dos estudos concorda que o tipo de falha do pino de fibra é mais favorável do que os pinos metálicos. Os autores concluíram que o uso dos pinos de fibra provavelmente continuará crescendo e os estudos clínicos a longo prazo devem ser analisados.

ALFREDO et al. (2005) avaliaram, *in vitro*, a retenção de pinos metálicos fundidos fixados em superfícies dentinárias humanas tratadas com EDTA-17% ou com irradiação *laser* Er:YAG (fixados com material resinoso (Panavia F) e com cimento fosfato de zinco). A amostra constou de 48 corpos-de-prova distribuídos em três grupos, segundo o tipo de tratamento da superfície dentinária: G1- superfícies dentinárias sem tratamento, irrigadas somente com água destilada (controle); G2- tratadas com EDTA-17%; e G3- *laser* Er:YAG (8 Hz; 200 mJ; 60J; 300 pulsos). Cada grupo foi subdividido em 2 de acordo com o cimento utilizado. Os corpos-de-prova

foram submetidos ao tracionamento na Máquina Universal de Ensaio, a velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram que os tratamentos das paredes dentinárias realizados com EDTA-17% e com *laser* Er:YAG foram estatisticamente semelhantes ($p>0,05$) entre si e diferentes ($p<0,01$) do grupo que não recebeu tratamento, que apresentou os menores valores de tensão de tração. As cimentações com Panavia F e fosfato de zinco não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$). Os autores concluíram que os tratamentos prévios das paredes dentinárias com EDTA-17% e com *laser* Er:YAG aumentaram a retenção nos pinos intra-radiculares fixados tanto com material resinoso, quanto com o cimento fosfato de zinco.

GORACCI et al. (2005a) analisaram o uso de adesivos dentinários na fixação de pinos de fibra com cimentos resinosos em dentes tratados endodonticamente. Trinta e seis dentes uni-radulares tiveram o espaço protético preparado onde foram fixados pinos de fibra de vidro silanizados usando cimentos resinosos auto-condicionante (ED primer/Panavia 21) e total condicionante (Excite DSC/Variolink II) com e sem a aplicação de adesivos. A força de retenção e a ultra-estrutura interfacial foram avaliadas por meio do teste *push-out* e da MEV. Os autores concluíram que, na presença de camada de *smear* e gaps interfaciais, a resistência ao deslocamento de pinos de fibra foi favorecida amplamente pela fricção nas paredes dentinárias.

GORACCI et al. (2005b) estudaram a força interfacial e a ultra-estrutura do sistema de fixação dos cimentos resinosos auto-condicionantes e auto-adesivos usados para cimentação de pinos de fibra de vidro (FRC Postec) pelo teste de *push-out* e microscópio eletrônico de transmissão (TEM). Os cimentos testados foram Variolink II,

Panavia 21 e RelyX Unicem. Os resultados mostraram que a força interfacial apresentada pelo Variolink II foi estatisticamente maior que a obtida pelo Panavia 21 e RelyX Unicem, que foram semelhantes entre si. As micrografias mostraram que a interface Variolink/dentina radicular apresentou ausência total de camada de *smear* e formação de camada híbrida. Os autores concluíram que o potencial dos cimentos resinosos total-condicionantes foi maior. Os monômeros ácidos responsáveis pelo condicionamento do substrato nos cimentos Panavia 21 e RelyX Unicem mostraram-se incapazes de remover a camada de *smear* criada no espaço protético durante o seu preparo.

LE BELL et al. (2005) avaliaram, por meio do teste de *push-out*, as propriedades adesivas de pinos pré-fabricados de carbono com matriz *cross-linked* (C-Post - Bisco, Inc., Schaumburg, EUA) e pinos de fibra de vidro com matriz de IPN (Everstick - Sticktech, Turku, Finlândia). Pinos de titânio serrilhados serviram como referência. Dentes tratados endodonticamente tiveram os espaços protéticos preparados e pré-tratados para receber os pinos, que foram tratados com monômeros adesivos resinosos dimetacrilato foto-polimerizável (Stick Resin, Sticktech, Finlândia), fotopolimerizados e fixados com cimento resinoso dual (Compolute Caps Cement, ESPE, Seefeld, Alemanha). Os espécimes foram cortados em discos de 1, 2 e 4 mm de espessura e submetidos ao teste de *push-out*. Os resultados mostraram que a força de união aumentou com a espessura do disco em todos os grupos. Nos discos de dentina de 4 mm o Everstick mostrou o maior valor, estatisticamente diferente dos pinos de titânio.

Nenhuma das falhas do pino Everstick ocorreu na interface pino/cimento. Os autores concluíram que, ao contrário dos outros pinos, o pino Everstick não apresentou falhas do tipo adesiva na interface pino/cimento, sugerindo melhor adesão interfacial do cimento neste tipo de pino.

MANNOCCHI et al. (2005) compararam a penetração de dois agentes cimentantes aplicados em diferentes tempos de contato do cimento em pinos de fibra de vidro com matriz de IPN (Everstick - Sticktech, Turku, Finlândia) ou convencional (CPost Millennium). Os cimentos usados foram Scotchbond Multi Purpose e Stick Resin. Depois do tempo de contato dos cimentos com os pinos de 1, 30 e 300 segundos, os cimentos foram foto-polimerizados por 60 segundos. Os resultados mostraram que para os pinos convencionais em contato com os cimentos por 1 segundo, não foi observada penetração de cimento. Para os pinos Everstick, a penetração foi sempre notada depois de 300 segundos em contato e quase sempre com 30 segundos em contato, com muito pouca diferença entre os dois cimentos. Os autores concluíram que a capacidade dos cimentos resinosos em penetrar na matriz dos pinos Everstick pode dar a oportunidade de estabelecer uma boa ligação entre pinos reforçados por fibras, agentes cimentantes e núcleos de resina composta.

AKGUNGOR; AKKAYAN (2006) avaliaram o efeito de diferentes agentes adesivos dentinários e modo de polimerização na força de união entre pinos de fibra translúcidos e dentina radicular em diferentes regiões do espaço protético. Raízes de 40 caninos superiores foram tratadas endodonticamente e preparadas para receber pino de fibra

D.T. Light Post. As raízes foram distribuídas em 4 grupos de acordo com o agente adesivo dentinário: Excite (Fotopolimerizável), Excite DSC (cura dual), auto-condicionante primer Clearfil Liner Bond 2V com agente fotopolimerizante, e auto-condicionante primer Clearfil Liner Bond 2V com agente de cura dual. Os pinos foram fixados nos espaços protéticos e posteriormente seccionados em cortes de 3 mm para a realização do teste de *push-out*. A adesão dentinária em diferentes regiões foram avaliados em MEV. Os resultados mostraram que o maior valor de força de união foi obtido para o auto-condicionante primer Clearfil Liner Bond 2V com agente fotopolimerizante. A força de união apresentou valores significativamente reduzidos para os agentes adesivos de frasco único na região do terço apical. Os auto-condicionantes apresentaram densos *tags* de resina. Os autores concluíram que os sistemas de primer auto-condicionante não tiveram seu comportamento afetado pelas variações morfológicas do espaço protético comparado com os de único frasco. A polimerização dual não melhorou os valores de força de união dos agentes testados.

BITTER et al. (2006a) analisaram a resistência adesiva, por meio do teste de *push-out*, de seis diferentes agentes cimentantes nos pinos reforçados por fibras, submetidos à vários tratamentos prévios do pino. Formaram-se três grupos de acordo com o tratamento prévio da superfície: silano, Cojet e sem nenhum tratamento; os grupos foram subdivididos de acordo com os cimentos usados: Clearfil Core, Multilink, Panavia F, PermaFlo DC, Variolink II, RelyX Unicem. Os resultados mostraram que, a resistência adesiva foi afetada pelo tipo de pino, porém, não pelo tipo de tratamento prévio da sua superfície. Os cimentos Clearfil Core, Panavia F e RelyX Unicem

apresentaram os maiores valores de força de união. Os autores concluíram que, os cimentos resinosos, contendo monômeros funcionais (auto-adesivos), revelaram alta força de união quando usados com pinos reforçados por fibras.

BITTER et. al. (2006b) avaliaram os efeitos de agentes cimentantes e termociclagem nas diferentes regiões da dentina radicular. Formaram-se seis grupos de acordo com o cimento utilizado: Clerarfil Core, Multilink, Panavia F, PermaFlo DC, Variolink II, RelyX Unicem. Os espécimes foram submetidos à termociclagem de 5.000x, com banhos de 5-55°C e intervalos de 30s. Os resultados mostraram que o cimento RelyX Unicem apresentou a maior força de união e a região apical apresentou o maiores valores. Os autores concluíram que a força força de união foi influenciada pelo agente cimentante, região radicular e termociclagem.

FOKKINGA et al. (2006) avaliaram a fratura de coroa de resina composta direta com e sem reforço de fibra experimental. Coroas clínicas de canais uni-radiculares foram seccionadas na junção amelo-cementária, os canais foram preparados com brocas Gates Glidden até tamanho #4. Nenhum preparo protético adicional foi realizado. As raízes foram embebidas em acrílico e as entradas dos canais foram padronizadas (profundidade 2 mm, diâmetro 1,75). Três grupos (n=14) foram tratados: (1) Pinos e fibra de vidro (Everstick post); fibras de 5 mm de profundidade no canal, (2) sistema de pino similar ao (1) com incorporação de um novo tipo de fibra de vidro fabricada, (3) nenhum reforço com fibras (controle). Os pinos foram fixados com Panavia F. As coroas foram confeccionadas com resina composta (Filtek Z250). Força

estática foi realizada nos espécimes até sua fratura. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa em relação às falhas entre os 4 grupos ($p > 0,05$). Falhas favoráveis ocorreram significativamente mais no grupo 2 ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o novo tipo de fibra de vidro fabricado não afetou a capacidade de resistência compressiva da coroa de resina composta, porém, teve efeito benéfico no modo de falha.

GONÇALVES et al. (2006) estudaram a resistência à fratura de raízes fragilizadas, após reforço com diferentes resinas compostas fotopolimerizáveis, em conjunto com pinos pré-fabricados e pinos metálicos fundidos. Quarenta e oito corpos de prova foram divididos em 6 grupos: Grupo I - raízes preparadas e pinos metálicos fundidos; Grupo II - raízes fragilizadas e pinos metálicos fundidos; Grupos III, IV, V e VI - raízes fragilizadas, reforçadas com resinas compostas fotopolimerizáveis (Filtec Supreme, Tetric Ceram, Z100 e Renew) com auxílio de pinos Luminex e pinos pré-fabricados de titânio. Todos os pinos foram fixados com cimento resinoso e submetidos à força de compressão oblíqua, em ângulo de 135° em relação ao longo eixo das raízes, na Máquina de Ensaio Universal Instron 4444, à velocidade de 1mm/min, até a fratura das raízes. A Análise de Variância não evidenciou diferença significativa entre os Grupos III, IV e VI entre si e ao Grupo I, quanto à força de resistência à fratura. O Grupo II apresentou os menores valores de força para que ocorressem as fraturas, comparativamente aos demais. Concluíram que o uso de resinas compostas como

reforço em raízes fragilizadas promoveu efetivo e significativo aumento na resistência à fratura.

KALKAN et al. (2006) compararam a força de união de três tipos de pinos de fibra de vidro: opaco (Snowpost), translúcido (Fiber Master) e matriz de IPN (Everstick). Raízes de sessenta dentes uni-radulares foram tratadas endodonticamente e distribuídas em 3 grupos de acordo com o pino e depois em 2 subgrupos de acordo com o momento do teste (24 horas ou 1 semana depois do preparo). Um *primer* auto-condicionante (Clearfil Liner Bond) e um adesivo de cura dual (Clearfil Liner Bond, Bond A and B) foram aplicados nas paredes dos espaços protéticos. O cimento de cura dual Panavia F (Kuraray, Japão) foi inserido nos espaços protéticos com uso de broca lentulo. Os espécimes foram armazenados em cilíndricos protegidos da luz; Após os procedimentos de cimentação dos pinos, as raízes foram seccionadas transversalmente em cortes de 1 mm que foram submetidos ao teste de *push-out*. As diferentes combinações de pinos e material cimentante foram analisadas em MEV. Os resultados mostraram que os valores do teste de *push-out* variaram significativamente de acordo com os pinos usados. Os pinos de fibra de vidro opaco e de matriz de IPN mostraram maiores valores de força de união do que os translúcidos. Na análise em MEV, foi observada em todos os sistemas de pinos, uma distinta zona híbrida com numerosos tags de resina localizados entre o material cimentante e dentina. Os autores concluíram que os pinos opacos e de matriz de IPN exibiram forças adesivas similares, e o pino de

fibra translúcido apresentou os menores valores. A maior força de união foi observada no terço cervical dos espaços preparados para os pinos translúcidos e o Everstick.

SADEK et al. (2006) avaliaram a interferência do tempo na força interfacial dos pinos de fibras na dentina radicular. Vinte e cinco pinos foram fixados com cimentos resinosos e com cimento de fosfato de zinco. Imediatamente após o tempo de presa dos cimentos, as raízes foram seccionadas em seis cortes de 1 mm de espessura que foram distribuídos em dois subgrupos, dependendo do momento do teste (imediate x 24 horas depois), para a realização do teste de *push-out*, com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que a força de união pode aumentar durante as primeiras 24 horas e que as forças interfaciais são favorecidas, predominantemente, pela retenção friccional.

YU et al. (2006) investigaram os efeitos de localizadas falhas adesivas na interface pino/dentina na distribuição de estresse na dentina radicular. Quatro modelos com localizadas falhas na interface pino/dentina em diferentes localizações foram analisados. Modelo A: Perfeita camada de adesão ao longo da interface inteira; Modelo B: descolamento no terço cervical da interface; Modelo C: descolamento no terço médio e Modelo D: descolamento no terço apical. Modelo E: foi usado um dente restaurado sem o uso de pino (controle). Uma força de 50N foi aplicada no topo da coroa de cerâmica em ângulos de 0°, 15°, 30° e 45° no eixo longitudinal do dente. A distribuição do estresse através do pino e dentina radicular aplicados com força de 50N foi comparada. Os resultados mostraram que o maior estresse foi gerado na dentina

radicular devido ao ângulo de pressão. As diferenças em distribuição de estresse foram insignificantes entre os quatro modelos testados e o modelo controle. Os autores concluíram que localizadas falhas na interface pino/dentina independente de sua localização ao longo do pino, tiveram um pequeno efeito na distribuição do estresse na dentina radicular.

AL-ASSAF et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de micro-tração, as características interfaciais de cinco resinas adesivas em dentina incluindo força de adesão, modo de falha, extensão de desmineralização, alterações morfológicas e formação de camada híbrida. Os produtos testados foram Bistite II DC, C&B Super-Bond, M-Bond, Panavia-F e Rely-X Unicem. Os espécimes foram submetidos à termociclagem (3000x 5-55oC, 4 ciclos/min) e depois ao teste de micro-tração. Os resultados mostraram que, quanto à força de adesão, os grupos do BDC, MBD e PAF foram significativamente diferentes dos CBM e RXU. Os autores concluíram que diferenças significantes foram encontradas nas propriedades interfaciais entre os materiais testados, o que pode ter levado às diferenças no comportamento clínico de cada material.

BITTER et al. (2007) investigaram os efeitos do tratamento prévio (silanização) na força de união entre três tipos de pinos de fibra e quatro cimentos resinosos. Pinos pré-fabricados de fibras de Quartzo (Unicore Post, Ultradent) e pinos de fibra de vidro pré-fabricado com matriz *cross linked* (FRC Postec, Ivocler Vivadent) e matriz de IPN (Everstick, Stichtech) foram inseridos em discos de resina composta (2 mm de

espessura) e fixados com os seguintes cimentos resinosos e soluções de silano: Panavia F/Porcelain Bond Activator (Kuraray), PermaFlo DC/Silane (Ultradent), Variolink II/Monobond S (Ivoclar, Vivadent) e RelyX Unicem/ ESPE Sil (3M ESPE). Pinos não silanizados serviram como controle. O teste de *push-out* foi realizado antes e depois da termociclagem. Os resultados mostraram que a força de união foi afetada estatisticamente pelo cimento resinoso ($p < 0,01$), tratamento prévio ($p < 0,01$) e tipo de pino ($p < 0,01$). A silanização melhorou estatisticamente a força de união. Os autores concluíram que o tipo de pino apresentou uma significativa influência na força de união, embora os efeitos da silanização pareceram ser clinicamente negligenciados.

CEBALLOS et al. (2007) avaliaram o comportamento mecânico de cimentos resinosos usados com pinos de fibra. A influência do modo de polimerização foi também analisada. Foram confeccionados discos usando um molde metálico, 14 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, os quais foram preparados para cada cimento resinoso avaliado, Multilink, Variolink II Base e Variolink II mais catalisador. Os discos foram colocados em cima de uma placa de vidro e os materiais foram inseridos em seu interior. Resultados obtidos foram comparados com medidas feitas dentro do sistema pino-cimento-dentina. Propriedades mecânicas foram juntas avaliadas com MEV mostrando as interfaces pino-cimento e dentina-cimento. Os resultados mostraram que diferenças foram detectadas entre mensurações mecânicas feitas dentro do sistema pino-cimento-dentina e naqueles em discos confeccionados em laboratório. O teste da nano-indentação indicou que os cimentos fotoativados mostraram uma alta dureza e rigidez, porém com uma maior tendência para falhas. O cimento quimicamente ativado

é o material com maior capacidade para evitar deformações sem danos, embora sua dureza e módulo de elasticidade sejam significativamente baixos. Cimentos de cura dual apresentam a melhor combinação de propriedades.

D'ARCANGELO et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de micro-tração, 3 tratamentos superficiais em pinos de fibra de quartzo. Um grupo controle sem tratamento. Diferentes tratamentos foram realizados para os outros grupos: Silanização, ataque com ácido hidrofúorídrico a 9.5%, jato com 5 µm de óxido de alumínio. Dois espécimes de cada grupo foram submetidos a análise em MEV. Os outros espécimes foram fixados e a retenção foi determinada usando a máquina universal de ensaios. Retentiva força de adesão dos pinos foi aumentada significativamente com qualquer tratamento prévio superficial do pino. O aumento da força retentiva foi mais marcante no jato de óxido de alumínio e ataque ácido. Alterações significantes nas superfícies dos pinos foram observadas em MEV depois de diferentes tratamentos.

DAVIS et al. (2007) examinaram o efeito do eugenol em cimentos de canais radiculares na força retentiva de pinos endodônticos de fibra de vidro (ParaPost Fibre White) fixados com cimento resinoso (ParaPost cement). O modo de fratura foi analisado em MEV. Setenta dentes uni-radiculares foram tratados endodonticamente e distribuídos em 2 grupos. Grupo I foi obturado com guta percha e cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealapex, Kerr) e grupo II foi obturado com guta percha e cimento à base de eugenol (Tubli-Seal, Kerr). Os canais foram, então, preparados como brocas de 1.4 mm para receber o pino com 9 mm de comprimento. Os espécimes foram armazenados por uma semana e depois termociclados. O teste foi realizado com uma

máquina calibrada no modo de tensão. Os testes estatísticos mostraram que não houve diferença entre os dois grupos. O modo de falhas ocorreu principalmente em camada de resina. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre Sealapex e Tubli-Seal na retenção de pinos de fibra de vidro fixados com cimento resinoso.

DE DURÃO et al. (2007) compararam a força de adesão, usando o teste de *push-out*, em diferentes terços do canal radicular, com pinos endodônticos de fibra de vidro com diferentes cimentos. Sessenta dentes anteriores foram endodonticamente tratados e preparados para receberem o pino. Os dentes foram divididos em 6 grupos (n=10) de acordo com o sistema de cimento Ketac Cem Aplicap, RelyX Unicem Aplicap, Variolink II/Excite DCS, Panavia F/ED Primer, C&B cement/All-Bond 2 e Multilink/Multilink Primer A/B. Os espécimes foram seccionados perpendicularmente em cortes de 1 mm para a realização do teste de push-out e posterior análise da força de união nas diferentes regiões e falhas ocorridas. Os resultados mostraram que o maior valor de adesão ocorreu no terço cervical e foram obtidos usando os cimentos resinosos Variolink II, Panavia F e Multilink seguidos pelo cimento resinoso C&B e cimento de ionômero modificado por resina, RelyX Unicem. Ketac-Cem mostrou o menor valor. Foi possível concluir que o maior valor de força de união foi obtido no terço cervical e com cimentos resinosos.

GAROUSHI et al. (2007) determinaram a capacidade de resistência à pressão de coroas posteriores feitas com resinas compostas experimentais com pequenas

partículas de fibras e matriz de IPN. Cindo grupos de coroas foram fabricados. As coroas foram polimerizadas com polimerização manual ou num dispositivo à vácuo, antes os espécimes foram submetidos à força estática em velocidade de 1mm/min até fraturar-se. Os tipos de falhas foram examinados visualmente. Os resultados mostraram que as coroas feitas com resina experimental tiveram aumento estatisticamente significativa na capacidade de resistência à compressão. Os autores concluíram que as coroas feitas com compósitos reforçados por fibras de vidro com matriz de *IPN* apresentaram melhor capacidade de suporte quando comparadas com as coroas feitas de dois compósitos com partículas convencionais.

HIKITA et al. (2007) estudaram, por meio do teste de micro-tração, a efetividade adesiva de cinco agentes cimentantes adesivos no esmalte e dentina, usando diferentes procedimentos de aplicações. Blocos de resina composta (Paradigm, 3M ESPE) foram fixados usando Linkmax (LM; GC), Nexus 2 (NX; Kerr), Panavia F (PN; Kuraray), RelyX Unicem (UM; 3M ESPE) ou Variolink II (VL; Ivoclar-Vivadent), seguindo as instruções dos fabricantes. Para alguns agentes cimentantes, procedimentos de aplicações modificadas foram também testadas, resultando em quatro outros grupos experimentais: Prompt L-Pop + RelyX Unicem (PLP + UN; 3M ESPE), Scotchbond Etchant + RelyX Unicem (SE + UN; 3M ESPE), Optibond Solo Plus Activator +Nexus 2 (ACT+ NX; Kerr) e Ketchant gel + Panavia-F (KE + P; Kuraray). O teste estatístico mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0.05$). Quando aderidos ao esmalte, ACT+NX (15 MPa) e UN (19.6 MPa) tiveram valores

estatisticamente menores do que VL (49.3 MPa), LM (49.2 MPa), PN (35.4 MPa) e SE +UN (35.2 MPa), enquanto PLP +UM (23.5 MPa) mostrou valores estatisticamente menores que VL (49.3 MPa) e LM (49.2 MPa). Nenhuma diferença estatística foi notada entre VL (49.3 MPa), LM (49.2 MPa), NX (37.9 MPa), KE + PN(38.8 MPa), PN (35.4 MPa) e SE +UN (35.2 MPa). Em relação à efetividade adesiva em dentina, todos os agentes cimentantes aderiram igualmente, exceto VL, SE +UM e ACT+NX. Os autores concluíram que os cimentos auto-condicionantes e auto-adesivos foram igualmente efetivos na adesão em esmalte e dentina.

KOLBECK et al. (2007) avaliaram o efeito da irradiação de elétrons na resistência à fratura, flexibilidade e capacidade adesiva em diferentes compósitos reforçados por fibras. Os materiais usados foram: Construct/Kerr, Everstick/Stictech e FibreKor/Pentron. Os resultados mostraram que a resistência à fratura aumentou significativamente em todos os materiais quando irradiados, a flexibilidade diminuiu com o Everstick e Construct e aumentou com o FibreKor. Os autores concluíram que a irradiação de elétrons pode provavelmente aumentar a resistência à fratura de compósitos reforçados por fibras se a correta escolha do material, tratamento prévio e irradiação for feita.

LE BELL et al. (2007) compararam o comportamento de diferentes cimentos resinosos em contato com pinos reforçados por fibras com matriz de IPN. Seis diferentes cimentos resinosos foram aplicados na superfície dos pinos e fotopolimerizados por 40 segundos. Os cimentos usados foram: ParaPost Cement, Post

Cement Hi-X, Variolink II, Bisfil 2B, Compolute Aplicap e Panavia F. A força de união dos cimentos foi mensurada usando Máquina Universal de Ensaio. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os cimentos testados. Os autores concluíram que todos os cimentos testados apresentaram aceitável comportamento com os pinos. O material do pino testado é adequado ao uso com diferentes cimentos resinosos.

MALLMANN et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de micro-tração, a força de união de 2 sistemas adesivos em dentina radicular e em dois diferentes pinos de fibra de quartzo (translúcido e opaco). Quarenta dentes uni-radulares foram instrumentados e preparados para receber os pinos de quartzo (Light Post e Aesthetic Post). Dois sistemas adesivos foram usados Scotchbond Multi-Purpose Plus (autopolimerizável) como controle, e Single Bond (fotoativado). Os dentes foram seccionados perpendicularmente em cortes de 1 mm, para serem submetidos ao teste de micro-tração. Os espécimes foram divididos em 3 grupos de acordo com os terços cervical, médio e apical. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa somente entre as regiões da dentina radicular. O terço cervical apresentou maior adesão comparado aos outros dois terços. Os autores concluíram que ambos os sistemas adesivos testados demonstraram confiável adesão quando usados com pinos translúcidos e opacos.

OMAR et al. (2007) avaliaram a capacidade de dois adesivos auto-condicionantes e um convencional na adesão na dentina coronária. Os adesivos usados foram

Scotchbond Multi-purpose (3M), Clearfil SE Bond (Kuraray) e Xeno IV (Dentsply). Os espécimes foram submetidos ao teste de micro-tração em Máquina Universal de ensaios. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,0001$). Os autores concluíram que o adesivo auto-condicionante com dois passos resultou em maior valor no teste de micro-tração.

PACE et al. (2007) avaliaram as diferenças na resistência flexiva de cimentos resinosos em função da idade dos espécimes e condições de armazenamento. Quatro cimentos de cura dual foram comparados com C/B Metabond. Vinte espécimes de cada um dos cinco cimentos foram preparados em moldes de vidro retangulares (25 x 2 x 2mm). Os cimentos foram foto-ativados. Metade dos espécimes foi testado imediatamente após a polimerização enquanto a outra metade foi armazenada em água destilada a 37°C por 30 dias. O teste de três pontos foi realizado usando uma Máquina Universal de Ensaios em velocidade de 1 mm/min. Os resultados mostraram que o RelyX ARC exibiu resistência flexiva estatisticamente maior comparado com Calibra e Panavia F, quando testados imediatamente. O cimento padrão C/B Metabond deformou e não fraturou no teste imediato. Após o armazenamento, a resistência flexiva teve um significativo aumento no teste imediato para o Calibra, Cement-It, Panavia F e C/B Metabond. Porém, sem diferenças significativas na resistência flexiva entre os cimentos quando testados após 30 dias. Os autores concluíram que estes cimentos resinosos não são equivalentes em polimerização imediata. As distinções entre os cimentos

diminuíram após o armazenamento em água, o que pode ter acontecido devido à polimerização residual ou um efeito plástico da absorção da água.

PERDIGÃO et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de *push-out*, o efeito do grau de desigualdade entre o espaço protético e diâmetro dos pinos na força de união de um pino de fibra quartzo (D.T. Light Post). Trinta e dois incisivos e caninos foram tratados endodonticamente e divididos em 4 grupos de acordo com o diâmetro e broca utilizada. Pinos no. 1 foram fixados usando adesivo de único passo e cimento (Post cement Hi-X). Dois dentes de cada grupo foram analisados em MEV. Os resultados mostraram que a variável "espaço protético" não apresentou diferença significativa em relação à força de união ($p > 0.05$). Para a variável "região radicular", o terço cervical resultou em maior força de união que o terço apical. No terço médio, não houve diferença estatisticamente significativa. Os autores concluíram que o diâmetro dos espaços protéticos não afetou a força de união no teste de *push-out*. Adesão no terço cervical é mais confiável do que no terço apical. A presença de guta percha residual e de camada híbrida deficiente pode ter resultado num deficiente selamento da interface resina/dentina.

SADEK et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de micro-tração, a força de união de diferentes compósitos resinosos usados como material para núcleos em volta de pinos de fibra. Quarenta D.T Light posts foram divididos em 8 grupos de acordo com a resina composta usada, Core-Flo (Bisco, Inc.), UniFil Core (GC Corp), Tetric Ceram (Ivoclar-Vivadent), Gradia Direct (GC Corp), Bisfil 2B (Bisco, Inc.), AEliteflo, Filtek Flow

(3M ESPE), UniFil Flow (GC Corp). Cada pino adesivo proporcionou de 5 a 8 cortes para o teste de micro-tração. As resinas compostas apresentaram influência significativa na força de união de micro-tração ($p < 0.05$). Core-Flow mostrou a maior força de união embora não tenha sido estatisticamente diferente de todos os grupos, exceto os compósitos fluídos. Análise em MEV mostrou que todos os compósitos adaptaram-se bem aos pinos de fibra, com um variável grau de lacunas observadas ao longo da fratura, nas interfaces dos compósitos. Os autores concluíram que, embora boa adaptação à superfície do pino foi atingida, a força de união permaneceu relativamente fraca.

GAROUSHI et al. (2008) determinaram a magnitude de resinas compostas reforçada por fibras, com uma matriz com IPN, na contração de polimerização e micro-infiltração marginal da restauração. Resinas compostas experimentais foram preparadas misturando fibras de vidro, resina-IPN e silano tratado com partículas de sílica usando um misturador de alta velocidade. Os resultados mostraram que as restaurações com resina experimental tiveram contração de polimerização estatisticamente menor ($p < 0,05$). Os dados mostraram que as margens gengivais tiveram infiltração estatisticamente maior que as margens oclusais das restaurações ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o uso da matriz com IPN reforçada por fibras de vidro reduziu a contração de polimerização comparada aos compósitos restauradores convencionais.

HOLDEREGGER et al. (2008) avaliaram a força de união, pelo teste de cisalhamento, do cimento auto-adesivo RelyX Unicem em dentina e compararam com

três cimentos resinosos convencionais. Os cimentos resinosos estudados foram RelyX Unicem, RelyX ARC, Multilink e Panavia 21. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada por 24h e metade dos espécimes foram submetidos à termociclagem. Os resultados mostraram que depois do armazenamento em água o cimento RelyX Unicem exibiu o menor valor de força de união. A termociclagem afetou o comportamento adesivo de todos os cimentos, porém, o RelyX Unicem foi o menos afetado. Os autores concluíram que, embora a força de união do RelyX Unicem tenha sido menor em comparação aos outros cimentos estudados, a sua força de união é menos sensível à variações de manipulação e tempo de envelhecimento.

KECECI et al. (2008) compararam a força de união de dois tipos de agentes resinosos usados na cimentação de quatro pinos reforçados por fibras usando o teste de push-out e avaliação do tipo de falhas destes sistemas. Os pinos usados foram: Pinos translúcidos de fibra de quartzo, pinos de fibra de vidro convencional e com matriz de IPN. Os cimentos resinosos usados foram Variolink II e RelyX Unicem. Os resultados estatísticos mostraram que a força de união foi afetada pelo tipo de cimento e de pino. Os pinos fixados com Variolink II apresentaram maior força de união. Falhas adesivas entre dentina e cimento foram as mais observadas. Os autores concluíram que a força de união pode ser afetada pelo tipo de cimento e de pino. A combinação do Variolink com pinos de fibra resultou em altos valores de força de união.

ZICARI et al. (2008) avaliaram a força de união, pelo teste de push out e a capacidade de selamento, de cinco cimentos adesivos rotinariamente usados para a

adesão de pinos de fibra. Cinquenta dentes unirradiculares foram divididos em em cinco grupos, restaurados com Parapost FiberLux e fixados com os seguintes cimentos: Panavia 21, Clearfil Esthetic Cement, Variolink II, RelyX Unicem e um cimento auto-adesivo experimental. Os resultados mostraram que a força de união e a capacidade de selamento não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os terços radiculares. O maior valor de força de união foi observado para o Clearfil Esthetic Cement, que não foi estatisticamente diferente do Panavia, mas significativamente maior que o Variolink, Unicem e cimento experimental. Em relação a capacidade de selamento, não houve diferença estatística entre os grupos. Os autores concluíram que os cimentos resinosos auto-condicionantes apresentaram os maiores valores de força de união. Embora a efetividade adesiva dos cimentos auto-adesivos pareçam ser promissoras, sua interação com a dentina radicular podem ser fracas para minimizar a micro-infiltração na interface pino-cimento-dentina.



Proposição

O objetivo do presente estudo foi avaliar, por meio do teste de micro-tração, a resistência à remoção de dois pinos de fibra de vidro (Exacto/Angelus – Brasil e Everstick/Stichtech – Finlândia), fixados à dentina intra-radicular com dois cimentos resinosos auto-adesivos (RelyX Unicem/3M ESPE e Biscem/Bisco) e dois cimentos auto-condicionantes como controle (Panavia F/Kuraray e Nac-100/Kuraray).



Material e Métodos

O projeto de pesquisa do presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto que o aprovou sem restrições (Anexo).

Dentes

Dentes humanos unirradiculares foram examinados macroscopicamente e radiografados no sentido proximal para padronização da amostra, sendo selecionados dentes com raízes únicas, retilíneas, completamente formadas que apresentavam um único canal, ausência de calcificações, de curvaturas e de achatamento pronunciados. Foram selecionados 64 dentes, que estavam conservados em solução de timol a 0,1% a 9°C, sendo 48 para o teste de micro-tração e 16 para a análise em MEV. Inicialmente, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas para eliminar possíveis resíduos da solução de timol e foram seccionados transversalmente, com disco diamantado acoplado à máquina de cortes em baixa velocidade (Isomet, Buehler, EUA), próximo à junção cimento-esmalte padronizando o comprimento da raiz em 15 mm.

Tratamento Endodôntico

As raízes foram tratadas endodônticamente com comprimento de trabalho padronizado em 14 mm, ou seja, 1 mm aquém do ápice. O preparo biomecânico do canal radicular foi realizado com o sistema de instrumentação rotatória ProTaper (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) com a seguinte seqüência: S1 (até o terço médio com torque ≥ 1 N.cm); SX (no terço cervical com torque ≥ 1 N.cm); S2 (até o terço apical com torque de 1 N.cm); S1 (até o comprimento de trabalho com torque de 1,5

N.cm); S2 (até o comprimento de trabalho com torque de 1,5 N.cm); F1 (até o comprimento de trabalho com torque de 2 N.cm); F2 (até o comprimento de trabalho com torque de 3 N.cm); e F3 (até o comprimento de trabalho com torque de 3 N.cm). Durante o preparo, foi realizada a irrigação/aspiração com hipoclorito de sódio a 5,25% entre cada troca de instrumento, finalizando com uma irrigação de EDTA a 17% por 5 minutos e 10 ml de água destilada, seguida da secagem do canal radicular com cones de papel absorvente (Dentsply-Herpo, Petrópolis, RJ, Brasil), compatíveis com o diâmetro do preparo no comprimento de trabalho.

A obturação dos canais foi realizada com cimento AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Alemanha) pela técnica de condensação lateral, com a utilização dos cones de guta-percha principais e acessórios (Dentsply-Herpo, Petrópolis, RJ, Brasil). O selamento foi realizado com cimento restaurador provisório Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os espécimes foram armazenados em estufa à 37° C e 100% de umidade relativa por período correspondente a três vezes o tempo de endurecimento do cimento, determinado em estudos prévios como sendo 72 horas.

Preparo do espaço protético e dos pinos

A remoção do cimento provisório da entrada dos canais foi realizada com broca esférica (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) em baixa rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e a obturação retirada inicialmente com condensadores endodônticos aquecidos. Para o preparo do espaço protético, foi utilizada a broca nº. 2 do *Kít* do pino de fibra de vidro Exacto (Angelus, Londrina, PR, Brasil), com 10 mm de comprimento,

resultando em 4 mm de remanescente da obturação apical (Figura 1). A cada 10 preparos, a broca foi substituída.

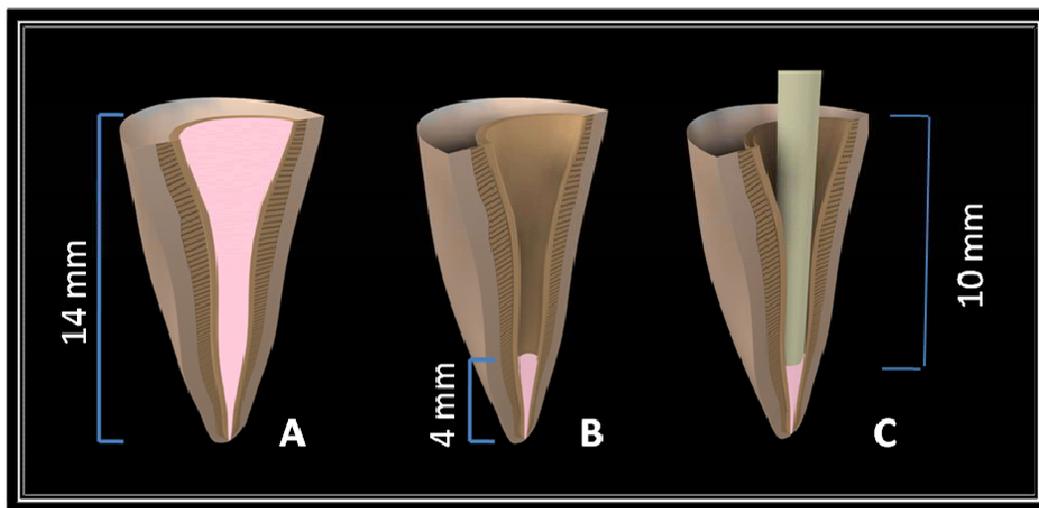


Figura 1. Esquema do preparo do espaço protético. A) Canal obturado com 14 mm; B) Remanescente de obturação com 4 mm; C) Prova do pino com 10 mm de comprimento.

Quarenta e oito raízes foram aleatoriamente distribuídas (Figura 2) em 2 grupos de acordo com o tipo de pino: GI- Everstick (Sticktech, Turku, Finlândia) (Figura 3A e B) e GII- Exacto (Angelus, Londrina, PR, Brasil) (Figura 3C), e estes foram subdivididos em 4 subgrupos de acordo com o agente cimentante: A- Nac-100 (Kuraray, Osaka, Japão), B- Panavia F (Kuraray, Osaka, Japão), C- Biscem (Bisco, Schaumburg, EUA) e D- RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha).

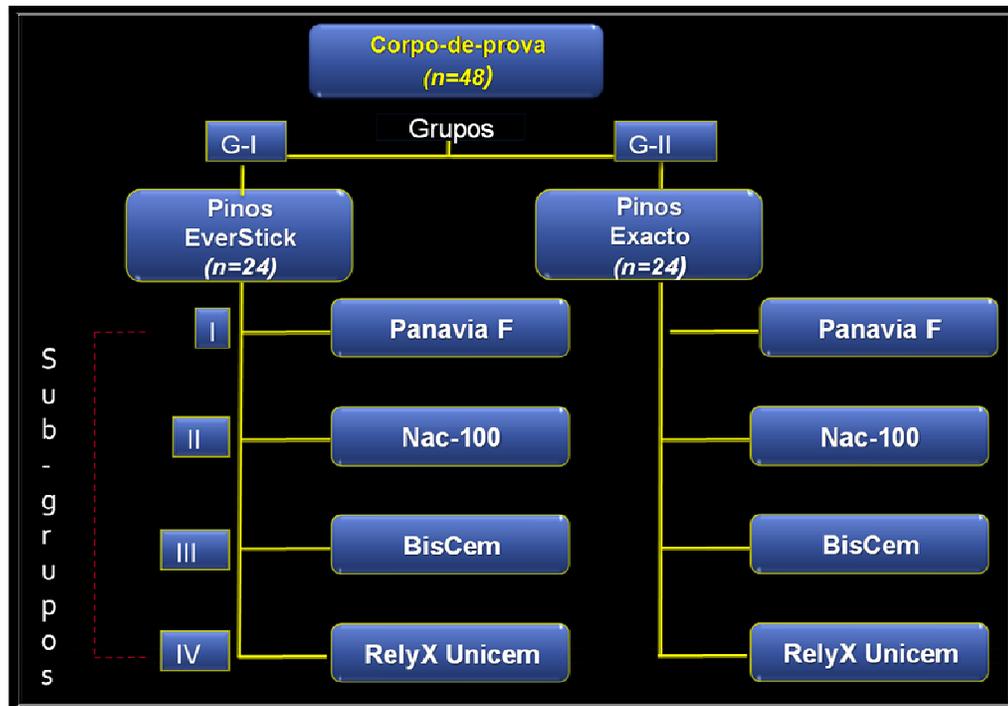


Figura 2. Esquema da distribuição dos grupos amostrais.



Figura 3. Pinos de fibra de vidro. A) Pino Everstick/Sticktech; B) Compressão do pino Everstick evidenciando sua flexibilidade; C) Pino Exacto/Angelus; D) Kit do Pino Exacto nº 2.

Os agentes cimentantes foram manipulados de acordo com a orientação dos fabricantes. Nos subgrupos dos cimentos Nac-100 (Figura 4A) e Panavia F (Figura 4B), aplicou-se o adesivo Clearfill SE Bond (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japão) previamente à inserção do cimento, que foi seguida de fotopolimerização por 20 segundos. O cimento auto-adesivo RelyX Unicem (Figura 4D) possui um sistema de cápsula (Aplicap) que foi ativada e seus componentes mecanicamente misturados por uma máquina de mistura (CapMix; 3M ESPE, Seefeld, Alemanha) pelo tempo de 15 s. O cimento auto-adesivo Biscem (Figura 4C) é composto por duas pastas armazenadas em bisnagas individuais, com ponta que mistura os componentes do cimento no momento do uso.

A composição e demais informações dos materiais utilizados estão dispostas na Tabela I.

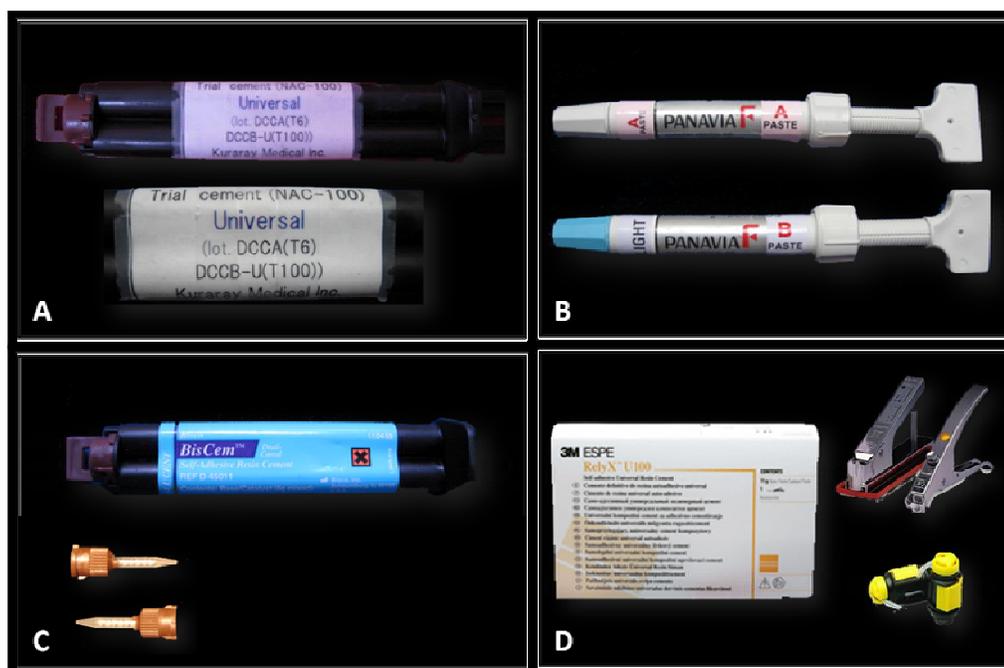


Figura 4. Cimentos utilizados. A) NAC-100/Kuraray; B) Panavia F/Kuraray; C) Biscem/Bisco; D) RelyX Unicem/ 3M ESPE.

Tabela I. Pinos e cimentos testados.

Pino (tipo/forma)	Composição Pino	Fabricant e Pino	Cimento	Composição Cimento	Fabricante Cimento
EXACTO (Fibra de vidro/ vidro/ Cônico)	Fibra de vidro, Resina BIS-GMA	Angelus, Londrina, Brasil	Panavia F	Vítreo pó de Bário, fluoreto de sódio, dimetacrilato, MDP, silica, peróxido de benzoíla, amina, sulfinato de sódio	Kuraray, Osaka, Japão
			Nac-100	Experimental	Kuraray, Osaka, Japão
EVERSTICK (Fibra de vidro/ vidro/ Cilíndrico)	Fibras de vidro, PMMA, Bis-GMA	StickTeck Ltd, Turku, Finlândia	Biscem	Bis (Hidroxietil metacrilato) fosfato (Base) Tetraetileno glicol dimetacrilato, partículas de vidro	Bisco, Inc. Schaumburg, IL, EUA
			RelyX Unicem	Silica, vidro, hidróxido de cálcio, éster fosfórico metacrilato, dimetacrilato, acetato	3M ESPE, Seefeld, Alemanha

Previamente à cimentação, os pinos foram imersos em H₂O₂ 24% por 10 minutos (Figura 5A), lavados em água corrente por 1 minuto, secos com delicado jato de ar, e posteriormente foram aplicadas duas camadas de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) (Figura 5B) a fim de contribuir para adesão do cimento ao pino.

Após a inserção dos cimentos no espaço protético por meio da broca lentulo (Maillefer, Dentsply, Oklahoma, EUA), os pinos foram posicionados e foi realizada a fotopolimerização por 40 segundos.

Uma proteção com resina composta (Durafill VS; Heraeus-Kulzer, NY, EUA) foi realizada na superfície coronária da raiz a fim de evitar a exposição dos materiais ao meio, durante armazenamento e termociclagem. Os espécimes foram armazenados por 1 semana e, após esse período, foram submetidos à termociclagem com 1000 ciclos, em banhos de 5 °C – 55 °C, 2 ciclos/min, e armazenados em água destilada a 37 °C por 1 mês.

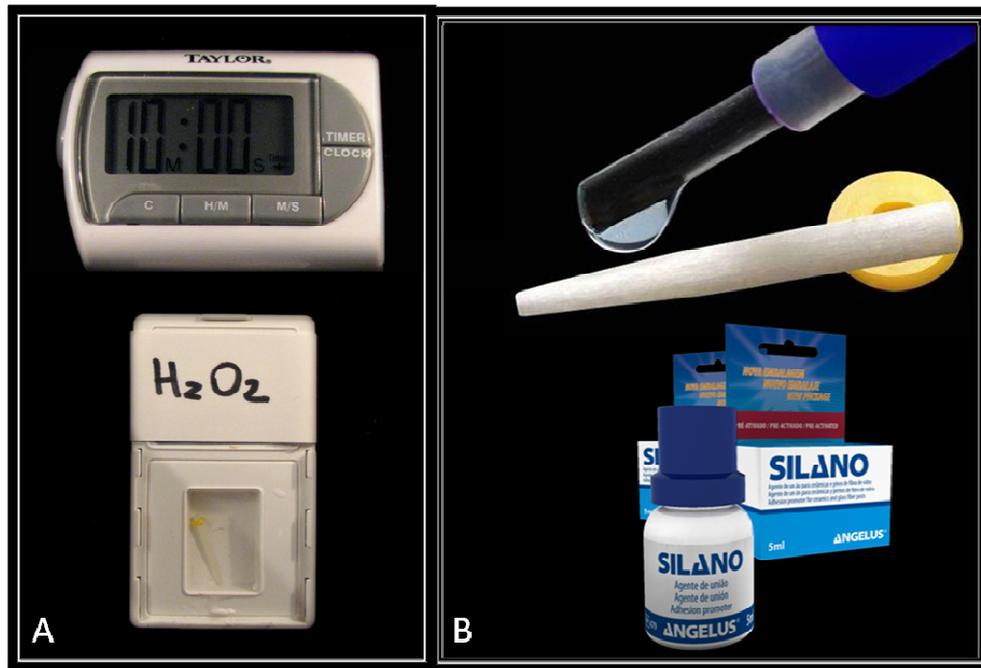


Figura 5. Tratamento prévio dos pinos. A) Imersão em peróxido de hidrogênio a 24% por 10 minutos; B) Agente de união (Silano/Angelus).

Preparo para o teste mecânico

Os espécimes foram fixados com fina camada de cera em bloco de acrílico (Figura 7B) e levados à máquina de cortes (Isomet - Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) (Figura 7A) onde foram feitas quatro secções, com espessura de 1 mm, na região cervical da raiz (Figura 6A). Desta forma, cada grupo foi constituído por 24 espécimes. Com o auxílio de uma lente de aumento de 4x, foram confeccionados dois sulcos na parede externa da dentina (superfícies mesial e distal) com broca diamantada # 3195 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 6B e C).

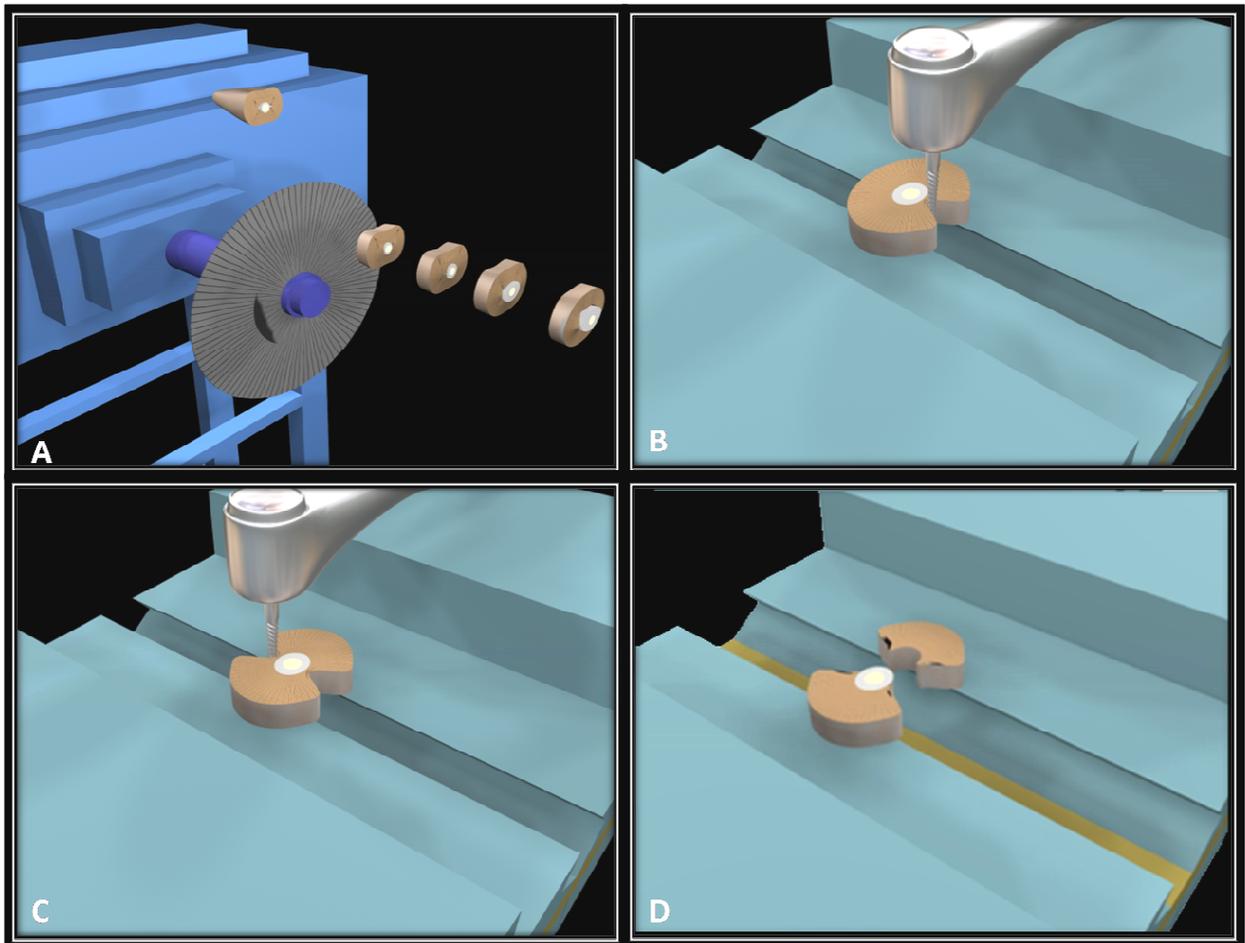


Figura 6. Esquema da obtenção dos espécimes e do teste de micro-tração. A) Cortes de 1 mm de espessura; B) Confecção do sulco mesial; C) Confecção do sulco distal; D) Execução do teste.

Os espécimes foram mensurados com paquímetro digital (Digimess, China) e fixados em dispositivo desenvolvido para a máquina de teste (Bisco Inc, Schaumburg, IL, EUA) (Figura 7C) usando cianocrilato (Zapit, Dental Ventures of America, CA, EUA) e submetidos ao teste de micro-tração à velocidade de 0,5 mm/min (Figura 6D).

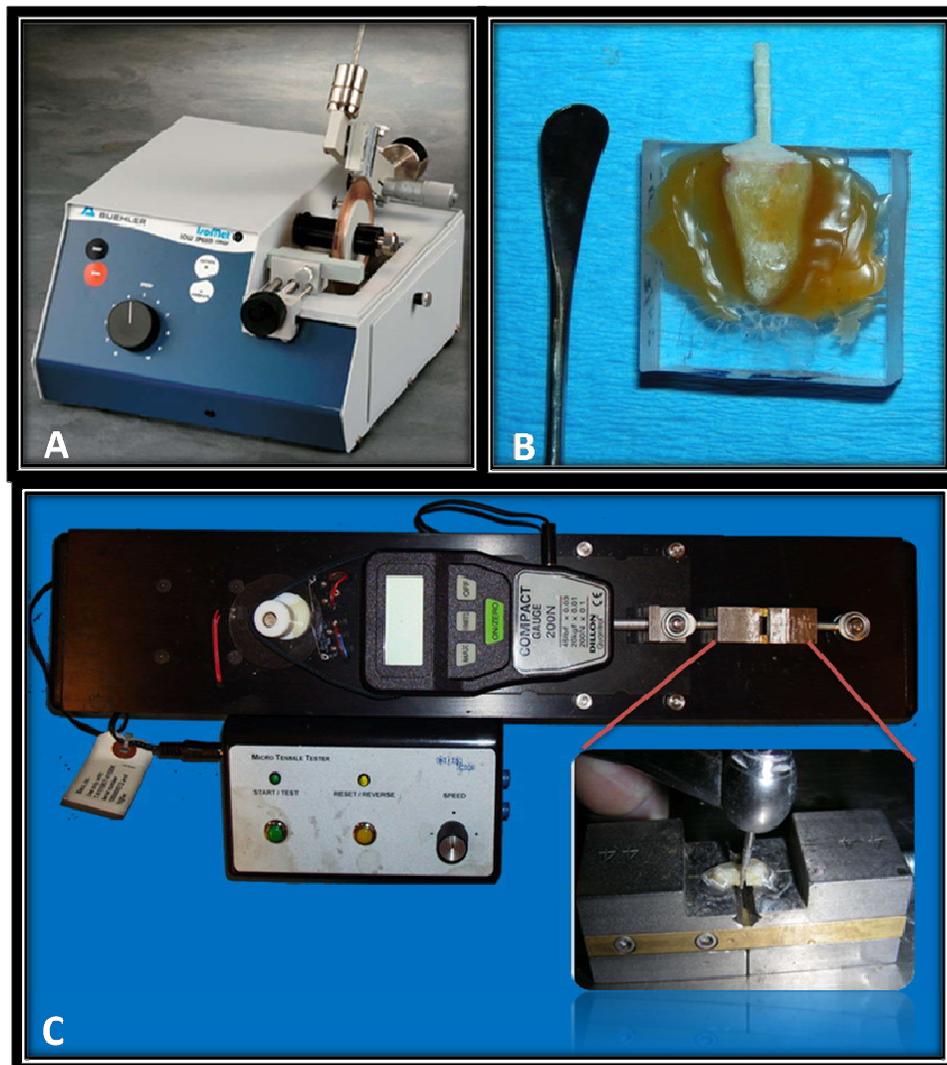


Figura 7. Preparo dos espécimes para o teste de micro-tração. A) Máquina de cortes; B) Espécime fixado num bloco de resina adaptado para a máquina de cortes; C) Máquina de micro-tração.

Os fragmentos de cada espécime foram analisados utilizando-se lente estereoscópica com aumento de 10x (Carl Zeiss, Inc, Alemanha) para avaliar o tipo de falha apresentada após o teste. As falhas foram consideradas adesivas quando ocorreram nas interfaces dentina/cimento ou pino/cimento, coesivas quando a ruptura aconteceu no agente cimentante, pino ou dentina, e mistas quando foram combinados ambos os tipos de falhas.

Os resultados da força de tração (F), expressa em Newton, necessária para o rompimento do conjunto pino/cimento/dentina foram anotados. A tensão de cisalhamento (σ), em MegaPascal (MPa) foi calculada mediante a aplicação da fórmula matemática:

$$\sigma = F / A, \text{ sendo } A = 2\pi rh, \text{ onde:}$$

A= área resultante, após o preparo do espaço protético para a cimentação dos pinos (igual para todos os *slices* analisados, com formato cilíndrico); $\pi = 3,1416$; r= raio do espaço protético (mm); e h = 1 mm (espessura dos *slices*).

Análise em microscopia eletrônica de varredura

Dezesseis raízes, duas de cada grupo, foram preparadas para análise em MEV, com o intuito de observar as interfaces pino/cimento e cimento/dentina (Figura 8), antes da realização do teste de micro-tração.

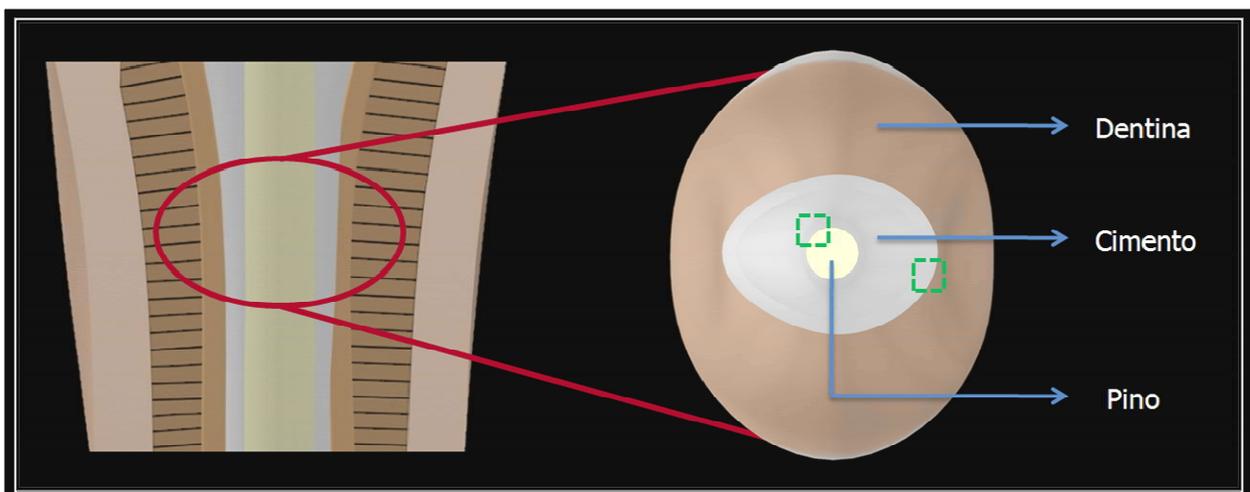


Figura 8. Esquema das interfaces pino/cimento e cimento/dentina, destacadas em verde, observadas em MEV.

Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a testes estatísticos preliminares para a verificação da normalidade da amostra. Uma vez que a amostra testada apresentou distribuição normal, foi aplicada a análise de variância e o teste complementar de Tukey, com auxílio do Software GraphPad InStat (GraphPad Software Inc, San Diego, EUA). O nível de significância adotado para os testes foi de 5%.



Resultados

Os valores obtidos neste estudo corresponderam à força necessária para o desprendimento do pino/cimento resinoso da dentina intra-radicular (Tabela II). Os resultados, em MPa, consistiram de 192 valores provenientes da comparação de dois diferentes tipos de pinos (Exacto e Everstick), e quatro tipos de cimentos resinosos (Panavia F., NAC-100, BisCem e RelyX UniCem), totalizando 8 grupos (n=24), sendo que de cada espécime foram obtidas 4 secções.

A análise de variância demonstrou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre os fatores pino e cimento, bem como a interação entre eles.

Tabela II. Valores da resistência de união, em MPa, dos pinos e cimentos à dentina.

	Cimentos	Valores médios*	Desvio padrão	Valores mínimos	Valores máximos	Intervalo de confiança	
						De	Para
Exacto	Panavia F	10,29●	4,10	5,28	18,60	8,55	12,02
	NAC-100	13,96 ●♣	5,05	6,44	24,39	11,82	16,04
	Biscem	16,36 ▲♣	4,82	7,74	30,32	14,33	18,40
	RelyX Unicem	19,75▲	5,11	10,49	28,80	17,59	21,91
Everstick	Panavia F	25,86 ■	6,13	18,20	39,60	23,27	28,45
	NAC-100	29,06 ■	6,99	20,20	42,60	26,11	32,01
	Biscem	28,85 ■	5,98	20,10	40,80	26,33	31,36
	RelyX Unicem	30,51 ■	6,55	22,29	44,60	27,75	33,28

* Símbolos diferentes indicam diferença estatisticamente significativa.

A média obtida para o pino Everstick ($28,57 \pm 0,46$) foi estatisticamente maior ($p < 0,001$) que a verificada com o pino Exacto ($15,09 \pm 0,46$), independente do agente cimentante.

Em relação a análise dos cimentos, o teste de Tukey indicou que o cimento auto-adesivo RelyX Unicem apresentou o maior valor ($25,13 \pm 1,01$), estatisticamente diferente ($p < 0,05$) do Panavia F, que apresentou média inferior ($18,07 \pm 1,43$). Os cimentos resinosos Nac-100 ($21,50 \pm 1,37$) e Biscem ($22,60 \pm 0,80$) mostraram valores intermediários e foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$), porém, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) do RelyX Unicem e Panavia F.

Considerando a análise da interação entre pinos e cimentos, o teste de Tukey evidenciou que, quando utilizado o pino Exacto, os maiores valores médios de força de união foram obtidos com os cimentos resinosos auto-adesivos (Biscem e RelyX Unicem), que foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) dos cimentos resinosos auto-condicionantes (Panavia F e NAC-100).

Em relação ao pino Everstick, foi observado que o tipo de cimento não influenciou nos valores de força de união ($p > 0,05$). Por outro lado, no entanto, todos os cimentos resinosos apresentaram médias superiores quando associados a este pino.

A análise evidenciou predominância das falhas adesivas entre a interface dentina/cimento. Porém, deve-se destacar a porcentagem expressiva de falhas do tipo coesiva observada em espécimes com o pino Everstick, principalmente quando associado com o cimento auto-adesivo RelyX Unicem (Tabela III).

Tabela III. Tipo de falha ocorrida em cada grupo experimental (%).

Grupos		Coesiva		Adesiva	
		Dentina	Pino	Dentina/Cimento	Pino/Cimento
Exacto	Panavia F	4.2	-	83.3	12.5
	NAC-100	-	-	83.3	16.7
	Biscem	-	-	75	25
	Unicem	-	-	79.1	20.9
Everstick	Panavia F	-	12.5	70.8	16.7
	NAC-100	-	16.7	75	8.3
	Biscem	-	25	62.5	12.5
	Unicem	-	37.5	62.5	-

Em relação às interfaces analisadas em MEV, foi possível observar que, para o pino Exacto, independentemente do cimento utilizado, houve a presença de fendas nas interfaces cimento/dentina (Figuras 9A e 10A) e pino/cimento (Figura 9B e 10B). O pino Everstick, por outro lado, apresentou interfaces pino/cimento (Figura 11A) e cimento/dentina (Figura 11B e 12B) com aspecto homogêneo e a ocorrência de fendas pouco expressiva.

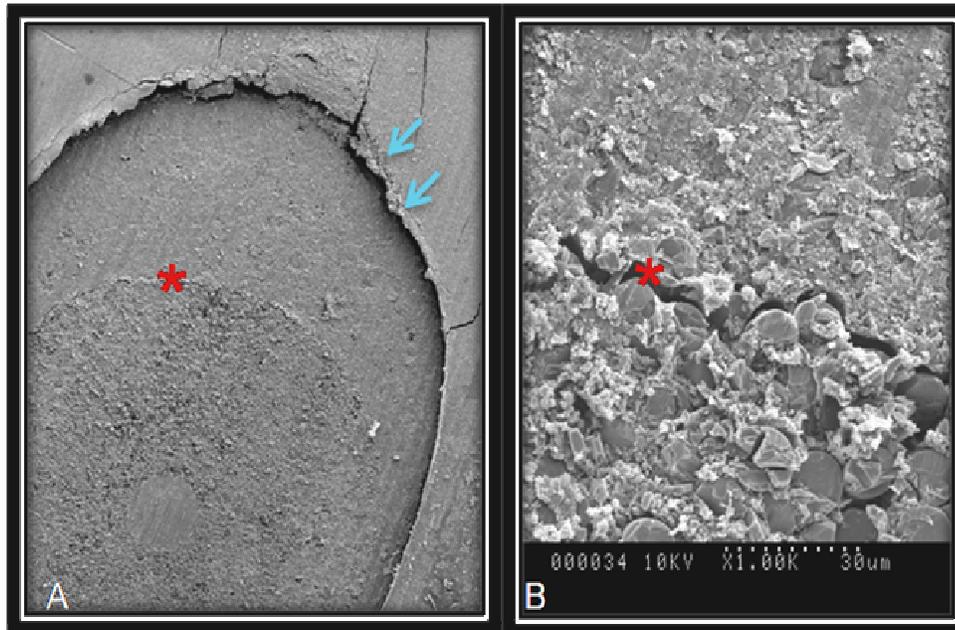


Figura 9. Fotomicrografias de espécime com pino Exacto e cimento Panavia F, A) Interface cimento/dentina, setas mostrando a presença de fendas (100X); B) Interface pino/cimento, asterisco mostrando a presença de fendas (500X).

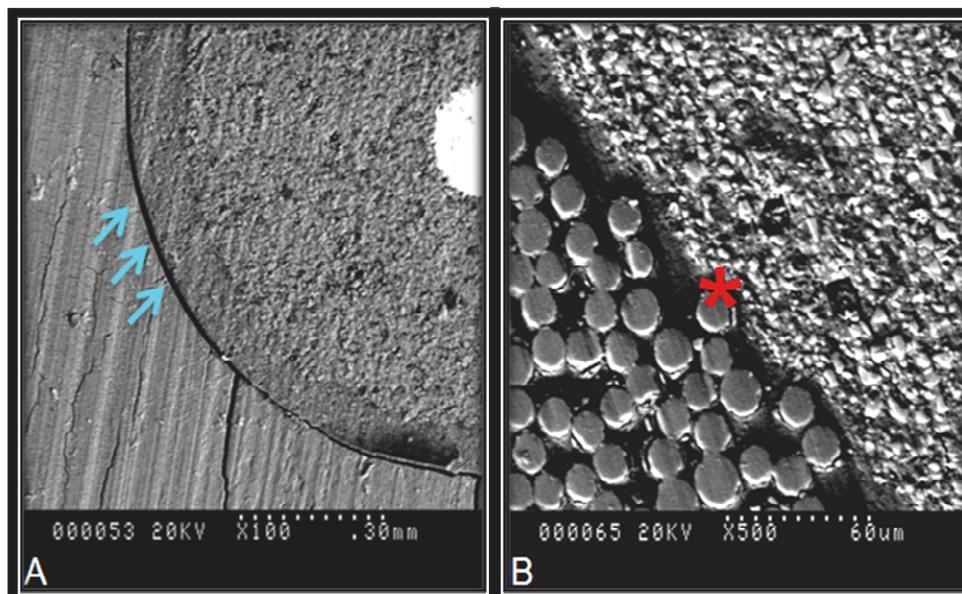


Figura 10. Fotomicrografia de espécime com pino Exacto e cimento RelyX Unicem. A) Interface cimento/dentina, setas mostrando a presença de fendas (100X); B) Interface pino/cimento, asterisco mostrando a presença de fendas (500X).

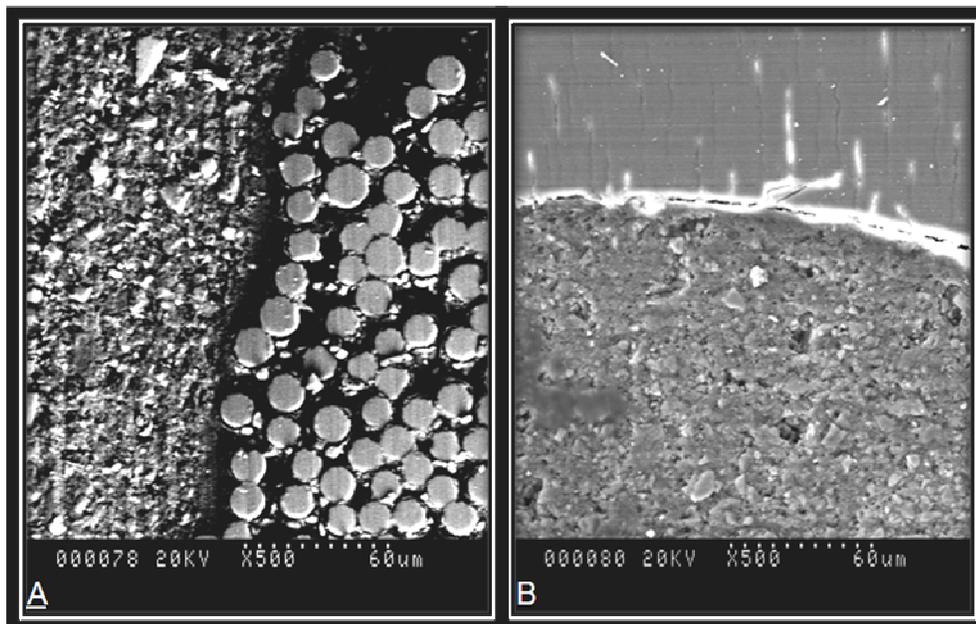


Figura 11. Fotomicrografias de espécime com pino Everstick e cimento Panavia F. A) Interface pino/cimento demonstrando ausência de espaços (500X); B) Interface cimento/dentina apresentando aspecto homogêneo da interface (500X).

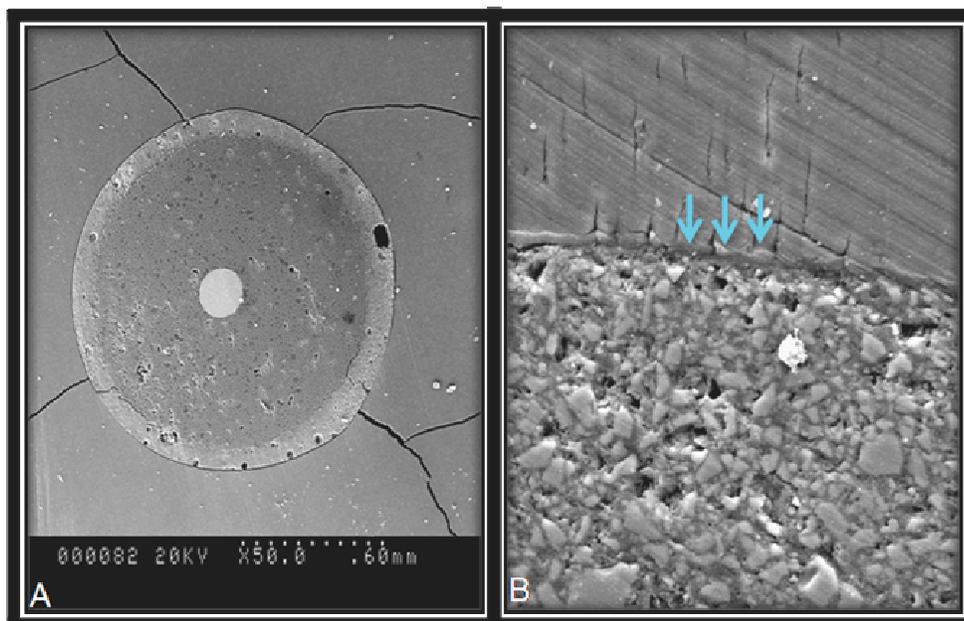


Figura 12. Fotomicrografia de espécime com pino Everstick e cimento RelyX Unicem. A) Visão geral da amostra (50X); B) Interface cimento/dentina com aspecto regular e fendas menos expressivas (500X).



Discussão

Estudos têm demonstrado que a falta de retenção é um relevante problema dos pinos intra-radulares (STOCKTON, 1999; FERRARI, et al., 2000; BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ; ROBBINS, 2004; MANNOCCI et al., 2005; LE BELL et al., 2005; BITTER et al. 2007; MALLMANN et al. 2007). Desta forma, pesquisas *in vitro* são necessárias para melhor entendimento do mecanismo de retenção dos pinos no interior dos canais radulares.

O teste de micro-tração é considerado adequado para mensurar a força de união de pinos de fibra na dentina radicular (SADEK et al., 2007). Este teste possibilita a mensuração da resistência à tração em pequenas áreas, permitindo a distribuição uniforme do estresse ao longo da interface adesiva (SANO et al., 1994; OMAR et al., 2007), por esta razão este foi o teste utilizado.

No presente estudo, algumas considerações em relação à metodologia empregada são necessárias para possibilitar melhor entendimento. O comprimento dos canais foi padronizado e dois pinos de fibra de vidro foram analisados: um convencional com dupla forma (cilíndrica e cônica) e outro flexível com forma cilíndrica. Uma vez que ambos os pinos apresentam a porção cervical cilíndrica, as secções utilizadas no estudo foram extraídas apenas da região cervical dos espécimes, a fim de padronizar a amostra.

Todos os pinos foram imersos em peróxido de hidrogênio 24% a fim de dissolver parcialmente a resina epóxica presente em sua superfície e expôr as fibras de vidro para permitir melhor embricamento do agente cimentante por entre essas fibras. Este

procedimento teve o objetivo de favorecer a adesão na interface pino-cimento (MONTICCELI et al., 2006).

Os resultados do presente estudo demonstraram que os pinos Everstick tiveram comportamento superior aos pinos Exacto, independentemente do cimento utilizado. Estes achados podem provavelmente ser explicados pelo fato de que o Everstick é um pino flexível com forma anatômica cilíndrica em toda sua extensão e é anatomicamente adaptável, conseqüentemente, quando este é inserido no interior do canal, ele se adapta à anatomia radicular, e comprime fortemente o cimento contra as paredes dentinárias, o que promove melhor penetração do cimento nos túbulos dentinários, uma vez que os cimentos resinosos auto-adesivos apresentam boa fluidez sob pressão e boa retenção (DE MUNCK et al., 2004).

Outro importante fator é que a matriz polimérica, associada às propriedades das fibras dos pinos reforçados por fibras de vidro (Everstick) aumentam a retenção por um mecanismo de adesão interdifundida (MANNOCCI et al., 2005; KOLBECK et al., 2007). Mais precisamente, a diferença na matriz polimérica do Everstick é baseada na existência de cadeias de polímeros de PMMA interligadas com a matriz BIS-GMA que se plastifica após a polimerização, e desta forma, reduz a formação de estresse nas interfaces pino/dentina a pino/cimento (LASSILA et al., 2004; LE BELL et al., 2007). GAROUCHI et al. (2008) verificaram reduzida contração de polimerização e melhor selamento marginal com os pinos Everstick. Este pino também apresenta baixa absorção de água (GAROUCHI et al., 2007) e reduzidas micro-porosidades em sua superfície, que contribuem para a alta densidade do material (LASSILA et al., 2004).

Em relação aos cimentos testados, foi observado que, de modo geral, o cimento auto-adesivo RelyX Unicem apresentou os maiores valores médios e o Panavia F os menores. Foi também verificado que quando os pinos Exacto foram usados, os melhores resultados foram obtidos com os cimentos resinosos auto-adesivos. Porém, todos os cimentos demonstraram o mesmo comportamento quando usados em conjunto com os pinos Everstick.

As características inerentes ao pino Everstick podem provavelmente explicar os resultados satisfatórios observados com todos os cimentos associados a este pino. Os monômeros do cimento resinoso penetram através da matriz polimérica (LE BELL et al., 2005; KECECI et al., 2008) e promovem a formação de um "monobloco" com o agente cimentante após a polimerização. Estas hipóteses podem ser enfatizadas depois da análise da interação dos cimentos e pinos, na qual pode ser observado que todos os cimentos aumentaram sua capacidade adesiva quando associados ao pino Everstick.

Apesar da maior porcentagem de falhas com os pinos Everstick ter sido adesiva, deve-se também ser considerada a elevada incidência de falhas coesivas nestes pinos. Investigações prévias (LE BELL et al., 2005; KECECI et al., 2008) também mostraram considerável percentual de falhas coesivas com os pinos Everstick. Vale salientar que este pino também apresentou interface mais homogênea e fendas menos evidentes que o pino Exacto.

Embora os pinos utilizados neste estudo tenham sido imersos em peróxido de hidrogênio a 24% e silanizados, com o objetivo de expor as fibras e facilitar a adesão do cimento, os pinos Exacto apresentaram força de união inferior aos pinos Everstick. Uma

possível razão para esse resultado é a penetração deficiente dos monômeros dos agentes cimentantes na matriz epóxica dos pinos convencionais (MANNOCCHI et al., 2005). Pouco ou nenhum radical livre fica disponível para a adesão, portanto, não ocorre adesão química dos cimentos à base de metacrilato nas matrizes epóxicas após a polimerização (MANNOCCHI et al., 2005; LE BELL et al., 2005). Este achado está de acordo com a expressiva porcentagem de falhas adesivas dos espécimes que receberam os pinos Exacto.

Finalmente, os resultados deste estudo sugerem que o uso de pinos reforçados por fibras de vidro com matriz polimérica IPN aumentam a resistência adesiva quando fixados com cimentos à base de resina. Portanto, estes materiais podem ser uma alternativa para resolver alguns problemas comumente encontrados em restaurações intra-radiculares convencionais. Diversas pesquisas devem ainda serem conduzidas a fim de desenvolver um protocolo de adesão ideal dos pinos de fibra de vidro e cimentos à base de resina, uma vez que esses materiais são de grande importância para as restaurações de dentes tratados endodonticamente.



Conclusões

Dentro dos limites do presente estudo, as seguintes conclusões foram observadas:

- 1- Independente do cimento, o pino Everstick apresentou melhor união à dentina que o pino Exacto.
- 2- O cimento auto-adesivo RelyX Unicem apresentou maior força de união.
- 3- O tipo de cimento não influenciou nos valores de força de união quando utilizado o pino Everstick. No entanto, todos os cimentos resinosos apresentaram força de união superior quando foram associados à este pino.
- 4- Houve predomínio de falhas adesivas na interface cimento-dentina e predominância de falhas coesivas no pino Everstick, principalmente quando cimentado com RelyX Unicem.
- 5- A combinação do pino Everstick com o cimento auto-adesivo RelyX Unicem apresentou o resultado mais satisfatório de união.



Referências bibliográficas

ALFREDO, E.; CARVALHO-JUNIOR, J. R.; SILVA-SOUSA, Y. T.; CORRER-SOBRINHO, L.; SAQUY, P. C.; SOUSA-NETO, M. D. Evaluation of retention of post-core system cemented with different materials on dentine surfaces treated with EDTA or Er: YAG laser irradiation. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 23, n. 1, p. 36-40, 2005.

AKGUNGOR, G.; AKKAYAN, B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. **J. Prosthet. Dent.**, v. 95, n. 5, p. 368-378, 2006.

AL-ASSAF, K.; CHAKMAKCHI, M.; PALAGHIAS, G.; KARANIKA-KOUMA, A.; ELIADES, G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. **Dent. Mat.**, v. 23, n. 7, p. 829-839, 2007.

BATERN, G.; RICKETTS, D. N. J.; SAUNDERS, W. P. Fibre-based post systems: a review. **Br. Dent. J.**, v. 195, n. 1, p. 43-48, 2003.

BEHR, M.; ROSENTRITT, M.; REGNET, T.; HANDEL, G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried system. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 2, p. 191-197, 2004.

BITTER, K.; NOETZEL, J.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, A. M. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements. **Quintessence Int.**, v. 38, n. 2, p. 121-128, 2007.

BITTER, K.; MEYER-LUECKEL, H.; PRIEHN, K.; MARTUS, P.; KIELBASSA, A. M. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. **Am. J. Dent.**, v. 19, n. 3, p. 138-142, 2006a.

BITTER, K.; MEYER-LUECKEL, H.; PRIEHN, K.; KANJUPARAMBIL, J. P.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, A. M. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 10, p. 809-818, 2006b.

BOSCHIAN PEST, L.; CAVALLI, G.; BERTANI, P.; GAGLIANI, M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. **Dent. Mater.**, v. 18, n. 8, p. 596-602, 2002.

BOUILLAGUET, S.; TROESCH, S.; WATAHA, J. C. ; KREJCI, I. ; MEYER, J. M. ; PASHLEY, D. H. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent. Mat.**, v. 19, n. 3, p. 199-205, 2003.

CARVALHO, R. M.; CARRILHO, M. R. O.; PEREIRA, L. C. G.; GARCIA, F. C. P.; MARQUESINI-JUNIOR, L.; SILVA, S. M. A. Sistemas Adesivos: Fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. **Biodonto**, v. 2, n. 1, p. 61-64, 2004.

COHEN, B. I.; PAGNILLO, M. K.; NEWMAN, I.; MUSIKAN, B. L.; DEUTSH, A. S. Retention of three endodontic posts cemented with five dental cements. **J. Prosthet. Dent.**, v. 79, n. 5, p. 520-525, 1998.

CEBALLOS, L.; GARRIDO, M. A.; FUENTES, V.; RODRIGUEZ, J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. **Dent. Mater.**, v. 23, n. 1, p. 100-105, 2007.

D'ARCANGELO, C.; D'AMARIO, M.; PROSPERI, G. D.; CINELLI, M., GIANNONI, M.; CAPUTI, S. Effect of Surface Treatments on Tensile Bond Strength and on Morphology of Quartz-Fiber Posts. **J. Endod.**, v. 33, n. 3, p. 264-267, 2007.

DAVIS, S. T.; O'CONNELL, B. C. The effect os two root canal sealers on the retentive strength of glass fibre endodontic posts. **J. Oral. Rehabil.**, v. 34, n. 6, p. 468-473, 2007.

DE MUNCK, J.; VARGAS, M.; LANDUYT, K. V.; HIKITA, K.; LAMBRECHTS, P.; MEERBEEK, B. V. Bonding of auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 10, p. 963-971, 2004.

DRUMMOND, J. L.; BAPNA, M. S. Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. **Dent. Mater.**, v. 19, n. 3, p. 226-231, 2003

DUKE, E. S. New directions for post in restoring endodontically treated teeth. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, v. 23, n. 2, p. 116-122, 2002.

DE DURÃO, P. J. B. T.; GONZALEZ-LOPEZ, S.; AGUILAR-MENDOZA, J. A.; FÉLIX, S.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, M. P. Comparasion of regional Bond strength in root thirds among fiber-reinforced posts luted with different cements. **J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater.**, v. 19, n. 5, p. 176-182, 2007.

EL-MOWAFY, O. M.; MILENKOVIC, M. Retention of paraposts with dentin-bonded resin cements. **Oper. Dent.**, v. 19, n. 5, p. 176-182, 1994.

FERRARI, M.; VICHI, A.; MANNOCCI, F.; MASON, P. N. Retrospective study of the clinical performance of fiber post. **Am. J. Dent.**, v. 13, Special Issue, p. 9B-13B, 2000.

FERRARI, M.; GRANDINI, S.; SIMONETTI, M.; MONTICELLI, F.; GORACCI, C. Influence of a microbrush on bonding fiber post into root canals under clinical conditions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Endod.**, v. 94, n. 5, p. 627-631, 2002.

FOKKINGA, W. A.; KREULEN, C. M.; LE BELL, A. M.; LASSILA, L. V.; VALLITTU, P. K.; CREUGERS, N. H. Fracture behavior of structurally compromised non-vital maxillary premolars restored using experimental fiber reinforced composite crowns. **Am. J. Dent.**, v. 19, n. 6, p. 326-332, 2006.

FREEDMAN, G. A. Esthetic post-and-core treatment. **Dent. Clin. North Am.**, v. 45, n. 1, p. 103-116, 2001.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K.; WATTS, D. C.; LASSILA, L. V. Polymerization shrinkage of experimental short glass fiber-reinforced composite with semi-interpenetrating polymer network matrix. **Dent. Mater.**, v. 24, n. 2, p. 211-215, 2008.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. V. Fracture resistance of short, randomly oriented, glass fiber-reinforced composite premolar crowns. **Acta. Biomater.**, v. 3, n. 5, p. 779-784, 2007.

GORACCI, C.; FABIANELLI, A.; SADEK, F. T.; PAPACCHINI, F.; TAY, F. R.; FERRARI, M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. **J. Endod.**, v. 31, n. 8, p. 608-612, 2005a.

GORACCI, C.; SADEK, F. T.; FABIANELLI, A.; TAY, F. R.; FERRARI, M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intra-radicular dentin. **Oper. Dent.**, v. 30, n. 5, p. 627-635, 2005b.

GORACCI, C.; TAVARES, A. U.; FABIANELLI, A.; MONTICELLI, F. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparasion between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur. J. Oral. Sci.**, v. 112, n. 4, p. 353-361, 2004.

GOLDMAN, M.; DEVITRE, R.; PIER, M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. **J. Prosthet. Dent.**, v. 52, n. 4, p. 485-488, 1984.

GONÇALVES, L. A.; VANSAN, L. P.; PAULINO, S. M.; SOUSA-NETO, M. D. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials. **J. Prosthet. Dent.**, v. 96, n. 5, p. 339-344, 2006.

GUIMARÃES, C. S.; RIBEIRO, S. C.; BIFFI, J. C. G.; MOTA, A. S. Análise comparativa da retenção de pinos intra-radiculares pré-fabricados e fixos com diferentes agentes de cimentação. **Rev. Pós-Grad.**, v. 6, n. 4, p. 354-360, 1999.

HIKITA, K.; HIKITA, B.; VAN MEERBEEK, A. J.; DE MUNCK, A. T.; IKEDAA, C. K.; VAN LANDUYTA, T.; MAIDAB, P.; LAMBRECHTSA, M.; PEUMANSA. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. **Dent. Mater.**, v. 23, n. 1, p. 71-80, 2007.

HOLDEREGGER, C.; SAILER, I.; SCHUHMACHER, C.; SCHLÄPFER, R.; HÄMMERLE, C.; FISCHER, J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. **Dent. Mater.**, *in press*.

KALKAN, M.; USUMEZ, A.; OZTURK, A. N.; BELLI, S.; ESKITASCIOGLU, G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post system. **J. Prosthet. Dent.**, v. 96, n. 1, p. 41-46, 2006.

KAKEHASHI, Y.; LUTHY, H.; NAEF, R.; WOHLWEND, A.; SCHARER, P. A new all-ceramic post and core system: clinical, technical, and in vitro result. **Int. J. Periodontics Restor. Dent.**, v. 18, n. 6, p. 587-593, 1998.

KECECI, A. D.; KAYA, B. U.; ADANIR, N. Micro push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 105, n. 1, p. 121-128, 2008.

KOLBECK, C.; ROSENTRITT, M.; BEHR, M.; SCHNEIDER, S.; HANDEL, G. Fracture strength and bond capacities of electron irradiated fiber reinforced composites. **Dent. Mater.**, v. 23, n. 12, p. 529-534, 2007.

LASSILA, L. V. J.; TANNER, J.; LE BELL, A. M.; NARVA, K.; VALLITTU, P. K. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 1, p. 29-36, 2004.

LE BELL, A. M.; TANNER, J.; LASSILA, L. V.; KANGASNIEMI, I.; VALLITTU, P. Bonding of composite resin luting cement to fiber-reinforced composite root canal posts. **J. Adhes. Dent.** v. 6, n. 4, p. 319-325, 2004.

LE BELL, A. M.; LASSILA, L. V. J.; KANGASNIEMI, I.; VALLITTU, P. K. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. **J. Dent.**, v. 33, n. 7, p. 533-539, 2005.

LE BELL, A. M.; LAHDENPERA, M.; LASSILA, L. V. J.; VALLITTU, P. K. Bond strength of composite resin luting cements to fiber-reinforced composite root canal post. **J. Contemp. Dent. Pract.**, v. 8, n. 6, p. 1-5, 2007.

LOVE, R. M.; PURTON, D. G. Retention of posts with resin, glass ionomer and hybrid cements. **J. Dent.**, v. 26, n. 7, p. 599-602, 1998.

MALLMANN, A.; JACQUES, L. B.; VALANDRO, L. F.; MUENCH, A. Microtensile Bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced composite posts. **J. Prosthet. Dent**, v. 97, n. 3, p. 165-172, 2007.

MANOCCI, F.; SHERRIFF, M.; WATSON, T. F.; VALLITTU, P. K. Penetration of bonding resins into fibre-reinforced composite posts: a confocal microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 1, p. 46-51, 2005.

MANOCCI, F.; SHERRIFF, M.; WATSON, T. F. Three-point bending test of fiber posts. **J. Endod.**, v. 27, n. 12, p. 758-761, 2001.

OMAR, H.; EL-BADRAWY, W.; EL-MOWAFY, O.; ATTA, O.; SALEEM, B. Microtensile bond strength of resin composite bonded to caries-affected dentin with three adhesives. **Oper. Dent.**, v. 32, n. 1, p. 24-30, 2007.

PACE, L. L.; HUMMEL, S. K.; MARKER, V. A.; BOLOURI, A. Comparasion of the flexural strength of five adhesive resin cements. **J. Prosthodont.**, v. 16, n. 1, p. 18-24, 2007.

PEGORETTI, A.; FAMBRI, L.; ZAPPINI, G.; BIANCHETTI, M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. **Biomaterials**, v. 23, n. 13, p. 2667-2682, 2002.

PERDIGÃO, J.; GOMES, G.; AUGUSTO, V. The Effect of Dowel Space on the Bond Strengths of Fiber Posts. **J. Prosthodont.**, v. 16, n. 3, p. 154-164, 2007.

QUALTROUGH, A. J.; CHANDLER, N. P.; PURTON, D. G. A comparison of the retention of tooth-colored posts. **Quintessence Int.**, v. 34, n. 3, p. 199-201, 2003.

SADEK, F. T.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; GRANDINI, S.; CURY, A. H.; TAY, F.; FERRARI, M. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strength of fiber posts. **J. Endod.**, v. 32, n. 12, p. 1174-1177, 2006.

SADEK, F. T.; MONTICELLI, F.; GORACCI, C.; TAY, F.; CARDOSO, P. E. C.; FERRARI, M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. **Dent. Mater.**, v. 23, n. 1, p. 95-99, 2007.

SANO, H.; SHONO, T.; SONODA, H.; TAKATSU, T.; CIUCCHI, B.; CARVALHO, R.; PASHLEY, D. H. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, v. 10, n. 4, p. 236-240, 1994.

SCHWARTZ, R. S.; ROBBINS, J. W. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. **J. Endod.**, v. 30, n. 5, p. 289-301, 2004.

SCOTTI, R.; FERRARI, M. Pinos de fibra – Considerações teóricas e aplicações clínicas. 1a ed. São Paulo: **Artes Médicas**, 2003, 132 p.

STOCKTON, W. L. Factors affecting retention of post systems: A literature review. **J. Prosthet. Dent.**, v. 81, n. 4 , p. 380-395, 1999.

TURNER, C. H. The retention of dental posts. **J. Dent.**, v. 10, n. 2, p. 154-165, 1982.

VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCK, J.; YOSHIDA, Y.; INOUE, S.; VARGAS, M.; VIJAY, P.;

VAN LANDUYT, K.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. Buonocore memorial lecture.

Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper. Dent.**, v. 28, n. 3 , p. 215-235, 2003.

YU, W. J.; KWON, T. Y., KYUNG, H. M.; KIM, K. H. An evaluation of localized debonding between fibre post and root canal wall by finite element simulation. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 12, p. 959–967, 2006.

ZICARI, F.; COUTHINO, E.; DE MUNCK, J.; POITEVIN, A.; SCOTTI, R.; NAERT, I.; VAN MEERBEEK, B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. **Dent. Mater.**, *in press*.



Anexo



Ribeirão Preto, 13 de dezembro de 2006.

Dear Sir,

The Committee of Ethics and Research of the University of Ribeirão Preto (CEP/UNAERP) analyzed and approved with no restrictions, the Project entitled “*Bond strength of quartz fiber posts cemented with different resin-based cements by means of micro push-out test*”, by Profa Dra Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa (researcher) and Suellen Zaitter (Master student), registered at the Committee under the # 120/06.

It is of our knowledge that this research will be conducted at the University of Ribeirão Preto.

We solicit that you send the partial and final reports, possible emends and new free will consent forms, notify us of possible adverse events that occur and send new published information on security of the project, so that adequate follow-ups can be performed.

Sincerely,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Luciana Rezende Alves de Oliveira', is written over a faint circular stamp.

Prof. Dr. Luciana Rezende Alves de Oliveira
Chair of the Research and Ethics Committee of UNAERP
University of Ribeirão Preto