

RENATO CÁSSIO ROPERTO

***AVALIAÇÃO DA CIMENTAÇÃO DE PINOS NÃO METÁLICOS NA
DENTINA INTRARADICULAR UTILIZANDO CIMENTOS RESINOSOS
AUTO-ADESIVOS***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do Título de Doutor em Dentística Restauradora.

**Araraquara
2007**

RENATO CÁSSIO ROPERTO

***AVALIAÇÃO DA CIMENTAÇÃO DE PINOS NÃO METÁLICOS NA
DENTINA INTRARADICULAR UTILIZANDO CIMENTOS RESINOSOS
AUTO-ADESIVOS***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do Título de Doutor em Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto

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

**Araraquara
2007**

DADOS CURRICULARES
RENATO CÁSSIO ROPERTO

NASCIMENTO	13.5.1975 – SÃO PAULO/SP
FILIAÇÃO	Mário do Carmo Roperto Suely Colombo Roperto
1996/2000	Curso de Graduação Universidade de Ribeirão Preto –UNAERP
2001/2003	Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, FORP-USP.
2002/2006	Professor Assistente do Departamento de Dentística Restauradora, curso de Odontologia, da Universidade de Ribeirão Preto -UNAERP.
2004/2007	Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.
2006/2007	Pesquisador Visitante no Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade de Toronto, Canadá.
2007/atual	Professor Titular do Departamento de Dentística Restauradora, curso de Odontologia, da Universidade de Ribeirão Preto -UNAERP.

RENATO CÁSSIO ROPERTO

**AVALIAÇÃO DA CIMENTAÇÃO DE PINOS NÃO METÁLICOS NA DENTINA
INTRARADICULAR UTILIZANDO CIMENTOS RESINOSOS AUTO-ADESIVOS**

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto

2º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

3º Examinador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

4º Examinador: Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan

5º Examinador: Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto

Araraquara, 29 de Junho de 2007.

Deus...

....meu glorioso Pai e meu criador. Me destes força e determinação naquilo que preparastes para mim. Lançou-me a desafios inimagináveis, mas provou-me sua poderosa proteção e misericórdia. Vestiu-me com seu escudo inabalável e pela fé pude ver sua glória. Obrigado por tudo; pela vida de Teu filho Jesus, pela minha salvação, pelas bênçãos recebidas, pelas vitórias, lições aprendidas e por me aceitar como filho.

“Footprints”

One night a man had a dream. He dreamed he was walking along the beach with the Lord. Across the sky flashed scenes from his life. For each scene, he noticed two sets of footprints in the sand: One belonged to him, and other to the Lord.

When the last scene of his life flashed before him, he looked back at the footprints in the sand. He noticed that many times along the path of his life there was only one set of footprints. He also noticed that it happened at the very lowest and saddest times in his life.

This really bothered him and he questioned the Lord about it.

“Lord, you said that once I decided to follow you, you’d walk with me all the way. But I have noticed that during the most troublesome times in my life, there is only one set of footprints. I don’t understand why when I needed you most you would leave me.”

The Lord replied, “My precious, precious child, I love you and I would never leave you. During your times of trial and suffering, when you see only one set of footprints, it was then that I carried you”

DEDICO ESTE TRABALHO

Aos meus pais, **Mário do Carmo Roperto** e **Suely Colombo Roperto**, pela forma como conduziram minha educação, com seriedade e compromisso, e por incentivarem-me sempre, mesmo que meus sonhos tivessem que ser realizados à distância. Obrigado por tudo. Amo vocês.

Ao meu irmão **Rogério Roperto** e minha cunhada **Ana Gabriela Pavanelli Roperto**, por nossa amizade e por estarem presentes em todos os momentos de minha vida.

A minha querida avó **Meris Teixeira** pelo exemplo de força, dedicação e amor à família. Aos **demais familiares** que sempre torceram por mim.

Agradecimentos

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto**, pela dedicação e envolvimento em meu aprendizado; por aceitar orientar essa Tese e pela forma como a conduziu; pelos ensinamentos, críticas, incentivos e apoio durante boa parte de minha vida acadêmica; pela companhia agradável e grandiosa que tornou possível todas minhas conquistas durante esses anos. Agradeço sempre e espero poder retribuir.

Ao **Prof. Dr. Omar El-Mowafy**, pela confiança e oportunidade; pela atenção e hospitalidade com que me recebeu em Toronto no Canadá; por permitir que a relação orientador/orientado se transformasse em amizade; pela forma segura com que conduziu a orientação dessa Tese. Excelente profissional, uma pessoa dedicada e interessada que mostra competência e zelo em tudo que faz. Obrigado por tudo.

Ao **Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto** da Universidade de Ribeirão Preto, por ser um dos meus maiores incentivadores na busca pela ciência e aprimoramento da mesma. Pessoa séria, honesta e dedicada que não só me deu oportunidades na carreira acadêmica, mas mostrou-se como um amigo sempre presente tanto nas horas difíceis quanto nos momentos de vitória. Obrigado professor pela sua valiosa colaboração.

À **Profa. Dra. Wafa El-Badrawy**, pela grande ajuda no Laboratório de pesquisas da Universidade de Toronto; por permitir e apoiar minha experiência e aperfeiçoamento como docente auxiliar convidado na disciplina de Odontologia Restauradora do primeiro ano do curso de Odontologia da Universidade de Toronto; por sempre me incentivar a buscar novos

horizontes na pesquisa científica e pela educação que sempre teve comigo. Muito obrigado pela sua valiosa participação em minha experiência no Canadá.

À **Profa. Dra. Maria Salete Machado Cândido**, pela educação, pela colaboração durante meu primeiro ano como aluno da pós-graduação e disponibilidade em me atender em todos os momentos de dúvida. Pelo convívio agradável e pelo profissionalismo. Obrigado professora.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade**, pela oportunidade e confiança; pela seriedade com que me ajudou durante meus anos como aluno do Doutorado; e por apoiar a minha qualificação profissional.

Aos professores do Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade de Toronto, Canadá: **Profa. Dra. Doroth McComb; Profa. Dra. Laura Tam; Prof. Dr. Robert James Brown; Prof. Dr. Paul J. Bevilacqua; Dr. Reynaldo Todescan Jr.**, pelo imenso carinho com que me receberam na faculdade, sempre dispostos a ajudar e incentivar. Obrigado a todos vocês.

Aos professores do curso de pós-graduação em Odontologia Restauradora; **Prof. Dr. José Roberto Cury Saad; Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior; Prof. Dr. Carlos Alberto de Souza Costa; Prof. Dr. Sillas Luis Lordello Duarte Junior; Prof. Dr. Welington Dinelli; Profa. Dra. Leonor de Castro Monteiro Lofredo**, pelos ensinamentos, pela ajuda, apoio e incentivo durante todo curso de Doutorado. Obrigado a todos.

Aos colegas do laboratório de pesquisa em Odontologia Restauradora da Universidade de Toronto: **Dr. Mohamed Ghazy** (Egito); **Dr. Omar Abu-El-Ella** (Egito); **Dra. Hanan Omar** (Egito); **Dr. Mohammed Zarhan** (Arábia Saudita); **Dr. Arhmed El-Tanty** (Egito-Canadá); **Lubinka Kozovisky** (Macedônia-Canadá); **Geeta Nathan** (SriLanka-Canadá); **Stephanie Ho** (China-Canadá) e **Dra. Suellen Zaitter** (Brasil), pela amizade, companheirismo e carinho que me acolheram durante todos esses meses de trabalho no laboratório. Guardo vocês com carinho em minha memória.

Aos meus queridos amigos **José Meneguette e Domingos Yamada**. Por desde o início desse projeto colaborarem com preciosa ajuda nas áreas de informática, fotografia e desenho. Meus sinceros agradecimentos a vocês.

À **Profa. Dra. Melissa Andrea Marchesan** que ao longo do tempo mostrou-se uma amiga muito especial. Não mediu esforços para sempre colaborar e me ajudar desde os primeiros passos na busca desse sonho. Obrigado pela paciência, pelos conselhos, pelo apoio e carinho durante todos esses anos.

Aos professores e amigos que estiveram comigo durante toda essa jornada de vitórias: **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho; Profa. Dra. Yara Terezinha Correa Silva Sousa; Profa. Dra. Neide Aparecida de Souza Leihfeld; Prof. Dr. André Luiz Baracchini Centola; Prof. Dr. Fernando Mandarino; Prof. José Carlos Dall Secco Leandrini; Prof. José Antonio Bruffato Ferraz**, pelos ensinamentos valiosos que contribuíram para o meu aperfeiçoamento profissional e pessoal.

Aos amigos **Prof. Marcos Porto de Arruda; Prof. Dr. Gilson Piantino Silveira; Profa. Aline Evangelista de Souza Gabriel; Sr. Reginaldo Santana da Silva; Dr. Tabajara Sabbag Fonseca; Dra. Isamara Caputo; Dr. João Marcos Camillo Atique; Dra. Patricia Volpon Atique; Patricia Zanette Dallago; Viviane Mishima e Sebastião de Oliveira**, que em momento algum deixaram de transmitir seus mais sinceros votos de sucesso enquanto estive longe. Obrigado por cada mensagem, telefonema e por compartilharem comigo as vitórias e derrotas da vida. Vocês são muito especiais.

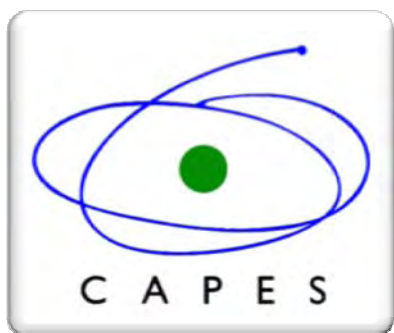
Aos secretários dos cursos de graduação e pós-graduação em Odontologia: **Sra. Mara Cândido Munhoz do Amaral; Sra. Rosângela; Sra. Creusa Maria Hortenci**; (Universidade Estadual Paulista – UNESP); **Sr. Vinicius Bianchi de Castro; Sra. Valéria Rodrigues da Silva; Sra. Marina Janólio Ferreira** (Universidade de Ribeirão Preto); pela imensa ajuda durante todos esses anos de pós-graduação. Meus sinceros agradecimentos pelo carinho que sempre tiveram por mim.

À secretária do curso de Odontologia Restauradora **Sra. Ionie Lawrence** e às técnicas de Laboratório **Sra. Monica, Sra. Marian e Sra. Connie**, da Universidade de Toronto. Quatro anos que Deus colocou em minha vida durante minha fase de estágio no Canadá. Pessoas sinceras, amigas, dedicadas e que me acolheram como um filho quando eu mais precisei de ajuda. Tenho vocês guardadas com muito carinho em minha memória. Que Deus as abençoe.

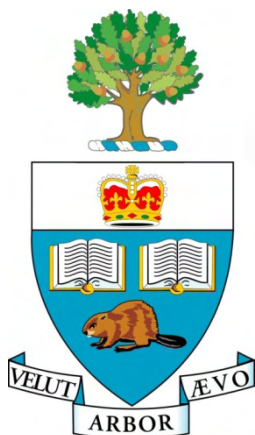
Aos meus amigos e companheiros de Toronto: **Douglas Oliveira Vargas, Cláudio Narducci e Suellen Zaitter** pela sincera amizade, bons momentos que passamos juntos e carinho que sempre tiveram comigo. Muito obrigado por tudo.

Ao Governo Federal do Brasil, através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - **CAPES**, que apoiou e financiou minha estada no Canadá. Obrigado também às técnicas Cleuma Neiva e Heda Costa pelo incansável e bem feito trabalho durante o período de minha bolsa.

Meus Sinceros agradecimentos.



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia Restauradora da Universidade de Toronto (Canadá), e no laboratório de pesquisas em Odontologia da Universidade Estadual Paulista – UNESP (Araraquara, Brasil), com apoio financeiro da CAPES (processo número BEX3092-05/4).



***University of Toronto - Faculty of Dentistry
Toronto, ON, Canada***



***Universidade Estadual Paulista - UNESP
Araraquara, SP, Brasil.***

Resumo:

Este estudo avaliou por meio da microtração (μ TBS) a adesão de pinos de fibra de vidro à cimentos auto-adesivos e convencionais. Oitenta dentes humanos recém-extraídos tratados endodonticamente foram divididos em 8 grupos ($n=10$). Dois diferentes tipos de pinos de fibra de vidro foram utilizados; pino de fibra de vidro silanizado (Reforpost/Angelus) (RA) e pinos flexíveis de fibra de vidro silanizados (EverStick/Sticktech) (EP). Esses foram cimentados em preparos protéticos no interior dos condutos radiculares dos dentes utilizando três diferentes cimentos resinosos auto-adesivos; Unicem/3M-ESPE (UNI), Biscem/BISCO (BIS), Maxcem/KERR (MAX) e um cimento convencional com a aplicação adicional de um primer/adesivo separadamente, PanaviaF/Kuraray, (PAN) como grupo controle. Os specimens foram termociclados por 3000 ciclos, variando a temperatura da água em 5 °C - 55 °C. Depois, foram armazenados em estufa à temperatura constante de 37°C. Após uma semana, os mesmos foram seccionados em fatias de 1.0 mm (3 para a região cervical, 3 para a região média das raízes). As fatias foram desgastadas mesio-distalmente e submetidas à microtração em uma máquina de testes. Os valores obtidos para cada grupo foram estatisticamente analisados utilizando ANOVA. Os resultados mostraram que uma diferença significativa foi percebida entre os grupos pinos e cimentos resinosos ($P < 0.001$). Valores de microtração para a região média foram menores àqueles obtidos para a região cervical, porém, sem diferença estatística significativa ($P > 0.05$). Valores obtidos com EP foram maiores àqueles obtidos com RA. Conclui-se que os cimentos resinosos auto-adesivos foram capazes de produzir valores de adesividade à dentina

intraradicular semelhantes ao grupo controle (cimento resinoso convencional) utilizando primer/adesivo separadamente, independente do tipo de pino utilizado.

Abstract:

New self-adhesive resin cements were recently made available. This study evaluated microtensile bond strength (μ TBS) of two glass fiber posts to intraradicular dentin when new self-adhesive resin cements were used. Eighty freshly-extracted single-rooted anterior teeth were endodontically-treated and assigned to 8 groups ($n=10$). Two glass fiber posts were used, silanized glass fiber post (Reforpost/Angelus) (RA) and flexible fiber post (EverStick/Sticktech) (EP). These were cemented to prepared post spaces using three self-adhesive cements: Unicem/3M-ESPE (UNI), Biscem/BISCO (BIS), Maxcem/KERR (MAX) and a resin cement used with separate primer/bonding, PanaviaF/Kuraray, (PAN) as a control group. Specimens were thermocycled for 3000 cycles in water baths 5 °C - 55 °C. Specimens were then stored in water at 37 °C for one week and sectioned into 1.0 mm thick slices (3 from cervical, 3 from middle parts of the roots). Slices were trimmed mesio-distally and subjected to μ TBS testing in a special machine. Mean μ TBS of each group was calculated and data statistically-analyzed with ANOVA. The ANOVA test indicated significant differences among the groups ($P < 0.001$). Mean μ TBS for middle dentin were consistently lower than those obtained for cervical, however, without statistical significance ($P>0.05$). Mean μ TBS values obtained with EP were consistently higher than those obtained with RA. Some self-adhesive resin cements were capable of producing mean μ TBS to radicular dentin

similar to that obtained when control resin cement with separate primer /adhesive was used.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA ATUALIZADA.....	20
3 OBJETIVOS.....	48
4 ARTIGO 1.....	49
5 ARTIGO 2.....	71
6 ARTIGO 3.....	89
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
8 REFERÊNCIAS	115

Os pinos intra-radulares estão indicados na restauração de dentes tratados endodonticamente, que apresentam coroa clínica parcial ou totalmente destruída, com o objetivo, principalmente, de obter a união e retenção entre a coroa protética e o remanescente da estrutura radicular.^{4,17,23,25,48}

A indicação de um sistema de retentor em dente tratado endodonticamente depende do conhecimento da configuração interna e da morfologia da raiz^{24,53,56}; dos princípios de retenção dos pinos, diâmetro, superfície e configuração geométrica^{26,55}; assim como dos diferentes tipos de materiais utilizados na confecção destes sistemas e suas propriedades mecânicas¹⁰.

Vários são os tipos de retentores intra-radulares utilizados nas reabilitações orais. Os núcleos metálicos fundidos têm sido utilizados na Odontologia Restauradora, entretanto possuem algumas desvantagens como: requer maior número de sessões, necessidade de procedimentos laboratoriais, alto custo e maior remoção do remanescente de tecido dental sadio. Além disso, sua cor metálica e a pigmentação da estrutura dentinária, decorrida do processo de oxidação, transferem uma coloração à raiz e à gengiva que foge do natural.^{31,32,43}

A fim de facilitar os procedimentos protéticos e proporcionar sessões reduzidas, surgiram os retentores pré-fabricados que podem ser classificados de acordo com a sua configuração geométrica, em pinos cônicos e cilíndricos; segundo sua forma de retenção, em pinos ativos e passivos; em relação à sua constituição, em metálicos (aço inoxidável, ligas de titânio) e não metálicos (cerâmicos, fibra de carbono, fibra de vidro,

quartzo, óxido de zircônio). Além disso, os pinos não metálicos apresentam módulo de elasticidade semelhantes a da dentina, de forma que haja uma distribuição de forças longitudinais ao comprimento do pino¹².

Nos últimos anos, o desenvolvimento dos retentores pré-fabricados tem sido diretamente influenciado pelas exigências estéticas cada vez maiores, além da necessidade de biocompatibilidade desses materiais⁴⁸.

Este crescente interesse pela área estética e a preocupação com a proximidade entre o módulo de elasticidade dos materiais restauradores e dos tecidos dentais resultou no desenvolvimento de retentores intra-radiculares reforçados por fibras envoltas numa matriz de resina e, alguns destes sistemas, como os pinos de fibra-de-vidro, com coloração muito próxima a da estrutura dental.^{11,25,30,38,41,49}

Para a cimentação desses pinos, novos sistemas adesivos tem sido utilizados diferindo entre si na composição química e na complexidade de aplicação^{5,7,9,45}. Em sua maioria, dependem da remoção ou da modificação da *smear layer*, desmineralização da dentina superficial e a permeação do substrato por um monômero bifuncional hidrófilo para formação da camada híbrida. Duas estratégias de união tem sido aceitas para a obtenção da camada híbrida.

A primeira, chamada técnica do condicionamento ácido total ou de união úmida, baseia-se na remoção completa da *smear layer* e conseqüente desmineralização da dentina subjacente por meio do condicionamento da superfície dentária com ácidos orgânicos ou minerais, resultando em uma superfície úmida, em que as resinas devem-se difundir para formar a camada híbrida. A segunda estratégia utiliza monômeros

ácidos chamados de primers autocondicionantes, que desmineralizam parcialmente a *smear layer* e a dentina subjacente, incorporando-as e usando-as como substrato para união^{4,9,13,14,21}. Como principal técnica, os autores citados anteriormente sugeriam a remoção da *smear layer* da dentina através do uso de ácido fosfórico para melhorar a adesão. Porém esses agentes desmineralizantes deveriam estar interados com monômeros hidrofílicos que serviriam para umidificar e interar-se com as fibras de colágeno da dentina, promovendo uma adesão efetiva. Por isso, é aceito que a eficácia dos sistemas adesivos está diretamente relacionada e dependente da infiltração desses monômeros hidrofílicos na rede de fibras colágenas da dentina recém condicionada. Este entrelaçamento monômero-fibra de colágeno-cristais de hidróxiapatita é conhecido como camada híbrida ou zona de interdifusão.

A profundidade da dentina desmineralizada torna-se então um importante dado no processo de adesão na dentina. Vários autores têm relatado os problemas conseqüentes da baixa penetração desses monômeros na dentina tratada. Dentre eles podemos citar a degradação hidrolítica desse adesivo não aderido às fibras colágenas^{16,27,42,51}. Embora nos últimos anos cada vez mais podemos comprovar a eficácia de procedimentos adesivos realizados na dentina coronal, o mesmo não ocorre na dentina intra-radicular. Sendo assim, a resistência de união específica do conjunto adesivo/cimento resinoso às paredes do canal radicular não está devidamente estabelecida. Dentre esses fatores podemos citar, a diferença inerente à morfologia da dentina intra-radicular, a limpeza do conduto após remoção do material obturador endodôntico, o tipo de sistema adesivo utilizado, o tipo de agente cimentante utilizado e as técnicas de aplicação do cimento resinoso no ato da cimentação do pino no

conduto^{4,9,13,14,16,21,27,42,51}. Além disso, é comum o uso de soluções químicas de irrigação nos procedimentos de remoção do material obturador, objetivando a manutenção da cadeia asséptica durante as fases de preparação protética. Dentre essas soluções irrigadoras, é comum o uso de agentes oxidantes que interferem diretamente no processo de infiltração dos monômeros resinosos e posterior entrelaçamento desses na rede de fibra de colágeno^{7,13,20,33,42,51}.

Desta forma, falhas de união dos pinos às paredes do canal podem levar ao insucesso da restauração final, tanto por deslocamento do pino como por fratura da raiz ou do próprio pino intra-radicular^{1,6,8,19,29,45}.

Assim, novos materiais cimentantes vem sendo testados na tentativa de sanar ou diminuir os constantes problemas relativos à cimentação adesiva intraradicular^{1,5,9,16,19,34,45}. Entre esses, citamos os cimentos autoadesivos cujas propriedades químico-físicas estão comparadas aos tradicionais cimentos inonoméricos. Tais propriedades estão ligadas ao fato de ligações covalentes ocorrerem entre a superfície dental e o agente cimentante¹⁸.

Também, novas técnicas de tratamento superficial nos pinos de fibra de vidro vem sendo testadas na tentativa de aumentar ou melhorar a retenção adesiva entre pino e agente cimentante^{2,3,34,35,36,37,59}.

Diante do exposto, torna-se relevante estudar a qualidade da cimentação de pinos de fibra de vidro no interior do conduto radicular, utilizando cimentos resinosos convencionais e novos sistemas chamados auto-adesivos. Também, novas técnicas de condicionamento superficial para os pinos de fibra de vidro serão avaliadas na tentativa de melhorar a adesão entre esses e os cimentos resinosos propostos.

Ferrari et al.¹⁴ (2000) avaliaram 200 pacientes com dentes tratados endodonticamente e restaurados com núcleo de fibra de carbono e metálico durante um período de quatro anos, sendo avaliados clínica e radiograficamente após seis meses, 1, 2, 3, e 4 anos. Os autores constataram diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos e o sistema de núcleos de fibra de carbono se apresentou superior ao sistema de núcleos metálicos.

Martelli³¹ (2000) relatou o objetivo do tratamento e aplicação clínica dos pinos de fibra de vidro quando utilizados para restaurar dentes anteriores que foram submetidos a tratamento endodôntico. O resultado final do tratamento satisfaz a exigência estética, razão maior da indicação desse tipo de restauração, bem como o respeito aos requisitos biológicos. Entretanto, o autor ressaltou a importância de realizar futuras análises, com objetivo de avaliar a longevidade desse tipo de restauração.

Ferrari et al.¹³ (2001), avaliaram a eficácia adesiva de dois adesivos duais (Excite e One-Step) usados em combinação com três cimentos resinosos duais (Variolink II, Multilink e Dual-Link) e um pino de fibra de vidro reforçado (FRC Postec). Os autores utilizaram 30 dentes que receberam tratamento endodôntico, preparo protético, e foram divididos em 3 grupos iguais. Para o primeiro grupo, o adesivo Excite foi aplicado e fotopolimerizado por 20 segundos, seguido da aplicação do cimento Varilink II e cimentação do pino de fibra. Para o segundo grupo, o adesivo Excite recebeu ao invés da luz para a polimerização, a aplicação do microbrush com partículas ativadoras, seguido da aplicação do cimento Multilink e cimentação do pino de fibra. Para o grupo 3, este como controle, os autores utilizaram o adesivo One-Step, seguido da aplicação do cimento Dual-Link. Após uma semana de armazenamento em água à 37C, os corpos de prova foram cortados e levados à observação em microscopia eletrônica por

varredura. Os autores não encontraram em nenhuma das amostras, sinais de falhas de adesão ou presença de bolhas nas interfaces adesivas entre os pinos e os cimentos. Porém, nas camadas de cimento adesivo, a microscopia evidenciou em 20% (grupo 2) e 40% (grupo 1 e 3) das amostras, bolhas ou falhas internas, o que em bem menor percentagem, ocorreu nas interfaces adesivo-cimento resinoso. Houve efetiva formação de camada híbrida e uma boa densidade dos “tags” resinosos ao longo de todo canal radicular para o grupo 2, o que não foi evidenciado para os grupos 1 e 3. Assim, os autores concluem que a combinação de um adesivo dual ativado por esse sistema de microbrush, associado a um cimento resinoso também dual e o pino FRC Postec, pode ser, clinicamente, uma alternativa confiável com grande chance de sucesso.

Ourique⁴⁰ (2001) relatou que os núcleos fundidos são indicados em casos de canais elípticos ou extremamente expulsivos, onde os núcleos pré-fabricados, por sua secção circular, não teriam grande adaptação ao conduto, requerendo maior espessura de agente cimentante. Da mesma forma, seria correta a indicação dos núcleos pré-fabricados em casos de núcleos múltiplos, onde seria mais fácil adequar o paralelismo da porção coronária entre os diversos elementos.

Raygot⁴⁴ (2001) analisou a resistência à fratura de incisivos tratados endodonticamente, restaurados com núcleo metálico fundido, pinos de aço-inoxidável e pinos de carbono. Foram selecionados 30 incisivos e divididos em três grupos de dez dentes, de acordo com o tipo de pino. Após a cimentação dos pinos e das coroas, todos os espécimes foram levados à máquina universal de ensaios para realização do teste de compressão a 135°. Os resultados não evidenciaram diferença significativa entre os grupos estudados. O autor observou, ainda, que 70 a 80% dos dentes apresentavam fratura acima do nível ósseo, possibilitando o preparo.

Yang et al.⁶¹ (2001) analisaram, bidimensionalmente pelo método de elemento finito, a influência do “stress” oclusal, provocado em um incisivo central superior restaurado com vários desenhos de núcleos. Como controle, uma coroa metalocerâmica foi confeccionada em um dente tratado endodonticamente sem núcleo. Força de 10 kg foi aplicada, sendo: 1- carga vertical sobre o ângulo incisal; 2- carga horizontal sobre a superfície vestibular; 3- carga em ângulo de 20°, em relação ao longo eixo do dente, sobre a superfície lingual. Os autores constataram que o uso de um núcleo reduziu o pico de estresse em 75% em relação ao grupo controle. Quando a força vertical foi aplicada, as magnitudes de estresse dos vários desenhos de núcleos foram similares; no entanto, quando aplicada horizontalmente, o núcleo curto produziu a maior concentração de estresse na dentina, o núcleo afunilado produziu maior concentração de estresse na camada do cimento. Maiores deflexões e estresse foram gerados com a carga horizontal. Os autores concluíram que o núcleo provê pequeno reforço à estrutura remanescente de dentina. A direção da carga funcional teve maior efeito que o desenho do núcleo sobre o máximo estresse e deslocamento. Núcleos com paredes paralelas, com 12 mm de comprimento, distribuíram o estresse simultaneamente na coroa e dentina, resultando em menor estresse.

Mannocci et al.³⁰ (2001) estudaram, in vitro, a estrutura de cinco sistemas de pinos diferentes pelo método radiográfico e pelo microscópio óptico. Também avaliaram sua resistência à flexão quando submetidos ao teste dos três pontos, após estarem armazenados durante um ano em três diferentes condições: seco à temperatura ambiente, à 37°C na presença de água e dentro de dente bovino, que foi submetido a tratamento endodôntico e restaurado com resina composta. Os resultados mostraram a presença de espaço na estrutura dos pinos de fibra, e o Composipost (fibra de carbono) apresentou um maior número de espaço 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 também apresentou maiores valores que o Snowpost. Os pinos estocados em dentes bovinos apresentaram valores de resistência à flexão similar aos pinos estocados em ambiente seco.

Stewardson⁵⁷ (2001) relatou a necessidade da realização de um exame clínico e radiográfico com o objetivo de selecionar o sistema de pino apropriado para restaurar um dente tratado endodonticamente. Esses exames deveriam avaliar o remanescente dental, a implantação óssea, estado do periápice, condição e qualidade do selamento apical, além de verificar a presença de curvaturas, conicidade, largura, formato e o comprimento radicular. Nessa revisão, o autor procurou abordar os sistemas de pinos disponíveis no mercado, dando ênfase aos sistemas não metálicos (fibra de carbono, de vidro, de quartzo e os cerâmicos), às características desses sistemas e procurando dar orientações sobre a técnica de utilização de cada um, além de discutir princípios básicos e comportamento clínico dos mesmos. Diante de seu levantamento bibliográfico, o autor apontou os pinos de fibra de vidro e quartzo como a nova tendência, pelas inúmeras vantagens apresentadas por esses sistemas. As diretrizes que regem a utilização desses materiais estão no conceito de que os pinos deveriam ter propriedades físicas próximas à dentina radicular, distribuição do estresse mais favorável ao remanescente radicular, redução da incidência de fraturas, não serem corrosivos, serem biocompatíveis, estéticos e de fácil remoção, caso fosse necessário.

Duke¹² (2002) fez uma revisão 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 um mínimo preparo do canal radicular, prevenindo o enfraquecimento do remanescente radicular e, conseqüentemente, a fratura radicular. Estudos dos sistemas de pinos têm focado nas propriedades físicas, procurando sistemas que apresentem o módulo de elasticidade mais próximo possível à dentina, que permita 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 da dentina, estética 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.

Pegoretti et al.⁴¹ (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 a maior concentração de estresse na interface pino-dentina. Por outro lado, os pinos reforçados com fibra apresentaram aumento da concentração de estresse na região cervical, devido à sua flexibilidade, mas mostraram menor pico de estresse dentro da raiz, pois sua rigidez é muito similar à dentina. Exceto pela concentração de forças na região marginal cervical, o pino reforçado em fibra de vidro apresentou campos de estresse semelhantes aos apresentados pelo dente natural.

Bouillaguet et al.⁷ (2003), avaliaram por meio de testes de microtração se a força de adesão poderia ser afetada em função do fator-C, tipo do material e tipo de polimerização do

cimento resinoso, assim como a região radicular de maior incidência desses fatores (cervical, média ou apical). Para isso, 48 dentes uniradiculares humanos recém-extraídos, com e sem curvatura na raiz foram selecionados. Após remoção da coroa clínica, tratamento endodôntico dos condutos, obturação e preparo dos espaços protéticos, os dentes foram divididos e aqueles que apresentaram raízes retas, foram cortados longitudinalmente, expondo todo o comprimento do canal radicular, onde os pinos foram cimentados (acomodados) diretamente. Nos outros dentes, com curvatura (não excedente à 35°), os pinos foram cimentados convencionalmente, pela abertura do canal. As combinações cimento adesivo foram: Single Bond/RelyX ARC (3M/SPE), EDPrimer/Panavia (Kuraray), C e B Metabond (Parkell) e Fuji Plus (GC). Após a cimentação dos pinos, os corpos de prova foram levados à máquina de corte, seccionados em 7 fatias, que representaram as porções cervical, média e apical, recebendo cortes transversais para a confecção dos sticks. Assim, os sticks cortados para o teste de microtração tinham no primeiro grupo uma parte de dentina aderida a uma parte do pino (grupo das raízes retas) e no outro (grupo das raízes curvas), uma parte do pino aderido à duas partes de dentina (uma de cada lado). Os autores relataram que durante a fase de corte dos sticks para o teste, grande percentagem dos corpos de prova (41% RelyX e 51% Panavia) dos grupos das raízes curvas usando cimentos resinosos, falharam (romperam-se) antes mesmo do teste, o que não foi verificado para os grupos que usaram cimentos ionoméricos. Aqueles que não falharam, foram levados para o ensaio em microtração, e apresentaram baixos valores (estatisticamente significantes) em relação aos grupos com raízes retas, diferente dos grupos que usaram cimentos ionoméricos. Também, os autores atribuíram tais resultados, aos altos valores de Fator-C no interior do conduto radicular, que teoricamente, seriam mais de 200 vezes maiores do que nas restaurações intracoronárias. Já nos cimentos ionoméricos, devido à presa mais lenta e conseqüente melhor distribuição das forças, estariam menos sujeitos a esse fenômeno.

Outra expectativa dos autores era referente à força de adesão no terço apical radicular, o que em teoria, seria menor que os outros terços. Porém, o cimento Panavia F não seguiu essa regra, ao contrario do Rely-X, apresentando altos valores de retenção nessa região. Para os cimentos ionoméricos, o C e B Metabond também não seguiu essa regra, ao contrário do FujiPlus. Frente a tais resultados, os autores relataram que alguma alteração na estrutura dentinária tenha causado esses efeitos, mas o correto mecanismo, não souberam explicar. Para concluir, os autores enfatizaram que a força de adesão de cimentos resinosos dentro do canal radicular é baixa devido principalmente ao stress da polimerização e da dificuldade de acesso. Do ponto de vista da simplicidade e eficiência, os cimentos de ionômero de vidro são as melhores alternativas. Também, menores chances de insucesso podem ser conseguidas se o pino for curto, porém, aderido a uma maior quantidade de dentina coronária.

Scotti, Ferrari⁴⁹ (2003) relataram que a introdução dos pinos de fibra, junto ao desenvolvimento dos adesivos dentais de última geração, foram duas das novidades mais significativas dos últimos dez anos na evolução dos materiais restauradores e nas suas conseqüentes aplicações clínicas. Os autores procuraram resumir as experiências clínicas disponíveis, organizando a apresentação de seus diversos aspectos e sugerindo algumas possíveis linhas de conduta e futuras evoluções. Após uma 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 a 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.

Carvalho et al.⁹ (2004), avaliaram os efeitos da permeabilidade dos modernos sistemas adesivos de passo único, na utilização desses com cimentos resinosos duais (Panavia F e Bistite

II DC), elucidando uma nova técnica para reduzir esses efeitos deletérios e aumentar a força de adesão entre esses materiais. Os autores utilizaram 28 terceiros molares recém extraídos e divididos em quatro grupos, cortando-os em máquina de corte universal e utilizando a porção média dentinária da coroa. Cilindros resinosos de 5mm de altura foram cimentados nos corpos de prova utilizando os cimentos e adesivos acima mencionados, porém, uma camada adicional de adesivo de baixa viscosidade (Scotchbond Multi-Purpose) foi aplicada em dois dos quatro grupos, sobre os adesivos já ativados, antes da aplicação do cimento resinoso. Os autores fizeram referência que essa camada de adesivo poderia evitar o contato de grupamentos ácidos (monômeros) presentes nos adesivos autocondicionantes de passo único, com as aminas terciárias dos cimentos resinosos, causando uma baixa força de adesão. Assim, os corpos de prova foram submetidos à análise em microscopia eletrônica por transmissão, teste em microtração e análise do tipo de fratura em M.E.V. Os autores concluíram que o uso de uma camada de adesivo resinoso adicional ao adesivo autocondicionante de passo único (ED Primer), promove maior força de adesão deste ao cimento resinoso. O mesmo não foi verificado com o adesivo autocondicionante de dois passos (presente no kit do Bistite II) pois neste caso, uma camada adicional de resina adesiva já está presente na formulação do adesivo, portanto, apresentando uma ótima interação química com o cimento resinoso.

Lassila et al.²⁸ (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 pinos de compósito reforçados com fibra de diferentes diâmetros (Snowpost 1,2, 1,4 e 1,6 mm, Carbopost 1,0, 1,2, 1,4 e 1,6 mm, Parapost 1,2, 1,35 e 1,5 mm, C-post 1,4, 1,8, 2,1, 1,8 e 2,1 mm, Glassix 1,35 mm, Carbonite 1,35 mm) e um sistema de pino de fibra de vidro individualizado (EverStick-post de diâmetro de 1,5 mm) foram testados. Cinco pinos de cada tipo foram armazenados em

ambiente úmido e cinco foram expostos à termociclagem. Todos 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 ocorresse a fratura dos pinos. Os resultados mostraram que a termociclagem, a marca e o diâmetro apresentaram uma significativa influência ($p < 0,01$) sobre a carga máxima para que ocorresse a fratura e resistência à flexão. Os maiores valores de resistência à flexão foram apresentados pelos pinos EverStick-post e 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 uma redução de 10% no módulo de elasticidade e 18% de redução na resistência à fratura. Os pinos da marca Snowpost apresentaram maior redução nessas propriedades mecânicas após a termociclagem (aproximadamente 40%).

Narva et al.³⁸ (2004) avaliaram a resistência à fadiga e à rigidez de pino de resina reforçados com fibra de vidro. Foram confeccionados doze cilindros em resina fotoativada reforçadas com fibra de vidro (2 mm de diâmetro e 60 mm de comprimento). Os cilindros foram distribuídos em dois grupos, de acordo com as condições de armazenamento por trinta dias: ambiente seco e com água destilada. Os espécimes de cada grupo foram submetidos ao teste de resistência à fadiga (150.000 ciclos de carga), avaliando também o módulo de elasticidade após a primeira carga do ciclo e a última. Os resultados mostraram que, durante o ciclo de carga, não ocorreu nenhuma fratura dos espécimes utilizados. Após a primeira carga aplicada, o módulo de elasticidade não apresentou diferença estatística significativa entre os cilindros armazenados em ambiente seco e o úmido. Entretanto, após a última carga, o módulo de elasticidade apresentou uma redução estatisticamente significativa nos valores da força média. Os autores concluíram que a resistência da resina utilizada, quando reforçada com fibra de vidro, foi aumentada, entretanto, ocorreu redução do módulo de elasticidade após o ciclo de cargas.

Sahafi et al.⁴⁶ (2004), testaram a hipótese que a retenção e a resistência à fratura de pinos pré-fabricados, são influenciados pelo tipo de cimento empregado, forma dos pinos e tratamento superficial que estes recebem. Assim, eles avaliaram a resistência à fratura de três diferentes pinos pré-fabricados, sendo eles: ParaPost XH (liga de Titânio), ParaPost Fiber White (Fibra de vidro reforçada com resina composta) e Cerapost (Zircônia), com diferentes tratamentos superficiais, sendo eles: jateamento com partículas de 50µm de alumina (SandBlasting-BEGO) para todos os grupos, jateamento com partículas de 30 µm de sílica (CoJet-3MESPE) para todos os grupos, metalprimer (Metalprimer II-GC) apenas para o grupo dos pinos metálicos e jateamento com partículas de 50µm de alumina (SandBlasting-BEGO) seguido da aplicação de um agente silano (Pulpdent) para o grupo dos pinos de fibra de vidro reforçada. Os mesmos foram cimentados com três tipos de cimentos: Fosfato de zinco (DeTrey), cimento resinoso convencional à base de Bis-Gma (ParaPost) e cimento resinoso com adesivo à base de MDP (Panavia F). Os autores utilizaram 290 dentes que foram divididos em 10 grupos e receberam preparo protético utilizando as brocas que acompanham os respectivos kits. Após os procedimentos de cimentação, seguindo as normas dos fabricantes, os dentes foram acomodados em matrizes resinosas, armazenados por 7dias e levados à maquina de ensaio universal Instron para os testes de tração, em seguida levado para observação em M.E.V. Os autores concluem que a resistência à fratura é influenciada pelo tipo de cimento utilizado, assim como o tratamento superficial do pino e sua forma. Os pinos que apresentam forma paralela, apresentaram maior retenção comparados com aqueles que possuíam forma cônica. Para todos os pinos que receberam tratamento superficial, houve um aumento da aderência do cimento à superfície desses pinos, o que não se traduziu em maior retenção à na dentina intraradicular.

Schwartz, Robbins⁴⁸ (2004) realizaram uma revisão de literatura sobre restauração de dentes tratados endodonticamente, organizando em tópicos os procedimentos clínicos suportados cientificamente, dando ênfase ao plano de tratamento de cada caso, material utilizado, conduta clínica e perspectivas endodônticas. Segundo os autores, na prática clínica, a tendência atual é a utilização dos pinos reforçados com fibra, apesar da literatura não ser unânime em relação aos resultados favoráveis a esse sistema. O desempenho *in vitro* desse sistema aproxima-o do pino metálico e a maioria dos estudos concorda que o tipo de falha desse pino de fibra é mais favorável que os pinos metálicos. O uso dos pinos de fibra provavelmente continuará crescendo e estudos clínicos com sua utilização em longo prazo devem ser realizados, esperando-se que os resultados sejam similares aos já publicados, que os utilizaram um período de tempo curto.

Foxton et al.¹⁶ (2005) compararam por meio de testes de microtração, a eficiência de dois cimentos resinosos e dois sistemas adesivos na dentina intraradicular, usando tanto a polimerização com luz, quanto a polimerização química. Os autores utilizaram 12 dentes pré-molares uniradiculares, que após os procedimentos de remoção da coroa clínica, as raízes receberam tratamento endodôntico e preparo protético feito com brocas Gates e brocas que acompanham o kit dos pinos Parapost (Whaledent), deixando um preparo final com 8mm de profundidade e 1,4 mm de diâmetro. Após esses procedimentos, os dentes foram divididos em 2 grupos, sendo o primeiro tratado com o adesivo autocondicionante de passo único (Unifil Self-Etching Bond), fotopolimerizado por 10 segundos, e cimento de dupla polimerização (Uifil Core) fotopolimerizado por 60 segundos; o segundo grupo recebeu aplicação do primer autocondicionante (ED PrimerII), aplicação do adesivo (Clearfil Photo Bond) seguido por fotopolimerização de 10 segundos e cimento resinoso de dupla polimerização (DC Core), também fotopolimerizado por 60 segundos. Os dentes foram armazenados por 24 horas em

estufa à 37°C e em seguida levados à máquina de corte, para a confecção dos sticks para o teste de microtração, e deste para a observação em M.E.V. Apenas as regiões cervical e média foram utilizadas para o teste, sendo desprezadas as regiões apicais. Os resultados mostraram que tanto na região cervical quanto na média, os sistemas usados não apresentaram diferenças significantes no teste de microtração. Também, não houve diferenças significantes nos valores de retenção para as duas técnicas de cura empregadas para os materiais resinosos. Ambos cimentos resinosos apresentaram resultados muito satisfatórios de retenção à dentina radicular.

Gerth et al.¹⁸ (2005), comparando por meio de testes laboratoriais, estudou as propriedades químicas e físicas de dois cimentos resinosos duais (Unicem/3MESPE e Bifix/Voco). Os autores relataram que ambos são radiopacos, indicados para cimentação de peças cerâmicas, resinosas e metálicas, porém, o Unicem apresenta-se como o primeiro cimento resinoso auto-condicionante, ou seja, não necessitando agente condicionante previamente à sua aplicação. Ainda, o Unicem apresentou-se mais radiopaco e mais biocompatível, devido à presença de flúor e hidróxido de cálcio em sua composição.

Mallman et al.²⁹ (2005) compararam por meio de ensaios de microtração, um adesivo fotopolimerizável (SingleBond) e um adesivo auto-polimerizável (SBMP) na cimentação de um pino de fibra de vidro translúcente (LigthPost) usando um cimento dual (RelyX ARC). Vinte dentes uniradiculares foram instrumentados, os canais irrigados com uma solução de hipoclorito de sódio à 0,5%, irrigados com água, secos com cones de papel e condicionados com ácido fosfórico à 37%. Para cada grupo, os sistemas adesivos foram aplicados seguindo as normas dos fabricantes. O cimento resinoso foi levado ao interior dos condutos com auxílio de uma broca lentulo, e os pinos (LigthPost) previamente condicionados com ácido fosfórico à 37%, foram acomodados no interior dos mesmos, recebendo uma fotopolimerização por 40 segundos. Após 24 horas armazenados em ambiente de umidade relativa e mais 24 horas em

água destilada, os corpos de prova foram levados à máquina de corte e quatro fatias de cada região radicular (cervical, média e apical) foram obtidas. Nestas, outros dois cortes longitudinais foram feitos para a obtenção dos sticks a serem usados no ensaio de microtração. Os autores concluem que houve diferenças estatísticas significantes nos valores de resistência adesiva para os dois sistemas adesivos testados apenas na região cervical, com os maiores valores para o adesivo autopolimerizável. Para o adesivo autopolimerizável, maiores valores de retenção foram encontrados na região cervical, quando comparados com as regiões média e apical. Para o adesivo fotopolimerizável, maiores valores de retenção foram encontrados também na região cervical, porém, não estatisticamente significantes em relação às regiões média e apical.

Monticelli et al.³³ (2005), avaliaram in vitro, por meio de testes de microtração, a influência do uso de diferentes combinações de cimento resinoso/adesivo, nos procedimentos de cimentação de pinos de fibra de vidro. Utilizaram 30 dentes uniradiculares que foram seccionados na junção amelo-cementária e tratados endodonticamente. Para o preparo protético, foi utilizada uma broca Largo que acompanha o kit do fabricante dos pinos (FRC Postec). Os cimentos resinosos (Multilink e Clearfil Photo Core) foram aplicados em combinação com três adesivos (Clearfil Photo Bond, Clearfil New Bond e Multilink Primer) no interior do conduto radicular utilizando um pino de fibra de vidro. Os autores utilizaram uma máquina de cortes universal para a confecção dos sticks que foram levados à máquina de ensaios para os testes de microtração, que segundo eles, fornece maior número de informação do que os tradicionais testes de push-out e pull-out. Os resultados evidenciaram que diferentes tipos de adesivos, afetam diretamente a força de adesão de pinos de fibra de vidro. Para os adesivos convencionais de dois passos (condicionamento ácido seguido de lavagem e aplicação do adesivo), os autores evidenciaram que os monômeros iônicos com grupamentos funcionais (10-MDP) presentes na composição, se difundiram para dentro das fibras de colágeno expostas sem

smear layer, apresentando bons resultados para os cimentos resinosos, desde que a ativação seja feita por luz (Clearfil Photo Bond) e não quimicamente (Clearfil New Bond). Esse último, apresentou baixos valores de resistência adesiva, principalmente quando foi utilizado em conjunto com o cimento Multlink. Segundo eles, uma das prováveis explicações seria a presença de água na interface adesivo/cimento resinoso, que devido ao maior tempo necessário para a polimerização química do cimento resinoso, daria tempo suficiente para a penetração de água na membrana adesiva, uma vez que essa membrana tem natureza permeável. Também, o adesivo autocondicionante quando aplicado em conjunto com o cimento Clearfil Photo Core, apresentou baixos valores de resistência, uma vez que o mesmo por ser de apenas um passo, possui em sua composição alta concentração de monômeros ácidos, que por teoria, interagem com as aminas terciárias presentes nos cimentos resinosos, dificultando a polimerização química dos mesmos. Sendo assim, os autores concluem que melhores valores de resistência adesiva podem ser obtidos quando se emprega uma técnica com dentina não impregnada por água, manutenção de smear plug dentro dos túbulos dentinários e compatibilidade química entre os materiais, geralmente encontrada entre produtos do mesmo fabricante.

Aksornmuang et al.¹ (2006) avaliaram, in vitro, as propriedades físicas, através do teste de microdureza, e a capacidade de retenção adesiva, através do teste de microtração de diferentes tipos de cimentos resinosos (Unifil Core, Clearfil Core DC, Build-it FR e Clearfil DC Core-automix) na dentina radicular tratada com um adesivo monocomponente (SE Bond). Para os testes de microdureza, os autores utilizaram blocos de resina ABS de 1x1x2cm³ com preparos protéticos de 8mm de profundidade e 8mm de largura. Os agentes cimentantes foram aplicados, curados e os corpos de prova seccionados em fatias de 2mm de espessura, recebendo cortes transversais e posteriormente levados a máquina de microdureza. Para os testes de microtração, os agentes cimentantes foram utilizados em 20 dentes humanos que

foram tratados endodonticamente e receberam preparo protético com profundidade de 8mm e diâmetro de 1,5mm. Antes dos procedimentos de inserção dos cimentos, o adesivo SE Bond foi aplicado e polimerizado por 20 segundos. Após isso, as raízes foram seccionadas em fatias de 2mm, recebendo cortes transversais para a confecção dos sticks e finalmente levados à máquina de microtração. Os autores concluíram que embora haja diferenças nas propriedades físicas dos cimentos utilizados, essas diferenças não afetam a adesão ao canal radicular. Porém, os cimentos que foram misturados automaticamente, apresentaram melhores propriedades físicas, comparados àqueles que foram manuseados manualmente.

Bitter et al.⁶ (2006), analisaram a influência de diferentes composições de pinos de fibra (Cosmo Post e FRC Postec) tratados com diferentes tratamentos superficiais (AirBone CoJet, AirBone Rocat e silanização) na adesão com diferentes agentes cimentantes (Panavia F, Vaiolink, Multilink, PermaFlo DC, Rely X Unicem e Clearfil Core). Usando cilindros de metilmetacrilato, 240 corpos de prova receberam preparo protético de 18mm de profundidade e 3,5 mm de diâmetro para a cimentação dos pinos, e seccionamento em 4 partes ao longo da raiz (2mm cada) para os testes de push-out. Segundo os dados da ANOVA, os autores concluíram que os pinos de fibra de vidro reforçados (FRC) apresentaram maiores valores de retenção adesiva em relação aos pinos de óxido de zircônia (Cosmo). Para esse último, houve um aumento significativo nos valores de retenção adesiva quando foram realizados os diferentes pré-tratamentos superficiais nos pinos, utilizando o cimento Panavia F.

Braga et al.⁸ (2006), avaliaram por ensaios de tração (pull-out teste) a força necessária para a remoção de pinos de fibra de vidro (FibrekorPost) e pinos metálicos fundidos em diferentes comprimentos, usando um cimento resinoso convencional (Panavia F). Os autores utilizaram 60 dentes caninos que foram seccionados na junção amelo-cementária, recebendo tratamento endodôntico e preparação protética. Os dentes foram divididos em três grupos

sendo que o primeiro recebeu preparo protético até 6mm, o segundo até 8mm e o terceiro até 10 mm, através de uma broca de Largo fornecida pelo fabricante dos pinos de fibra de vidro. Após moldagem e confecção dos pinos metálicos fundidos, todos os grupos foram cimentados com o cimento resinoso, seguindo as normas do fabricante. Levados à máquina de ensaio mecânico, os dados foram anotados e levados para análise. Os autores evidenciaram que diferenças estatísticas (1%) foram encontradas para diferentes comprimentos dos pinos dos dois grupos, porém, não houve diferença estatística significativa (5%) entre os pinos de fibra de vidro e os pinos metálicos, nem na interação comprimento do pino e material. Assim, os pinos com 6 e 10 mm foram estatisticamente diferentes entre eles, sendo que os pinos com 10mm apresentaram os maiores valores de retenção. Na maioria dos pinos, os autores relataram a presença de cimento resinoso aderido aos mesmos, o que indica que houve um padrão adesivo de fratura. Assim, concluem que os pinos de fibra podem apresentar um mesmo desempenho que os tradicionais pinos metálicos fundidos, principalmente em comprimentos de 10mm.

Fokkinga et al.¹⁵ (2006) estudaram o comportamento de pré-molares com extensa destruição coronária, restaurados com diferentes sistemas de pinos intra-radulares e coroas metálicas. Foram selecionados 44 pré-molares humanos superiores, que tiveram suas coroas seccionadas com discos diamantados a 1,5 mm da junção cimento-esmalte e os canais radulares preparados com brocas Gates Glidden (Maillefer Dentsply, Baillagues, Switzerland) nº. 2 a 1 mm de distância do ápice radular, nº. 3 a 3 mm de distância e nº. 4 a 5 mm de distância. Na seqüência, as raízes tiveram o espaço do pino intra-radular preparado com brocas cilíndricas nos diâmetros 0.9, 1.14, e 1.25 mm (Parapost, Coltène/Whalendent, Mahwah, NJ, USA) com 8 mm de profundidade e foram incluídas em resina acrílica. Após o preparo, as raízes foram divididas em 4 grupos de 11 espécimes cada: Grupo I – pino e núcleo metálicos fundidos (Parapost XP, 1,25 mm, grupo controle), Grupo II – pino metálico pré-fabricado

(Parapost XH, diâmetro 1,25mm), Grupo III – pino de fibra de vidro (Parapost FiberWhite, diâmetro 1,25 mm) e Grupo IV – pino de fibra de vidro (EverStick Post, 1,2 mm). As coroas totais metálicas e os pinos nos grupos II, III e IV foram cimentados com cimento resinoso (Panavia F) e no Grupo I com cimento de fosfato de zinco. Os espécimes foram submetidos à termociclagem (6.000 ciclos a 5-55°C, durante 30 segundos) e levados à Máquina de Ensaio Universal (Lloyd LRX, Lloyd Instruments, Fareham) em duas fases. Na primeira fase, as amostras foram submetidas a uma força compressiva (2500 N), à velocidade de 0,5 mm/min no sulco central em direção à cúspide palatina; em seguida, as raízes foram removidas da resina para visualização de possíveis linhas de fratura e armazenadas em água durante 18 meses. Na segunda fase, foi simulado o ligamento periodontal com aproximadamente 0,3 mm de espessura de Imprint (3M Espe, St Paul, MN, USA), do ápice até a porção cervical. As raízes foram novamente incluídas em resina acrílica, levadas à Máquina de Ensaio Universal e radiografadas. Após o 2º teste, as raízes foram removidas da resina acrílica e os tipos de fratura qualificados (inspeção visual e radiográfica) em: favoráveis, acima da linha que simulava o nível ósseo; desfavoráveis, abaixo desta linha e fraturas verticais. A análise estatística mostrou não haver diferença significativa entre os grupos ($p=0,62$). Os autores concluíram que os tipos de pinos utilizados juntamente com coroas metálicas na reconstrução coronária, não influenciaram na resistência à fratura.

Grieznis et al.²² (2006) avaliaram a resistência à fratura de dentes pré-molares restabelecidos com pinos de diâmetro diferentes. As fraturas dos dentes foram examinadas pela direção e transluminação. Os núcleos metálicos fundidos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. A resistência à fratura das amostras foi testada na máquina Instron 4301, à velocidade de 0,5 mm/min. Ambos os grupos foram analisados por meio do teste T. Os autores concluíram que os núcleos reduzem significativamente a resistência à fratura do dente e só

deveriam ser usados para retenção e forma de resistência para coroas totais. Dentes com pinos de diâmetro maiores possuem uma resistência à fratura reduzida em relação a dentes com pinos de diâmetro menores.

Ng et al.³⁹ (2006) avaliaram a influência do remanescente coronário na resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente. Selecionaram 50 dentes anteriores superiores com dimensões semelhantes, que tiveram parte de suas coroas seccionadas com disco de aço (padronizando 18 mm de comprimento). Os condutos radiculares foram tratados endodonticamente, as raízes incluídas em resina acrílica e a porção coronária preparada com broca tronco cônica diamantada. Os corpos-de-prova foram divididos em 5 grupos (10 dentes), de acordo com a quantidade e disposição do remanescente coronário: Grupo I – 2 mm em todas as faces; Grupo II – 2 mm na face palatina; Grupo III – 2 mm na face vestibular; Grupo IV – 2 mm na face proximal e Grupo V – sem remanescente coronário. Foram utilizados pinos de fibra de quartzo (Light-Post; Bisco), cimentados com cimento resinoso (Duo-Link; Bisco) e a porção coronária foi restaurada com núcleo de resina fotopolimerizável e coroas metálicas. Os espécimes foram submetidos à força de compressão oblíqua, em ângulo de 135° em relação ao longo eixo das raízes, na Máquina MTS 858 (MTS Systems Corp, Eden Prairie, Minn), à velocidade de 0,5mm/min, até a fratura das raízes. As médias das fraturas foram: 607N (Grupo I), 782N (Grupo II), 358N (Grupo III), 375N (Grupo IV) e 172N (Grupo V). A análise estatística demonstrou diferença significativa entre os grupos ($p < 0,01$) e aqueles com remanescente coronário apresentaram resistência à fratura maior que o grupo sem remanescente; os Grupos II e IV não apresentaram diferença significativa comparados ao Grupo I. Os autores concluíram que a presença e o local do remanescente coronário podem influenciar significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

Sadek et al.⁴⁵ (2006) compararam por meio de testes de microtração, a efetividade adesiva de resinas compostas (Tetric Ceram, Gradia Direct, Bisfil 2B), resinas flow (Aeliteflow, Filtekflow e Unifilflow) e cimentos resinosos (Core-flow e UnifilCore) a pinos de fibra de vidro (Ligth-Post). Os autores utilizaram uma matriz plástica âmbar para a inclusão dos pinos envoltos pelo agentes cimentantes e após os procedimentos de cura, os cilindros foram seccionados em fatias, essas recebendo cortes transversais e levadas à máquina de microtração. Os resultados mostraram que os cimentos resinosos apresentaram os maiores valores de retenção seguidos pelas resinas compostas e pelas resinas flow, diferenças essas não estatisticamente significantes. Ainda, todos os compósitos apresentaram boa adaptação ao pino, quando visualizados em M.E.V.

Schmitter et al.⁴⁷ (2006) avaliaram a resistência à fratura de incisivos superiores e inferiores reforçados com pinos de fibra de vidro. Foram utilizados 32 incisivos superiores e 32 incisivos inferiores tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro, pré-tratados com Rocatec e sem tratamento. Foram fabricadas coroas e cimentadas com Ketac-cem e Panavia. Adicionalmente, oito incisivos superiores e inferiores com coroas naturais íntegras foram usados como grupo controle. Incisivos inferiores restaurados com pinos intra-radiculares sem tratamento atingiram resistência à fratura similar aos dentes naturais. Porém, a resistência à fratura de todos os dentes foi aumentada com o uso do Rocatec. A cimentação das coroas com Panavia aumentou a resistência à fratura nos incisivos superiores. Os autores concluíram que o Rocatec, usado no pré-tratamento dos pinos intra-radiculares, e coroas cimentadas com Ketac-cem parecem reduzir o risco de fracasso clínico.

Teixeira, et al.⁵⁸ (2006) avaliaram a resistência à fratura e a retenção de quatro tipos de pinos de fibra de vidro: Fibrekleer Parallel Post, Fibrekleer Tapered Post, Fibrekor e D.T. Light Post. Os autores dividiram 44 dentes em quatro grupos de acordo com o tipo de pinos. Os

dentes foram preparados e cimentados com cimento resinoso dual. Depois de prontos, os espécimes foram levados à Máquina de Ensaio Universal para os testes de retenção e resistência à fratura. Os resultados obtidos no trabalho mostraram que os pinos Fibreklee Tapered Post apresentaram uma retenção mais baixa quando comparados com os pinos paralelos. Quando submetidos ao teste de fratura, todos os pinos pré-fabricados de fibra de vidro apresentaram comportamento elástico, porém os pinos Fibreklee Parallel Post apresentaram os melhores resultados.

Vano et al.⁶⁰ (2006), analisaram a força de adesão de vários tratamentos superficiais nos pinos de fibra de vidro (Translucent glass fiber posts/GC Corp.) quando cimentados com cimentos resinosos. Para o teste, 110 pinos receberam tratamento superficiais como segue: G1- imersão em água oxigenada 24% por 10 minutos e silanização por 60 segundos; G2- imersão em água oxigenada 24% por 20 minutos e silanização por 60 segundos; G3- imersão em gel de ácido hidrofúorídrico por 60 segundos e silanização por 60 segundos; G4- apenas silanização por 60 segundos. Dois pinos de cada grupo foram levados para observação em M.E.V. Os demais, foram cimentados em uma matriz cilíndrica plástica utilizando diferentes agentes cimentantes (UniFil Flow, UniFil Lo Flo Plus, Gradia Direct e Unifil Core), todos da GC Corp, e foram levados para os testes de microtração em máquina de ensaio. Os autores concluíram que o tratamento superficial com peróxido de hidrogênio, previamente à aplicação de agente silano, aumentou significativamente os valores de resistência adesiva para todos os tipos de cimento testados. Relataram ainda, que o tratamento desses pinos com água oxigenada 24% por 10 minutos apresenta ser um método fácil, efetivo e barato para melhorar a performance clínica de pinos de fibra de vidro.

Seefeld et al.⁵⁰ (2007) avaliaram a estrutura e a resistência à fratura de oito tipos diferentes de pinos de fibra e verificaram a existência de correlação entre características

estruturais e força de deflexão. Oito tipos de pinos de fibra foram selecionados para este estudo: Fiber Kor (Jeneric-Pentron), Para Post Fiber White (Coltene), Luscent Anchor (Dentatus), Twin-Luscent Anchor (Dentatus), Style Post (Metalor), DT White-Post (VDW), DT Light-Post (VDW) e ER Dentin Post (Brasseler). Os pinos foram levados a uma máquina universal de ensaios, a um ângulo de 90° graus, utilizando três pontos para o teste de fratura. A força de fratura dos sistemas testados variou de 60 a 96N e a força de deflexão de 565 a 898MPa. DT White-Post e DT Light-Post (898 e 842MPa, respectivamente) tiveram forças de deflexão significativamente mais alta que os demais pinos. Style Post (565MPa) apresentou força de deflexão significativamente mais baixa que todos os outros pinos. As diferenças dos pinos de fibra em diâmetro variaram de 8.2 a 21mm e para a relação de pino de fibra/matriz de 41 a 76%. Das várias características estruturais investigadas, só a relação fibra/matriz mostrou correlação à força de deflexão ($r=0.922$). Os pinos investigados apresentaram diferença significativa em relação à carga de fratura e à força de deflexão.

OBJETIVOS GERAIS:

Será testado a força de adesão de pinos de fibra de vidro em máquina de ensaio de microtração, variando-se o tipo de pino de fibra de vidro, o tipo de agente cimentante e o tipo de tratamento superficial no pino. Também, será avaliado a qualidade de tratamento superficial dos pinos através da microscopia eletrônica por varredura.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Avaliar o efeito do uso de diferentes agentes cimentantes auto-adesivos na dentina intraradicular em comparação com um agente cimentante convencional (sistema adesivo aplicado na dentina radicular previamente ao agente cimentante) na força de adesão do conjunto pino-cimento resinoso-dentina, nos terços cervicais e médios radiculares.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Avaliar o efeito do uso de um diferentes pinos de fibra de vidro na dentina intraradicular, em conjunto com cimentos autoadesivos e convencionais, na força de adesão do conjunto pino-cimento-dentina, nos terços cervicais e médios.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Avaliar o efeito de diferentes tratamentos superficiais na estrutura dos pinos de fibra de vidro e sua influência da qualidade de adesão entre os pinos e os sistemas de cimentos resinosos.

ARTIGO 1: *Operative Dentistry*

Title:

Microtensile Bond Strength of Radicular Dentin to Non-metallic posts bonded with self-adhesive cements.

Authors:

Dr. Renato Cassio Roperto

124 Edward Street, Toronto, ON, Canada. M5G 1G6. Tel: 416-979.4934 ext.4425

Dr. Omar El-Mowafy

124 Edward Street, Toronto, ON, Canada. M5G 1G6. Tel: 416-979.4934 ext.4572

Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto

Rua Humaitá 1680, 3º andar, Araraquara, SP, Brazil. 14801-903, Tel: 55-16-3301-6438.

Corresponding author:

Dr. Renato Cassio Roperto, Rua Senador Felício dos Santos 346, Aclimação, 01511-010, São Paulo, SP, Brazil. Tel: 55-11-3209.9660; Fax: 55-11-3208.6774; e-mail: renato.roperto@utoronto.ca / infoarenat@gmail.com

Keywords:

Prostodontics; Adhesion; Dentin Bonding Agents; Fiber-posts; Resin cements.

Summary:

Objectives: New self-adhesive resin cements were recently made available. This study evaluated microtensile bond strength (μ TBS) of two glass fiber posts to intraradicular dentin when new self-adhesive resin cements were used. **Methods:** Eighty freshly-extracted single-rooted anterior teeth were endodontically-treated and assigned to 8 groups ($n=10$). Two glass fiber posts were used, silanized glass fiber post (Reforpost/Angelus) (RA) and flexible fiber post (EverStick/Sticktech) (EP). These were cemented to prepared post spaces using three self-adhesive cements: Unicem/3M-ESPE (UNI), Biscem/BISCO (BIS), Maxcem/KERR (MAX) and a resin cement used with separate primer/bonding, PanaviaF/Kuraray, (PAN) as a control group. Specimens were thermocycled for 3000 cycles in water baths 5 °C - 55 °C. Specimens were then stored in water at 37 °C for one week and sectioned into 1.0 mm thick slices (3 from cervical, 3 from middle parts of the roots). Slices were trimmed mesio-distally and subjected to μ TBS testing in a special machine. Mean μ TBS of each group was calculated and data statistically-analyzed with ANOVA. **Results:** ANOVA indicated significant differences among the groups ($P < 0.001$). Mean μ TBS for middle dentin were consistently lower than those obtained for cervical, however, without statistical significance ($P>0.05$). Mean μ TBS values obtained with EP were consistently higher than those obtained with RA. **Conclusions:** Some self-adhesive resin cements were capable of producing mean μ TBS to radicular dentin similar to that obtained when control resin cement with separate primer /adhesive was used.

Introduction:

Prefabricated posts have been used for some time with the aim of improving the retention of core build-up materials in endodontically-treated teeth when the remaining crown dentin is scarce. Some researchers and practitioners have advocated the use of endodontic post, which have mechanical properties that more closely resemble dentin, such as elastic modulus, thus achieving better stress distribution.

Carbon fiber posts were the first used for this purpose, followed by glass fiber posts, carbon-fiber posts coated with quartz and quartz fiber posts, all presenting elastic modulus similar to dentin¹².

One of the main concerns regarding prefabricated endodontic posts is the bonding mechanism of composite materials both to posts and root dentin. The esthetic fiber posts can be bonded within root canal spaces with polymer dentin-bonding agents and resin cements of similar flexibility, and they effectively transmit stresses between the post and the root structure, thus reducing stress concentration and preventing fracture. The bonding effectiveness among dentin, resin cement and post can be evaluated by means of microleakage, bond strength tests and using microscopic analysis^{2,4,6,9,11,12}.

Except for the self-adhesive resin cements, that does not require pre-treatment of tooth structures, coupling of resin based cements traditionally requires the adjunctive use of dentin adhesives that are either total-tech or self-etch in nature⁵. Different types of bonding systems can be use in combination with a number of different luting resins³. A range of results were reported when different commercial available dentin adhesive and luting cement combinations were employed for cementing fiber posts. These

materials may polymerize through a light-activated reaction, a chemical reaction or a combination of both mechanisms¹³. Self-etch adhesives use a self-etching primer, a mixture of non-rinsing acidic polymerizable monomers, to simultaneously condition and prime the dentin. This is usually followed by the application of an adhesive resin, the so-called two step self-etch adhesive⁷. The use of self-etching adhesives in combination with luting resins has been proposed for the cementation of endodontic posts. Because self-etching adhesives are generally used on dry dentin, and do not requiring rinsing of the etchant, they may represent a more successful approach. However, their efficiency at infiltrating thick smear layers like those produced during post preparation remains a major concern¹⁸.

Also, the quality of adhesion to root dentin is affected by the density and orientation of dentin tubules at different levels of the root canal walls and the coronal, middle, and apical third of the root during handling of the materials¹⁰.

There is little information in the literature on the bonding capability of esthetic endodontic fiber posts cemented with self-adhesive resin cements systems. The purpose of this in vitro study was to compare the bond strengths of cervical and middle part of the root, using two fiber post systems (EverStick/Sticktech; Reforpost/Angelus), cemented with a conventional resin cement (Panavia F 2.0 + Clearfil SE Bond adhesive system) and three self-adhesive resin cement (Unicem/3MESPE; Maxcem/Kerr; Biscem/Bisco).

The first research hypothesis was that bond strength of self-adhesive resin cements were similar to conventional dual-cure resin cement Panavia F. The second

objective of this study was to investigate the existence of significant differences in the conditions of adhesion created at different root levels by different resin cements.

Materials and Methods:

Eighty extracted human canines and premolars, were selected for this study. The crown was sectioned below the cement-enamel junction to obtain a 12mm long root that was then prepared for endodontic treatment. During the endodontic procedures, the canal space was mechanically enlarged using the Shaping (S1, S2, Sx) and Finish (F1, F2, F3) ProTaper endodontic files (Dentsply –Tulsa, Oklahoma, USA), operated at 200 rpm under a constant irrigation with 2.5% NaOCl. Each set of ProTaper instruments was discarded after preparing 20 canals. The canals were then rinsed with distilled water, dried with paper points and obturated with gutta percha cones and sealer Thermaseal (Dentsply/Tulsa, Oklahoma, USA) using a heat system (SybronEndo, Orange, CA-USA).

After one week, the samples were randomly divided into two groups, 40 specimens each, and the roots were prepared for post insertion using four different resin cement systems (n=10). Gutta percha was removed with Largo drills 0.1mm larger than the posts. This creates a thin space around the post for adhesive space. Forth EverStick Posts with a maximum diameter of 1.2mm (StickTech Ltd., Turku, Finland), and 40 Reforpost X-Ray with a maximum diameter of 1.5mm (Angelus, Londrina - Paraná – Brazil) were used for testing.

To increase the adhesion between the resin cement and the posts, the prefabricated posts were immersed in 24% H₂O₂ for 10 minutes, rinsed with distilled water and air-dried, before the cementation. A silane coupling agent (Monbond-S, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) was applied in a single layer on the post surfaces and gently air-dried after 60 seconds.

In Group 1, the Clearfil SE Bond (Kuraray, Tokyo, Japan) adhesive system was used in combination with the Panavia F 2.0 resin Cement (Kuraray, Tokyo, Japan). The primer and the bond liquid were introduced into the canal using endodontic microbrushes. Excess of priming-adhesive was absorbed by a paper point and a light-curing was performed through the canal for 10 s. with a halogen curing light Spectrum 800 (Dentsply DeTrey, Germany). The base and catalyst components of Panavia F 2.0 were then mixed according to the manufacture's instructions. The resin cement was brought into the root canal space with a lentulo drill, and the post was seated. The excess resin was removed and light-curing was performed through the post for 20 seconds with a halogen light.

In Groups 2, 3 and 4, the self-adhesive resin cements Unicem (3MESPE, St. Paul, MN, USA) Maxcem (Kerr, Bioggio, Switzerland); Biscem (Bisco, Illinois, USA) were used to lute the posts. The manufacturer's instructions were followed rigorously. As these types of resin cements does not require any pretreatment of tooth structures, the root canal was gently dried with an air syringe and paper points, always avoiding overdrying. The mixed cements were applied only onto the post surfaces, as recommended by the manufacturers. The posts were directly insert into the root canal

and left undisturbed for 30s., time required by the cement to auto-cure. A light-curing was performed through the posts for 20s. with a halogen light.

The specimens were stored in water at 37° C and to simulate the oral environment, specimens were thermal cycled for 3000 cycles (5°C/55°C), with 60s. in each water bath with a 6s. transfer time. Within one week, specimens for microtensile bond strength testing were prepared.

Microtensile Bond Strength Test

All specimens were attached to the grip of a low speed saw (Isomet, Buehler, USA) and sectioned perpendicular to the tooth axis into 1,0mm thick slabs. This procedure resulted in 6 serial slices per root, identified as cervical 1, 2, 3 and middle 1, 2, 3 (**Figure 1**). The thickness of each slab was measured with a digital caliper. Each slab was further trimmed by an ultra-fine diamond bur mounted in a high speed hand piece with water coolant (**Figure 2**). This procedure was performed under a stereomicroscope view, until the bur touched the post. The trimmed specimens were attached to the grips of a special device designed for the microtensile bond strength test using cyanoacrylate glue (Zapit, Corona, USA) and stressed to failure with a μ TBS testing machine (BISCO, USA) (**Figure 3**). As the bonded interface was curved, its area was calculated using a mathematical formula previously applied by Mallman et al.¹² for similar purposes. (**Figure 4**).

Averages and standard deviations were calculated and the data were analyzed by an analysis of variance (ANOVA) test using a factorial design with post type, resin

cement and root region as independent variables. Multiples comparisons of means were performed by Tukey's statistical test.

Results:

The resulting tensile force averages (MPa) and standard deviations (SD) are presented in **Table 1**. The ANOVA test (**Table 2**) demonstrated significant statistical difference ($P < 0.001$) between the post type, resin cement and root region. Panavia F resin cement showed the highest mean bond strength ($11,94 \pm 2,51$ MPa) while the Unicem ($10,17 \pm 2,81$ MPa) and Biscem ($10,51 \pm 3,50$ MPa) showed similar results with no statistical difference. The resin cement Maxcem ($8,28 \pm 2,84$) showed the lowest values compared with the other groups (**Table 3**).

Turkey's analysis indicated that values for μ TBS for middle dentin region were consistently lower than those obtained for cervical, however, without statistical significance ($P > 0.05$). Mean μ TBS values obtained with EverStick post ($11,47 \pm 3,14$) were consistently higher than those obtained with Reforpost post ($8,98 \pm 2,76$) (**Table 4**).

After the strength test, all slabs showed cement adhering to the posts, indicating that adhesive failure were predominant in both EverStick and Reforpost post group.

Discussion:

Since 1990, the use of resin cement has increased in order to reduce the stress created by post cementation and several factors, including post retention, apical and marginal seal, are influenced by the methods of gutta-percha removal and by the post space preparation^{17,18,19}.

This type of restoration have undergone a paradigm shift, from the traditional use of rigid materials (amalgam, gold alloys, etc.) to the gradual acceptance of materials with mechanical properties closer to dentin (resin composites and fiber posts), in order to reduce stress transmission to the remaining tooth structure¹⁶. Furthermore, the bonding characteristics of root-treated dentin may differ in terms of the optimal moisture content required for application of some etch-and-rise adhesives¹⁶, as well as the ability to achieve a reasonable degree of conversion, when light-cured adhesives are polymerized from the top of the post spaces, and the potential for relief of polymerization shrinkage stresses during the setting of resin cements¹⁵.

Newer self-adhesive resin cements have the potential to further simplify the bonding process, that is, by reducing the process of bonding indirect restorations and posts to a one-step procedure. In principle, these new adhesive cements introducing the benefits of successful integration of different components from different material classes, such as glass ionomer technology. Thus, the new monomer added is basically a phosphorulated methacrylate which can generate self-adhesion. The acidic nature of the phosphorulated methacrilates allow for desmineralization of the tooth surface and

penetration of the cement into the tooth surface and after polymerized, micromechanical retention is achieved between the cement and the tooth⁸.

Biscem and Maxcem are available in a syringe containing a catalyst and base paste. Before the application, the pastes are mingled using a mixing cannula belonging to the system to ensure a homogeneous material with an adequate and constant mixture ratio (1:1). The Unicem consist of a special capsule containing a powder and a liquid. Directly before application a membrane, which separates powder and liquid, has to be broken by inserting the capsule into an activator device and pressing down the activator level for 2 s. Subsequently, the activated capsule has to be inserted into a mixing unit for 15 s. Then, the resin can be dispensed inserting the capsule in an applier device.

Although the new self-adhesive resin cement systems Unicem, Biscem and Maxcem seems to producing mean μ TBS to radicular dentin similar to that obtained with Panavia F, the use of Panavia F 2.0 plus a self-etching adhesive system (Clearfil SE Bond) seems to be the most appropriate system to use in restoration of endodontically teeth. As previously reported, the use of a self-etching primers which are exclusively manufactured for use with resin cement (i.e. ED Primer/Kuraray) behave as a permeable membranes after polymerization due to their higher concentration of hydrophilic and ionic resin monomers. And the lack of the subsequent application of a more hydrophobic resin coating or the use of a self-etch adhesive, can avoid the increase of the permeability and the water diffusion from adhesive-composite interface⁵.

In our study, posts analysis after removal from canal space, evidenced that adhesive-failure mode was predominantly observed in all groups, indicating that failure after testing mostly occurred at the interface between the resin cement and the radicular dentin. Some researchers also described the prevalence of adhesive failures in intracanal posts. These finds may occur due to the surface pre-treatment of the posts and the use of a silane coupling which can influence the interfacial strengths between the post and the composite.

Several studies describing the application of the silane/adhesive couplings to improve the adaptation of the composite core to the etched post surface^{1,14,15,20}. Silane coupling agents can achieve chemical bonds with OH-covered inorganic substrates such as glass and this bond adhesion may occur between the core resin matrix and the exposed glass fibers of the post at the interfacial level¹⁴. To expose these glass fibers, Hydrogen Peroxide has been reported as the best chemical surface treatment in fiber posts, which can partially dissolve the resin matrix (epoxy resin) through a mechanism of substrate oxidation^{15,20}. Consequently, with the removal of the superficial layer of epoxy resin via chemical treatment, more exposed glass fibers in terms of surface area, are available for reacting with the silane molecules. The increased chemical union between the silanised glass fibers and the methacrylate-based core material would significantly improve the interfacial bond strength.

However, this experimental technique has some limitation such as the data of this study does not give an extra prediction whether the “in vitro” performance of the fiber posts is the same as the performance “in vivo”. Further studies should be

performed to evaluate the use of different types of posts with different surface treatment and resin cements.

Conclusions:

Some self-adhesive resin cements were capable of producing mean μ TBS to radicular dentin similar to that obtained when control resin cement with separate primer /adhesive was used. Higher mean bond strength values in the cervical region, when compared to the middle third of root dentin, could be observed in all groups.

Acknowledgements:

This study was partially supported by CAPES (Brazil) grants n^o 3092-05-4/2006. The materials investigated in this experiment were generous gifts from Bisco (USA), 3MESPE (USA), KERR (USA), Kuraray (Japan), Angelus (Brazil) and StickTeck (Finland).

References:

1. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. Journal of Prosthetic Dentistry. 2006; **95**:218-23.
2. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. Journal of Prosthetic Dentistry. 2006; **95**:302-10.
3. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. Dental Materials. 2003; **19**:199-205.
4. Braga NMA, Paulino SM, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Vansan LP. Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. Journal of Oral Science. 2006; **48**(1):15-20.
5. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NRFA, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentin. Journal of Dentistry. 2004; **32**:55-65.

6. Ferrari M, Vich A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: An SEM investigation. *The International Journal of Prosthodontics*. 2001; **14**(6): 543-9.
7. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Adhesion to root canal dentine using one and two-step adhesive with dual-cure composite core materials. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2005; **32**:97-104.
8. Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bisfix composites – A comparative study. *Dental Materials*. 2005. Epub 2005 15.
9. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *Journal of Dentistry*. 2004; **32**:629-34.
10. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences*. **112**:353-61.

11. Kalkan M, Usumez A, Ozturk N, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post system. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2006; **96**:41-6.
12. Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Mathias P, Muench A. Microtensile bond strength of light- and self-cured adhesive systems to intraradicular dentin using a translucent fiber post. *Operative Dentistry*. 2005; **30**(4): 500-6.
13. Monticelli F, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Ferrari M, Tay FR, Toledano M. Effects of adhesive system and luting agents on bonding of fiber posts to root canal dentin. *Journal of Biomedical Materials Research, Part B, Applied Biomaterials*. 2006; **77**:195-200.
14. Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Goracci C, Tay FR, Ferrari M. Improving the quality of the fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. *Journal of Endodontics*. 2006; **32**:447-51.
15. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *Journal of Endodontics*. 2006; **32**:44-7.
16. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, Prati C. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *Journal of Endodontics*. 2005 Dec; **12**(4):891-4.

17. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PEC, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dental Materials*. 2006 Jan 21. Epub 2006.
18. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopy study. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*. 2004; **97**:381-7.
19. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: A theoretical modeling approach. *Journal of Endodontics*. 2005; **8**:584-89.
20. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *International Endodontic Journal*. 2006; **39**: 31-9.

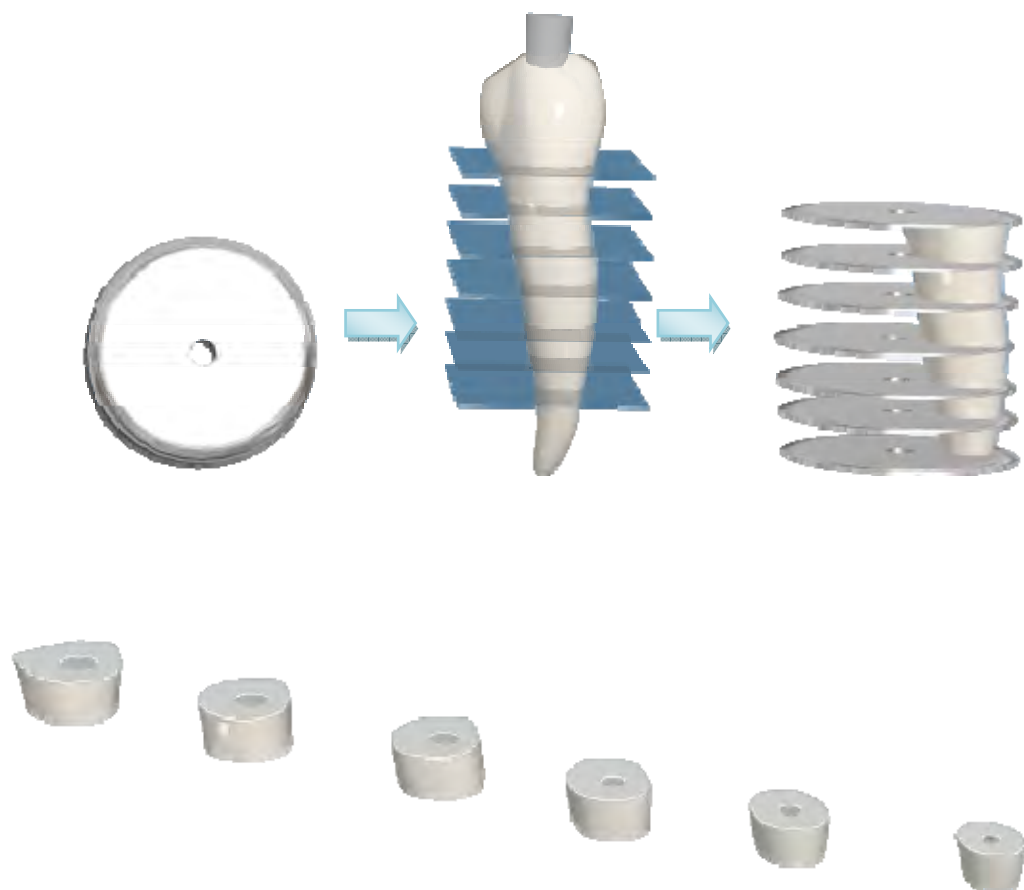


FIGURE 1: Perpendicular sectioning of root-post sets into approximately 1-mm thick sections. Three sections for cervical and three for middle part of the root.



FIGURE 2: Trimmed procedure in each slice by an ultra-fine diamond bur mounted in a high speed hand piece with water coolant.

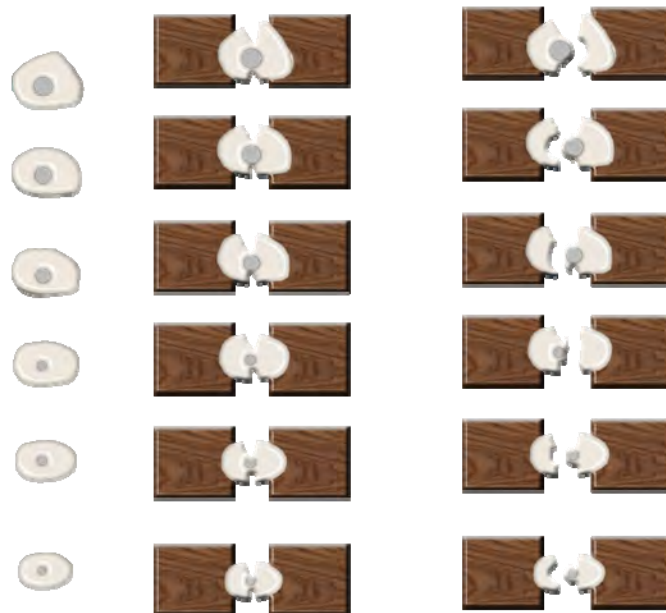


FIGURE 3: Trimmed specimens attached to the grips of a special device designed for the microtensile bond strength test.

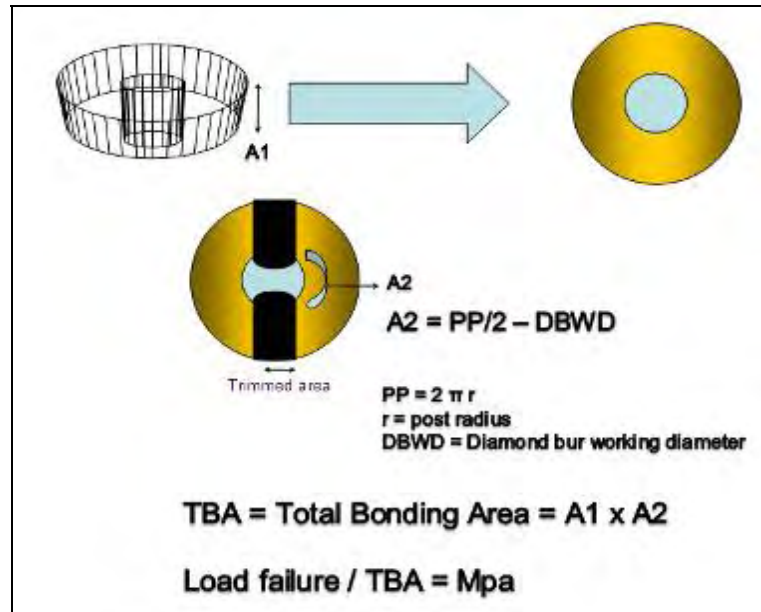


FIGURE 4: The μ TBS of each slab was calculated as the force at failure divided by the bonded cross-sectional surface area.

Table 1: Mean bond strength values, SDs and N of investigated post types to different resin cements and different root region.

Post/Cement/Region	Mean	Std. Deviation
Reforpost/Unicem/Cervical	10.15	1.91
Reforpost/Unicem/Middle	8.34	1.50
Reforpost/Biscem/Cervical	9.67	1.75
Reforpost/Biscem/Middle	8.32	1.11
Reforpost/Maxcem/Cervical	6.56	0.76
Reforpost/Maxcem/Middle	6.35	0.70
Reforpost/Panavia F/Cervical	11.60	1.28
Reforpost/Panavia F/Middle	10.81	1.43
EverStick/Unicem/Cervical	11.73	2.70
EverStick/Unicem/Middle	10.44	1.40
EverStick/Biscem/Cervical	13.05	3.58
EverStick/Biscem/Middle	11.00	1.97
EverStick/Maxcem/Cervical	10.69	2.04
EverStick/Maxcem/Middle	9.49	1.91
EverStick/Panavia F/Cervical	13.05	1.23
EverStick/Panavia F/Middle	12.27	1.49

Table 2: Two way ANOVA.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Post	248.253	1	248.253	75.503	0.000
Cement	272.094	3	90.698	27.585	0.000
Region	56.169	1	56.169	17.083	0.000
Post*Cement	30.841	3	10.280	3.127	0.028
Post*Region	0.852	1	0.852	0.261	0.610
Cement*Region	7.886	3	2.629	0.799	0.496
Post*Cement*Region	3.482	3	1.161	0.353	0.787

Table 3: Results of Tukey's statistical analysis for overall cements. NS: no significant difference, S: significant difference.

	Unicem	Biscem	Maxcem	Panavia F
Unicem	—	NS (P=0.832)	S (P<0.0001)	S (P<0.0001)
Biscem	NS (P=0.832)	—	S (P<0.0001)	S (P<0.003)
Maxcem	S (P<0.0001)	S (P<0.0001)	—	S (P<0.0001)
Panavia F	S (P<0.0001)	S (P<0.003)	S (P<0.0001)	—

Table 4: Mean bond strength values (SDs) of investigated post types to different resin cements.

Resin Cement	Bond strength Reforpost (MPa)	Bond strength Everstick (MPa)	P value
Unicem	9.25(±1.91) ^B	11.09(±2.19) ^A	P=.048
Biscem	9.00(±1.58) ^B	12.02(±3.00) ^A	P<.0001
Maxcem	6.46(±0.72) ^C	10.09(±2.02) ^A	P<.0001
Panavia F	11.20(1.38) ^A	12.66(1.39) ^A	P=.228

Same superscript letters indicate that mean values are not significantly different. Significant difference between 2 post system are given with P values.

ARTIGO 2: *Journal of Endodontics*

Title:

Surface Conditioning Improving the Adhesion between Fiber Posts and Resin Cements.

Authors:

Renato Cassio Roperto

124 Edward Street, Toronto, ON, Canada. M5G 1G6. Tel: 416-979.4934 ext.4425

Omar El-Mowafy

124 Edward Street, Toronto, ON, Canada. M5G 1G6. Tel: 416-979.4934 ext.4572

Sizenando de Toledo Porto Neto

Rua Humaitá 1680, 3º andar, Araraquara, SP, Brazil. 14801-903, Tel: 55-16-3301-6438.

Corresponding author:

Dr. Renato Cassio Roperto, Rua Senador Felício dos Santos 346, Aclimação, 01511-010, São Paulo, SP, Brazil. Tel: 55-11-3209.9660; Fax: 55-11-3208.6774; e-mail: renato.roperto@utoronto.ca / info Renato@gmail.com

Keywords:

Prostodontics; Adhesion; Dentin Bonding Agents; Fiber-posts; Resin cements.

Summary:

Objectives: This study evaluated the influence of various surface treatments on the microtensile bond strength between a fiber post and variety of resin cements. **Methods:** Sixty fiber posts (Reforpost X-Ray– Angelus/Brazil) were randomly assigned into three groups according to the surface pre-treatment performed. Group 1: No treatment (control group); Group 2: immersion in 96% Alcohol for 10 minutes and silanization for 60 seconds; Group 3: immersion in 24% H₂O₂ for 10 minutes and silanization for 60 seconds. Each group was further divided into 4 subgroups based on the luting resin cement: I-Unicem/3MESPE; II-Biscem/Bisco; III-NAC-100/Kuraray and IV-Panavia F/Kuraray. The post was placed in the centre of a square-shaped matrix, where in which it was held in place by the resin cement and was subsequently photo-cured. Blocks were obtained that were serially cut into sticks. The sticks were then loaded onto a micro tensile testing machine. **Results:** One-way ANOVA analysis indicated significant differences among post surface treatments ($p < .001$) and resin cements ($p < .005$). No statistical difference was observed with the interaction between surface treatment/resin cement ($p > .005$). Tukey test revealed that the posts treated in group 3 had higher values than those of group 2 without a statistical difference. The posts treated in the control group were significantly lower ($p > .005$) than the other groups. The resin cements II, III and IV were significantly higher ($p < .005$) than resin cement I. **Conclusions:** It was concluded that the type of surface treatment and resin cement did influence the microtensile bond strength.

Introduction.

The use of fiber posts in the restoration of endodontically treated teeth has recently increased in popularity due to superior mechanical properties, in comparison to metal cast posts^{7,9,14}. Manufacturers claim two advantages for these posts: they increase the transmission of light within the root thereby eliminating or reducing the dark appearance often associated with nonvital abutments and metal posts and cores; in the case of fiber posts, their modulus of elasticity and diametral tensile strength are sufficiently low to reduce the risk of root fracture in the restored tooth⁵. Clinical studies^{10,17,21} have demonstrated high success rates without the occurrence of root fractures. In addition, fiber posts are ready to use, whereas the construction of a cast post and core is more time consuming and further demands extra clinic and laboratory time^{11,20}.

Glass-fiber posts are composed of glass fibers, inorganic filler, and a resin matrix. They are usually luted with a resin cement to increase their retention and improve the mechanical performance of restored teeth^{2,15,16}. Several studies suggested the use of silane coupling agents in coating application to promote adhesion between inorganic surfaces and polymeric molecules. In many cases, interfacial failure was attributed to chemical incompatibility. Furthermore, in dentistry, the durability of a composite core restoration depends on the formation of a strong bond between the

resin composite and the residual dentin, as well as between the resin composite and the fiber post, enabling the interface stress under functional loading¹².

Surface treatments are common methods for improving the general adhesion properties of a material, thereby enhancing chemical and micromechanical union between different components. Nevertheless, the adhesion of composite to a fiber post is still inferior when compared with the result achieved on dental substrates. This is probably due to an absence of any chemical interaction between methacrylate-based resin composite and the epoxy resin matrix of fiber posts.

Thus, in order to improve the bond strength between the post and the resin cement, many surface pretreatment procedures for posts have been investigated that involve the use of mechanical or chemical agents. Chemical treatment is aimed at roughening the post surface, thus enhancing the mechanical interlocking between post and resin cement. In some recent studies, post surface pre-treatment with hydrogen peroxide has been shown to significantly increase the bond strength between fiber posts and flowable materials used for core build-up²⁰.

The present study was aimed at evaluating the influence of post-surface treatment with hydrogen peroxide and alcohol, on the micro tensile bond strength between glass fiber posts and various resin cements. The changes in post-surface characteristics following the different pre-treatments were also observed using scanning electron microscopy (S.E.M).

Material and Methods:

Sixty fiber posts (Reforpost – Angelus, Londrina/Brazil) with a maximum diameter of 1.5mm and 20mm length were used in this study. The posts are composed of longitudinal oriented fibers covered with epoxy resin and one steel filament inside the post. The three different superficial chemical treatments include: no treatment (control group); 96% alcohol and silane agent (group 2); 24% hydrogen peroxide and silane agent (group 3).

The surface treatment for group two consisted of three successive steps: (1) immersion of the post in a 96% alcohol solution for 10 minutes, (2) extensive rinsing with tap water for 1 minute and (3) application of a single layer of Silane (Silane Component – Angelus, Londrina-Brazil) for 60 seconds followed by gentle air drying for the equivalent time.

For group three, the treatment followed three successive steps, as well: (1) immersion of the post in a 24% Hydrogen Peroxide solution for 10 minutes, (2) extensive rising with tap water for 1 minute and (3) application of a single layer of Silane (Silane Component-Angelus, Londrina-Brazil) for 60 seconds followed by gentle air drying for the equivalent time.

Subsequently, the core build-up process was performed using four different resin cements: Unicem (3MESPE, MN, USA), Biscem (Bisco, USA), NAC-100 (Kuraray, Japan) and Panavia F (Kuraray, Japan).

For the groups using the conventional resin cement, Panavia F 2.0 (Kuraray, Tokyo, Japan), the base and catalyst components were mixed according to the

manufacturer's instructions. In the other groups, self-adhesive resin cements were used. Unicem (3MESPE, St. Paul, MN, USA), consists of a special capsule containing a powder and a liquid. Directly prior to application, a membrane which separates powder and liquid, has to be broken by inserting the capsule into an activator device and pressing down the activator level for 2 seconds. Subsequently, the activated capsule has to be inserted into a mixing unit for 15 seconds. The resin can then be dispensed by inserting the capsule into an applicator device. Biscem (Bisco, Illinois, USA) and NAC-100 (Kuraray, Tokyo, Japan) are available in a syringe containing a catalyst and base paste. Prior to application, the pastes are mingled using a mixing cannula belonging to the system, to ensure that a homogeneous material is obtained with an adequate and constant mixture ratio (1:1).

Each fiber post was positioned perpendicularly in a central part of a square shaped cavity made in a silicon matrix. The matrix was subsequently filled completely with resin cement. The excess resin was removed, a glass plaque was placed onto the matrix and light-curing was performed through the square area for 40 seconds with a halogen light (Spectrum 800 Light Cure Unit – Dentsply DeTrey, Germany) with an output of 600mW/cm^2 . This resulted in a block of resin cement (10x10mm) whereby the post was held in the central portion and approximately 1.5mm of thickness. Using sandpaper, the specimens were worn down until they reached a 1.0 mm of thickness. The final thickness of each specimen was measured using a digital caliper.

After storing the specimens in distilled water for 24 hours, each block was fixed with wax onto acrylic blocks and mounted on the holding device of a slow-speed diamond saw (Isomet Buehler, USA) to be serially sectioned to obtain 5 sticks with

dimensions of 1x1x6mm (**Figure 1**). Each stick was attached to the grips of a special device designed for the micro tensile bond strength test using cyanoacrylate glue (Zapit, Corona, USA) and stressed to failure with a μ TBS testing machine (BISCO, USA) (**Figure 2**). Interfacial strength was calculated using the formula: $\text{XMpa} = \text{X in Kg}/0.01 \times 0.0981$ ($0.1 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm} = 0.01 \text{ cm}^2$).

Averages and standard deviations were calculated, and the data was analyzed by an analysis of variance (ANOVA) test using a factorial design where post surface treatment and resin cement acted as the independent variables. Multiple comparisons of means were performed by the Post Hoc statistical test.

Results:

The data statistical analysis was performed using the SPSS 15.0 software. The means and standard deviation of the bond strengths for the five experimental and control groups are shown in **Table 1**. The one-way ANOVA is shown in **Table 2**.

Statistical analysis revealed that both the post-surface treatment ($p < .001$) and the type of resin cement ($p < .05$) had a significant influence on micro tensile bond strength.

Regarding the post-surface, the post-core achieved following the hydrogen peroxide treatment (group 3) was significantly higher than that of group 1 ($p < .001$), and higher, with no statistical difference than that of group 2 ($p > .005$). The control group showed the lowest post-core strength, and the difference was statistically significant

(Table 2). In groups 2 and 3, the post-core bond strengths were similar, regardless of the composite resin used for the core build-up (**Table 3**).

For the resin cements used in this study, the statistical analysis revealed that a statistical significance was observed between the different groups ($p < .05$). The resin cements Experimental (Kuraray), Panavia F, and Biscem, demonstrated higher values with no statistical difference ($p < .05$). The Unicem resin cement, showed the lowest values of bond strength with no statistical difference when compared with Biscem ($p < .05$).

SEM analysis

In each group, two posts were randomly selected for SEM examination of the superficial aspect of the post following surface pre-treatment. In each group, the posts were observed longitudinally. Each post was mounted on a metallic stub, platinum-sputtered (Polaron SL 515) and observed under a scanning electron microscope (Hitachi S2500) at different magnifications (35X, 500X and 1000X) .

SEM evaluation revealed that the post surface morphology was modified following treatment with alcohol and hydrogen peroxide. Both surface treatments produced similar changes in the ultrastructure of the post surface. In a lower magnification (35x) without treatment, the complete cover of the fibers by the epoxy resin, was evident. After exposure to Alcohol or Hydrogen peroxide, a uniform distribution of micro-spaces was apparent among the exposed fibers (**Figure 3, 4 and 5**). Similar results as obtained by Vano et al. were also found in this study, where in

which the exposed fibers did not appear to be damaged by the action of hydrogen peroxide, and no defects or fractures were evident on their surfaces.

Discussion

Posts have been used in several clinical situations when the tooth remaining is deteriorated or weak^{10,17,21}. One common problem is the fact that the adhesion between the post and the resin cements has to be strong enough to support the mechanical load^{3,4,6,18}. Due to these results, many researches have tried to find methods to improve the adhesion between the post surface and the resin material used in the cementation procedures^{1,12,19,20}.

One simple method was demonstrated by Monticelli et al.¹³ to improve this adhesion. It consisted of the use of 24% Hydrogen Peroxide in the post surface, which would be applied for 10 minutes. Conversely, the fiber post manufacturer indicated that an alcohol solution should be used before the resin cement application. In both cases, the use of a silane compound is indicated to increase the bond strength between the cement and the exposed fibers.

Some authors^{12,13} explain that the coupling action of the silane involves the formation of covalent bonds from the reaction of the organo-functional group and the hydrolyzed alkoxy groups, respectively, with the resin matrix and the mineral substrate (glass or silica) of the composite material. Furthermore, with the removal of the superficial layer of epoxy resin via chemical treatment, additional exposed glass fibers, in terms of surface area, are available for reacting with the silane molecules. The

increased chemical union between the silanised glass fibers and the methacrylate-based resin material would significantly improve the interfacial bond strength¹⁹.

Once these fiber posts have epoxy resin covering the fibers, the hydrogen peroxide can selectively dissolve the glass component of the fiber post, producing an irregular pattern of microspaces on the post surface. More precisely, epoxy polymers exhibit a high degree of conversion and highly cross-linked structures. These agents exert their etching activity by oxidizing the substrates and breaking the epoxy bonds. This may increase the surface area and facilitate the penetration of the composite into the microretention of the etched post surface²⁰. At the same time, SEM investigation illustrated that the pattern of dissolution in the post surface is the same when alcohol solution is used over the epoxy resin.

Although numerous authors have reported different techniques to etch the post surface, some examples include using more aggressive etching procedures, such as hydrofluoric acid or an air blasting technique, or using zirconia or silica oxide^{1,20}. However, these techniques considerably affect the integrity of the fiber post, and microscopic analysis has revealed an uneven removal of the epoxy resin matrix and extensive damage to the quartz fibers. Monticelli et al.¹³ suggested that H_2O_2 , on the contrary, is a considerably milder technique, as the exposed quartz fibers remain smooth and leave the underlying epoxy resin matrix intact after the etching procedures.

Two different resin cement materials were evaluated in this study: regular resin cement, which is commonly employed for this purpose and three self-adhesive resin cements. Although it has been reported that resin cements have good mechanical

properties and adaptation to the post surface⁸, it can be seen from the interfacial strength results that the three self-adhesive resin cements investigated did not differ significantly from the regular resin cements. It can be speculated that because of their etching capabilities, the self-adhesive resin cements were able to penetrate optimally within the post surface irregularities, taking the greatest advantage of the increase in surface area available for bonding following the post surface treatment, within the thick zone of denuded glass fibers. This could enable the self-adhesive resin cements to achieve a bond with the post that was as solid as other resin cements.

In the present study, differences in bond strength between the investigated post surface treatments might be explained by the diverse composition and properties of resin cements. These findings are supported by other studies that also reveal higher bond strength to a post surface treated with different chemical solutions. Nevertheless, further in vitro studies focusing on the effect of surface treatment should be initiated; moreover, long term clinical studies should be conducted to evaluate the survival rate of fiber posts with this kind of treatment under clinical conditions.

Conclusions

Within the limitations of this study, the following conclusions were drawn:

- Post surface pre-treatment with alcohol and hydrogen peroxide, significantly increased the bond strength between silanised fiber glass posts and resin cements.

- The bond strength was also significantly affected by the type of resin cement used.
- Self-adhesive resin cements exhibited similar bond strength values compared with conventional resin cement (Panavia F).

Acknowledgements:

This study was partially supported by CAPES (Brazil) grants n° 3092-05-4/2006. The materials investigated in this experiment were generous gifts from Bisco (USA), 3MESPE (USA), Kuraray (Japan) and Angelus (Brazil). The authors are grateful to Dr. Mohamed Zahran for statistical support. We thank Mr. Robert Cherneck and Mr. Jian Wang of the S.E.M unit, the University of Toronto faculty of Dentistry, for technical assistance.

References

21. Artopoulou II, O'Keefe KL, Powers JM. Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. J Prostodont 2006; 15(3):172-9.
22. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. J Prosthet Dent 2006; 95(3):218-23.

23. Bitter K, Meyer-Luckel H, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. *Am J Dent* 2006; 19(3):138-42.
24. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. *J Prosthet Dent* 2006; 95:302-10.
25. Braga NMA, Paulino SM, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Vansan LP. Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. *J Oral Sci* 2006; 48(1):15-20.
26. Ferrari M, Vich A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: a SEM investigation. *Int J Prosthodont*. 2001; 14(6): 543-9.
27. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Adhesion to root canal dentine using one and two-step adhesive with dual-cure composite core materials. *J Oral Rehabil* 2005; 32:97-104.
28. Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bisfix composites – a comparative study. *Dent Mater* 2005. Epub 2005 15.
29. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent* 2004; 32:629-34.
30. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont* 2005; 18(5):399-404.

31. Kalkan M, Usumez A, Ozturk N, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post system. J Prosthet Dent 2006; 96:41-6.
32. Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Goracci C, Tay FR, Ferrari M. Improving the quality of the fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. J Endod 2006; 32:447-51.
33. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. J Endod 2006; 32:44-7.
34. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, Prati C. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? J Endod 2005 Dec; 12(4):891-4.
35. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PEC, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. Dent Mater 2006 Jan 21. Epub 2006.
36. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. Int J Prosthodont 2004; 17(3):307-12.
37. Schmitter M, Huy C, Ohlmann B, Gabbert O, Gilde H, Rammelsberg P. Fracture resistance of upper and lower incisors restored with glass fiber reinforced posts. J Endod. 2006; 32(4):328-30. Epub 2006 Feb 7.
38. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: A theoretical modeling approach. J Endod 2005; 8:584-89.

39. Valandro LF, Yoshiga S, de Melo RM, Galhano GA, Mallmann A, Marinho CP, Bottino MA. Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. *J Adhes Dent* 2006; 8(2):105-11.
40. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J* 2006; 39: 31-9.
41. Zhang XH, Wang XZ. The evaluation of the carbon fiber post system on restoration of teeth defect in children. *Chin Med J (Engl)*. 2006; 20;119(10):809-13.

<i>Treatment</i>	<i>Cement</i>	<i>Mean (SD)</i>
Control	Unicem	6.80 (0.72)
	Biscem	10.96 (1.35)
	Experimental	10.25 (1.29)
	Panavia	10.38 (0.86)
Alcohol	Unicem	11.08 (2.71)
	Biscem	12.03 (3.46)
	Experimental	13.90 (2.28)
	Panavia	15.35 (3.10)
H2O2	Unicem	14.00 (1.77)
	Biscem	14.31 (2.89)
	Experimental	15.35 (2.43)
	Panavia	13.37 (2.15)

Table 1: Mean and standard deviation of the post-core bond strength calculated for all experimental groups.

<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Corrected Model	353,921(a)	11	32,175	6,328	,000
Intercept	9105,244	1	9105,244	1790,814	,000
Treat	235,331	2	117,666	23,142	,000
Cement	61,582	3	20,527	4,037	,012
Treat * Cement	57,008	6	9,501	1,869	,106
Error	244,052	48	5,084		
Total	9703,217	60			
Corrected Total	597,973	59			

Table 2: One-way ANOVA.

(I) Treat	(J) Treat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Control	Alcohol	-3,4958(*)	,71305	P<.001
	H2O2	-4,6607(*)	,71305	P<.001
Alcohol	Control	3,4958(*)	,71305	P<.001
	H2O2	-1,1650	,71305	P=,242
H2O2	Control	4,6607(*)	,71305	P<.001
	Alcohol	1,1650	,71305	P=,242

Table 3: Multiple comparisons between the different types of surface treatment.

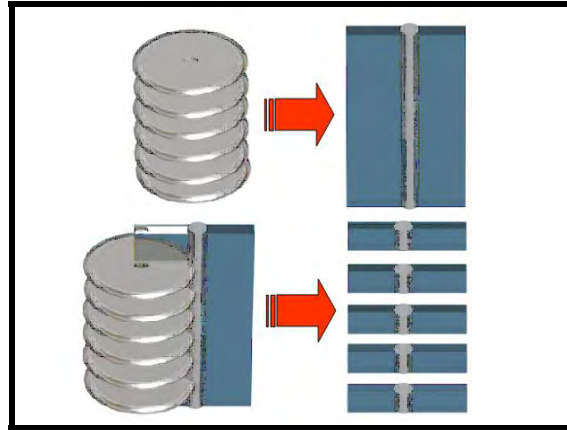


Figure 1: Each block (resin-cement/post) was cutted in serial ticks using a slow-speed diamond saw.

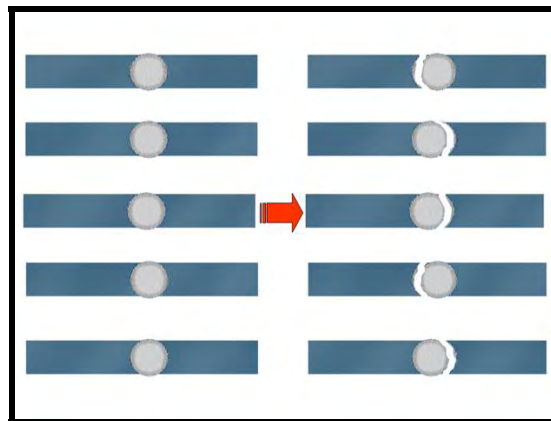


Figure 2: Each stick was stressed to failure with a μ TBS testing machine.

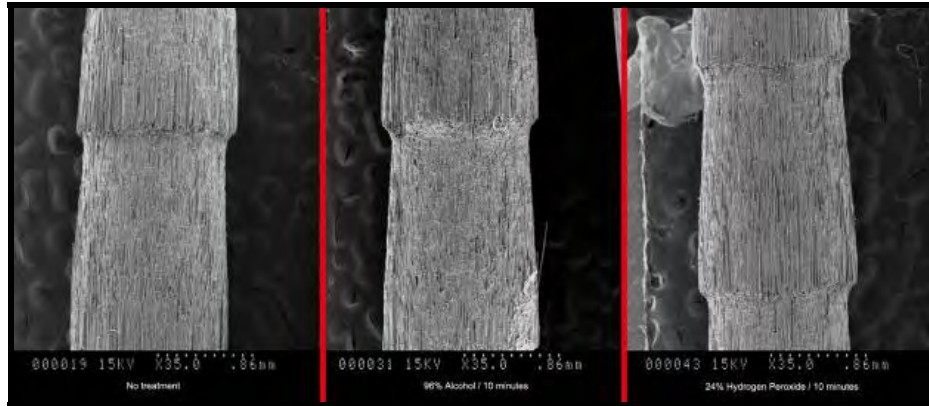


Figure 3: SEM micrographs of specimen posts examined after different superficial treatment (35X).

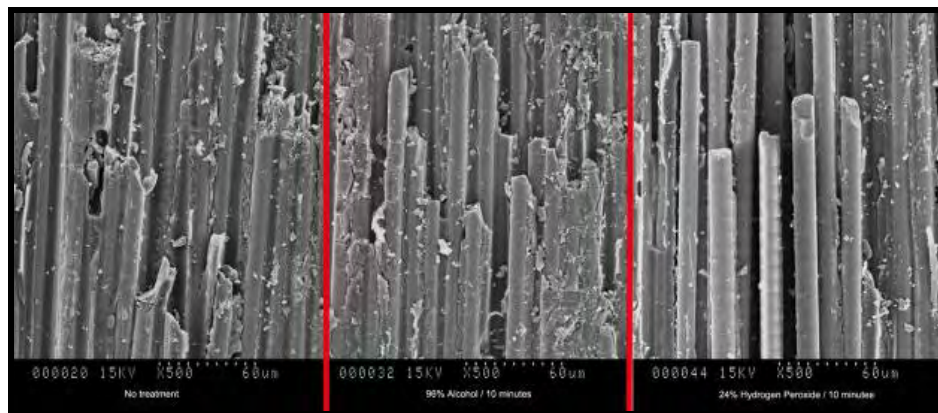


Figure 4: SEM micrographs of specimen posts examined after different superficial treatment (500X).

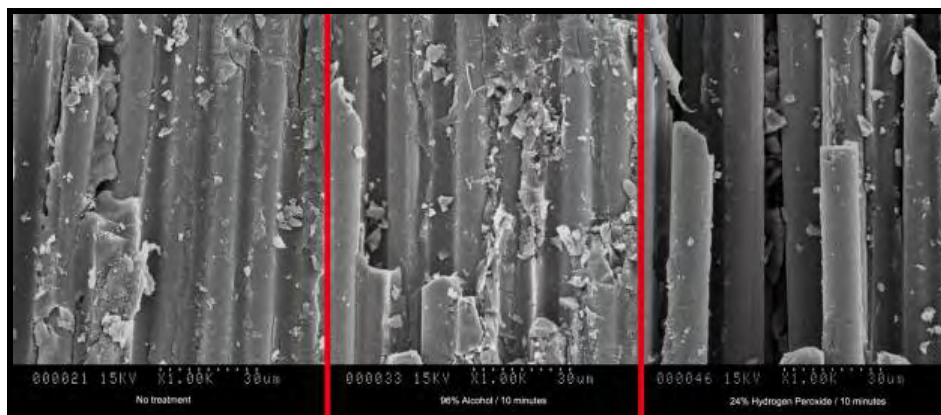


Figure 5: SEM micrographs of specimen posts examined after different superficial treatment (1000X).

ARTIGO 3: *Journal of Dental Research*

Title:

Microtensile bond strength between a UDMA fiber post and different resin cements: effect of post surface treatment.

Authors:

Renato Cassio Roperto

124 Edward Street, Toronto, ON, Canada. M5G 1G6. Tel: 416-979.4934 ext.4425

Omar El-Mowafy

124 Edward Street, Toronto, ON, Canada. M5G 1G6. Tel: 416-979.4934 ext.4572

Sizenando de Toledo Porto Neto

Rua Humaitá 1680, 3º andar, Araraquara, SP, Brazil. 14801-903, Tel: 55-16-3301-6438.

Corresponding author:

Dr. Renato Cassio Roperto, Rua Senador Felício dos Santos 346, Aclimação, 01511-010, São Paulo, SP, Brazil. Tel: 55-11-3209.9660; Fax: 55-11-3208.6774; e-mail: renato.roperto@utoronto.ca / info Renato@gmail.com

Keywords:

Prostodontics; Adhesion; Dentin Bonding Agents; UDMA; Fiber-posts; Resin cements.

Summary:

Objectives: This study evaluated the influence of various surface treatments on the microtensile bond strength between a UDMA glass fiber post and variety of resin cements. **Methods:** Sixty fiber posts (DT Logipost – Synca/Canada) were randomly assigned into three groups according to the surface pre-treatment performed. Group 1: No treatment (control group); Group 2: immersion in 96% Alcohol for 10 minutes and silanization for 60 seconds; Group 3: immersion in 24% H₂O₂ for 10 minutes and silanization for 60 seconds. Each group was further divided into 4 subgroups based on the luting resin cement: I-Unicem/3MESPE; II-Biscem/Bisco; III-NAC-100/Kuraray and IV-DuoLink/Bisco. The post was placed in the centre of a square-shaped matrix, where in which it was held in place by the resin cement and was subsequently photo-cured. Blocks were obtained that were serially cut into sticks. The sticks were then loaded onto a micro tensile testing machine. **Results:** One-way ANOVA analysis indicated no significant differences among post surface treatments ($p > .005$) and statistical difference was observed with the resin cements ($p < .001$) and the interaction between surface treatment/resin cement ($p < .001$). Tukey test revealed that the resin cements I were significantly higher ($p < .005$) than resin cements III and IV. The resin cement II showed the lowest values compared with the others groups. Tukey test also revealed that the interaction of Group 3/resin cement IV, showed the higher bond strength values when compared with the others. **Conclusions:** It was concluded that the type of resin cement and the interaction of surface treatment and resin cement did influence the microtensile bond strength.

Introduction.

Since 1990, fiber reinforced posts represent the latest solution proposed for restoration of endodontically treated tooth^{6,7,8,10,13,18,26}. These posts have been shown to improve the retention of the core but obviously do not strengthen the root^{3,5,10}.

Posts made of tooth-colored material, such as glass fibers or zirconia ceramics, have become popular because they increase the transmission of light within the root and overlying gingival tissues. The low modulus of elasticity of fiber-reinforced epoxy resin posts has been purported to reduce the risk of root fracture^{11,12}. In addition, the restoration of endodontically treated teeth with metal-free materials eliminates the potential hazards of corrosion and allergic hypersensitivity^{13,14,15}. Fiber-reinforced posts also have the advantage of easy removal if endodontic retreatment is required^{17,18,23,28,32}.

Glass-fiber posts are composed of glass fibers, inorganic filler, and a resin matrix. Usually, the posts are made of a resin matrix in which various types of reinforcing fibers are immersed^{4,16,25,26}. Ferrari et al. also related that in most of the post, the resin matrix is made of epoxy resin or its derivatives and the epoxy resin has the peculiarity of binding itself through common free radicals to the BIS-GMA monomer resin¹⁰. This Epoxy resin have shown good properties, however, monomers with better mechanical properties such as UDMA can better show bond adhesion to the resin cements used in this type of restoration.

Several studies suggested the use of silane coupling agents in coating application to promote adhesion between inorganic surfaces and polymeric

molecules^{3,4,19,20,21,22,29,30,31}. In many cases, interfacial failure was attributed to chemical incompatibility. Furthermore, in dentistry, the durability of a composite core restoration depends on the formation of a strong bond between the resin composite and the residual dentin as well as between the resin composite and the fiber post, enabling the interface stress under functional loading¹⁹.

Surface treatments are common methods for improving the general adhesion properties of a material, thereby enhancing chemical and micromechanical union between different components. Nevertheless, the adhesion of composite to a fiber post is still inferior when compared with the result achieved on dental substrates^{19,22,29,30}. This is probably due to an absence of any chemical interaction between methacrilate-based resin composite and the epoxy resin matrix of fiber posts. Thus, when the Epoxy resin matrix is present, in order to improve the bond strength between the post and the resin cement, many surface pretreatment procedures for posts have been investigated that involve the use of mechanical or chemical agents. Chemical treatment is aimed at roughening the post surface, thus enhancing the mechanical interlocking between post and resin cement. In some recent studies^{3,4,20,21}, post surface pre-treatment with hydrogen peroxide has been shown to significantly increase the bond strength between fiber posts and flowable materials used for core build-up³⁰.

The present study was aimed at evaluating the influence of post-surface treatment with hydrogen peroxide and alcohol, on the micro tensile bond strength between UDMA glass fiber posts and various resin cements. The changes in post-surface characteristics following the different pre-treatments were also observed using scanning electron microscopy (S.E.M).

The hypothesis was that there were differences in the retentive force between UDMA glass fiber posts when three different surface treatment were used with the application of the resin cement agent.

Material and Methods:

Sixty fiber posts (DT Logipost – Synca/Canada) with a maximum diameter of 1.5mm and 20mm length were used in this study. The posts are composed of longitudinal oriented fibers covered with UDMA resin. The three different superficial chemical treatments include: silane agent (control group); 96% alcohol and silane agent (group 2); 24% hydrogen peroxide and silane agent (group 3).

The surface treatment for the control group consisted of only one application of a single layer of Silane (Silane Component – Bisco/USA) for 60 seconds followed by gentle air drying for the equivalent time.

The surface treatment for group two consisted of three successive steps: (1) immersion of the post in a 96% alcohol solution for 10 minutes, (2) extensive rinsing with tap water for 1 minute and (3) application of a single layer of Silane (Silane Component – Bisco/USA) for 60 seconds followed by gentle air drying for the equivalent time.

For group three, the treatment followed three successive steps, as well: (1) immersion of the post in a 24% Hydrogen Peroxide solution for 10 minutes, (2) extensive rising with tap water for 1 minute and (3) application of a single layer of Silane

(Silane Component – Bisco/USA) for 60 seconds followed by gentle air drying for the equivalent time.

Subsequently, the core build-up process was performed using four different resin cements: Unicem (3MESPE, MN, USA), Biscem (Bisco, IL, USA), NAC-100 (Kuraray, Japan) and DuoLink (Bisco, IL, USA).

For the groups using the conventional resin cement, Duo-Link (BISCO, Schaumburg, IL, USA), the base and catalyst components were mixed according to the manufacturer's instructions. In the other groups, self-adhesive resin cements were used. Unicem (3MESPE, St. Paul, MN, USA), consists of a special capsule containing a powder and a liquid. Directly prior to application, a membrane which separates powder and liquid, has to be broken by inserting the capsule into an activator device and pressing down the activator level for 2 seconds. Subsequently, the activated capsule has to be inserted into a mixing unit for 15 seconds. The resin can then be dispensed by inserting the capsule into an applicator device. Biscem (Bisco, Illinois, USA) and NAC-100 (Kuraray, Tokyo, Japan) are available in a syringe containing a catalyst and base paste. Prior to application, the pastes are mingled using a mixing cannula belonging to the system, to ensure that a homogeneous material is obtained with an adequate and constant mixture ratio (1:1).

Each fiber post was positioned perpendicularly in a central part of a square shaped cavity made in a silicon matrix. The matrix was subsequently filled completely with resin cement. The excess resin was removed, a glass plaque was placed onto the matrix and light-curing was performed through the square area for 40 seconds with a

halogen light (Spectrum 800 Light Cure Unit – Dentsply DeTrey, Germany) with an output of $600\text{mW}/\text{cm}^2$. This resulted in a block of resin cement (10x10mm) whereby the post was held in the central portion and approximately 1.5mm of thickness. Using sandpaper, the specimens were worn down until they reached a 1.0 mm of thickness. The final thickness of each specimen was measured using a digital caliper.

After storing the specimens in distilled water for 24 hours, each block was fixed with wax onto acrylic blocks and mounted on the holding device of a slow-speed diamond saw (Isomet Buehler, USA) to be serially sectioned to obtain 5 sticks with dimensions of 1x1x6mm (**Fig 1**). Each stick was attached to the grips of a special device designed for the micro tensile bond strength test using cyanoacrylate glue (Zapit, Corona, USA) and stressed to failure with a μTBS testing machine (BISCO, USA) (**Fig 2**). Interfacial strength was calculated using the formula: $\text{XMpa} = \text{X in Kgf}/0.01 \times 0.0981$ ($0.1\text{ mm} \times 0.1\text{ mm} = 0.01\text{ cm}^2$).

Averages and standard deviations were calculated, and the data was analyzed by an analysis of variance (ANOVA) test using a factorial design where post surface treatment and resin cement acted as the independent variables. Multiple comparisons of means were performed by the Post Hoc statistical test.

Results:

The data statistical analysis was performed using the SPSS 15.0 software. The means and standard deviation of the bond strengths for the five experimental and control groups are shown in **Table 1**. The one-way ANOVA is shown in **Table 2**.

Statistical analysis revealed that no significant differences among post surface treatments ($p > .005$) was observed. Statistical difference was observed with the resin cements ($p < .001$) and the interaction between surface treatment/resin cement ($p < .001$).

Regarding the resin cements used in this experiment, Tukey test revealed that the resin cements Unicem were significantly higher ($p < .001$) than resin cements II, III and IV. The resin cement II showed the lowest values compared with the groups I and IV, however, with no statistical difference with resin cement III. The resin cement DuoLink (Bisco) and Experimental (Kuraray), demonstrated values with no statistical difference ($p < .05$) (**Table 3**).

Concerning the interaction resin cement/surface treatment, the statistical analysis revealed that the interaction of Group 3/resin cement IV showed the higher bond strength values, however, with no statistical difference when compared with the other self-adhesive resin cement groups (**Table 4**).

SEM analysis

In each group, two posts were randomly selected for SEM examination of the superficial aspect of the post following surface pre-treatment. In each group, the posts

were observed longitudinally. Each post was mounted on a metallic stub, platinum-sputtered (Polaron SL 515) and observed under a scanning electron microscope (Hitachi S2500) at different magnifications (500X and 1000X).

Pre-treatment with Alcohol 96% 10 min or 24% H₂O₂–10 min were comparable in their low efficacy in modifying the fiber post surface. Both groups created only a small rough surface along the entire post lengths. The exposed glass fibres were not damaged or fractured by the oxidative action of H₂O₂. Longitudinal views of both groups revealed surface dissolution of the UDMA resin matrix to a small, exposing approximately a few layers of glass fibers for micromechanical retention (**Figs. 3-6**). The underlying UDMA resin remained intact and exhibited no signs of cracking or damage.

Discussion

The bond strengths of different resin cement to UDMA glass fibre posts were not affected by the type of post surface pretreatment. Moreover, SEM revealed that the post pretreatments under investigation had only a small impact on post surface characteristics. Thus, the null hypotheses tested in this study can be rejected.

Posts have been used in several clinical situations when the tooth remaining is deteriorated or weak^{15,27,32}. One common problem is the fact that the adhesion between the post and the resin cements has to be strong enough to support the mechanical load^{3,4,20}. Due to these results, many researches have tried to find methods to improve the adhesion between the post surface and the resin material used in the cementation procedures^{3,19,24, 29,30}.

One simple method was demonstrated by Monticelli et al.²² to improve this adhesion. It consisted of the use of 24% Hydrogen Peroxide in the post surface, which would be applied for 10 minutes. Conversely, the fiber post manufacturer indicated that an alcohol solution should be used before the resin cement application. In both cases, the use of a silane compound is indicated to increase the bond strength between the cement and the exposed fibers.

Some authors^{19,22} explain that the coupling action of the silane involves the formation of covalent bonds from the reaction of the organo-functional group and the hydrolyzed alkoxy groups, respectively, with the resin matrix and the mineral substrate (glass or silica) of the composite material. Furthermore, with the removal of the superficial layer of epoxy resin via chemical treatment, additional exposed glass fibers, in terms of surface area, are available for reacting with the silane molecules. The increased chemical union between the silanised glass fibers and the methacrylate-based resin material would significantly improve the interfacial bond strength²⁹.

Different from the epoxy resin which exhibit a high degree of conversion and highly cross-linked structures inside the polymer structure, the UDMA resin can not be well affect by these agents that have the main purpose with etching activity by oxidizing the substrates and breaking the epoxy bonds. Although this may increase the surface area and facilitate the penetration of the composite into the microretention of the etched post surface in regular glass fiber posts with epoxy resin, this phenomenon usually is different when UDMA resin is present in the structure. Moreover, the possibly reason why we found a good adhesion between the post and the resin cements is due to the fact that the UDMA resin matrix has more chemical affinity with the resin cement

compared with the epoxy resin. At the same time, SEM investigation illustrated that the pattern of dissolution in the post surface is almost the same when alcohol solution or Hydrogen Peroxide is used over the UDMA resin.

Although numerous authors have reported different techniques to etch the post surface, some examples include using more aggressive etching procedures, such as hydrofluoric acid or an air blasting technique, or using zirconia or silica oxide^{3,30}. However, these techniques considerably affect the integrity of the fiber post, and microscopic analysis has revealed an uneven removal of the resin matrix and extensive damage to the quartz fibers. Monticelli et al.²² suggested that H₂O₂, on the contrary, is a considerably milder technique, as the exposed quartz fibers remain smooth and leave the underlying epoxy resin matrix intact after the etching procedures.

Two different resin cement materials were evaluated in this study: regular resin cement, which is commonly employed for this purpose and three self-adhesive resin cements. Although it has been reported that resin cements have good mechanical properties and adaptation to the post surface¹², it can be seen from the interfacial strength results that the three self-adhesive resin cements investigated did not differ significantly from the regular resin cements. Interestingly, the self-adhesive resin cements groups benefited the least from post surface pre-treatment with hydrogen peroxide or alcohol. Contradictory with previous statements by other authors^{1,2} that speculated their etching capabilities, the self-adhesive resin cements were supposed to be able to penetrate optimally within the post surface irregularities, taking the greatest advantage of the increase in surface area available for bonding following the post

surface treatment. However, in the control group, more UDMA resin matrix are available in the post surface which can be better bonded with the resin cement layer.

In the present study, differences in bond strength between the investigated post surface treatments might be explained by the diverse composition and properties of post resin matrix. These findings are not supported by other studies that reveal higher bond strength to a post surface treated with different chemical solutions. Nevertheless, further in vitro studies focusing on the effect of UDMA glass fiber post surface treatment should be initiated.

Conclusions

Surface treatment of posts with hydrogen peroxide or alcohol and silane application have not shown significantly enhances the interfacial bond strength between UDMA fibre posts and resin cements. The bond strength was significantly affected by the type of resin cement used and the interaction resin cement/post surface treatment.

Acknowledgements:

This study was partially supported by CAPES (Brazil) grants nº 3092-05-4/2006. The materials investigated in this experiment were generous gifts from Bisco (USA), 3MESPE (USA), Kuraray (Japan) and Synca (Canada). The authors are grateful to Dr. Mohamed Zahran for statistical support. We thank Mr. Robert Cherneck and Mr. Jian Wang of the S.E.M unit, the University of Toronto faculty of Dentistry, for technical assistance.

References

42. Abo-Hamar IF, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Frieldl KH, Schmalz G (2005). Bond strength of the universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Invest 9, 161-167.
43. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J (2006). Mechanical properties and bond strength of dual-cures resin composites to root channel dentin. Dent Mater, Feb 20 (Epub ahead of print).
44. Artopoulou II, O'Keefe KL, Powers JM(2006). Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. J Prosthodont. May-Jun;15(3):172-9.
45. Balbosh A, Kern M (2006). Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. J Prosthet Dent. Mar;95(3):218-23.
46. Bitter K, Meyer-Luckel H, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM (2006). Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. Am J Dent. Jun;19(3):138-42.
47. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM (2006). In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. Journal of Prosthetic Dentistry. 95:302-10.
48. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH (2003). Microtensile bond strength between adhesive cements and root channel dentin. Dent Mater 19, 199-205.
49. Braga NMA, Paulino SM, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Vansan LP (2006). Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. Journal of Oral Science. 48(1):15-20.

50. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NRFA, Pashley DH (2004). Adhesive permeability affects coupling of resin cements that uses self-etching primers to dentin. *J Dent*, 32, 55-65.
51. Ferrari M, Vich A, Grandini S, Goracci C (2001). Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: An SEM investigation. *The International Journal of Prosthodontics*. **14**(6): 543-9.
52. Foxton RM, Nakajima M, Miura JTH (2005). Adhesion to root dentine using one and two-step adhesive with dual-cures composite colors materials. *J Oral Rehab* 32, 97-104.
53. Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer AND (2005). Chemical analysis and bonding reaction of Rely X Unicem and Bifix composites-the comparative study. *Dent Mat*, Jan 15 (Epub ahead of print).
54. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Giuliani V (2004). Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *Journal of Dentistry*. **32**:629-34.
55. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli THE, Monticelli F, Raffaelli THE, Cardoso PC, Ferrari M (2004). The adhesion between fiber posts and root channel walls: comparison between microtensile strength measurements. *Eur J Oral Sci*, 112, 353-361.
56. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M (2005). Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont*. Sep-Oct; **18**(5):399-404.

57. Kalkan M, Usumez A, Ozturk N, Belli S, Eskitascioglu G (2006). Bond strength between root dentin and three glass-fiber post system. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **96**:41-6.
58. Mallmann THE, Jacques LB, Valandro LF, Mathias P, Muench THE (2005). Microtensile Bond Strength of Ligth - and Self-cured Adhesive Systems to Intraradicular Dentin Using Translucent Fiber Post. *Oper Dent* 30(4), 500-506.
59. Monticelli F, Osorio R, Albaladejo THE, Aguilera FS, Ferrari M, Tay FR, Toledano M (2005). Effects of Adhesive Systems and Luting Agents on Bonding of Fiber Posts to Root Canal Dentin. *J Biomed Mater Rê*s, 77(B), Part B: Appl Biomater, 195-200.
60. Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Goracci C, Tay FR, Ferrari M (2006). Improving the quality of the quartz fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. *J Oral Endodon*, 32 (5), 447-451.
61. Monticelli F, Toledano M, Osorio R, Ferrari M (2005). Effect of temperature on the silane coupling agents when bonding colors resin to quartz fiber posts. *Dent Mater*, Dec 16 (Epub ahead of print).
62. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Cury AH, Goracci C, Ferrari M (2005). Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent Mater*, Nov 11 (Epub ahead of print).
63. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M (2006). A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *Journal of Endodontic*. **32**:44-7.

64. Panty NMA, Paulino SM, Alfredo AND, Sousa-Neto MD, Vansan LP (2006). Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. J Oral Sci, 48(1), 15-20.
65. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, Prati C (2005). Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? Journal of Endodontic. Dec; **12**(4):891-4.
66. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PEC, Ferrari M (2006). Bond strength performance of different resin composites used colors them materials around fiber post. Dent Mat, Jan 21 (Epub ahead of print).
67. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K (2004). Retention and failure morphology of prefabricated posts. Int J Prosthodont. May-Jun; **17**(3):307-12.
68. Schmitter M, Huy C, Ohlmann B, Gabbert O, Gilde H, Rammelsberg P (2006). Fracture resistance of upper and lower incisors restored with glass fiber reinforced posts. J Endod. Apr; **32**(4):328-30. Epub 2006 Feb 7.
69. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH (2005). Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: A theoretical modeling approach. Journal of Endodontics. **8**:584-89.
70. Valandro LF, Yoshiga S, de Melo RM, Galhano GA, Mallmann A, Marinho CP, Bottino MA (2006). Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. J Adhes Dent. Apr; **8**(2):105-11.
71. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M (2006). The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of

microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts.
International Endodontic Journal. **39**: 31-9.

72. Without D, Akgungor G (2005). Shear Bond Strengths of Two Composite Colors Materials After Using All-in-One and Single-Bottle Dentin Adhesives. J Prosth, 14(2), 97-103.

73. Zhang XH, Wang XZ (2006). The evaluation of the carbon fiber post system on restoration of teeth defect in children. Chin Med J (Engl). May 20;119(10):809-13.

<i>Treatment</i>	<i>Cement</i>	<i>Mean (SD)</i>
Control	Unicem	12,49 (1,20)
	Biscem	8,14 (0,83)
	Experimental	10,41 (0,70)
	DuoLink	6,67 (0,89)
Alcohol	Unicem	10,37 (3,70)
	Biscem	9,88 (1,12)
	Experimental	10,26 (1,44)
	DuoLink	9,78 (1,28)
H2O2	Unicem	12,92 (1,58)
	Biscem	7,09 (0,97)
	Experimental	8,25 (1,31)
	DuoLink	13.90 (2.09)

Table 1: Mean and standard deviation of the post-core bond strength calculated for all experimental groups.

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Corrected Model	282,474(a)	11	25,679	9,699	,000
Intercept	6021,319	1	6021,319	2274,230	,000
Cement	97,832	3	32,611	12,317	,000
Treatment	12,477	2	6,239	2,356	,106
Cement * Treat	172,165	6	28,694	10,838	,000
Error	127,086	48	2,648		
Total	6430,880	60			
Corrected Total	409,561	59			

Table 2: One-way ANOVA.

(I) Cement	(J) Cement	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Unicem	Biscem	3,5597(*)	,59415	,000
	Experimental	2,2888(*)	,59415	,002
	Duolink	1,8138(*)	,59415	,019
Biscem	Unicem	-3,5597(*)	,59415	,000
	Experimental	-1,2708	,59415	,156
	Duolink	-1,7458(*)	,59415	,025
Experimental	Unicem	-2,2888(*)	,59415	,002
	Biscem	1,2708	,59415	,156
	Duolink	-,4750	,59415	,854
Duolink	Unicem	-1,8138(*)	,59415	,019
	Biscem	1,7458(*)	,59415	,025
	Experimental	,4750	,59415	,854

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Table 3: Multiple comparisons between the different resin cements.

cemtret	Subset for alpha = .05			
Duolink (C)	6,6735			
Biscem (H)	7,0945	7,0945		
Biscem (C)	8,1430	8,1430		
Experimental (H)	8,2555	8,2555		
Duolink (A)	9,7805	9,7805	9,7805	
Biscem (A)	9,8835	9,8835	9,8835	
Experimental (A)		10,2610	10,2610	
Unicem (A)		10,3745	10,3745	10,3745
Experimental (C)		10,4170	10,4170	10,4170
Unicem (C)			12,4980	12,4980
Unicem (H)			12,9275	12,9275
Duolink (H)				13,9045
Sig.	,107	,083	,123	,050

Table 4: Multiple comparisons between the different resin cements/post surface treatment.

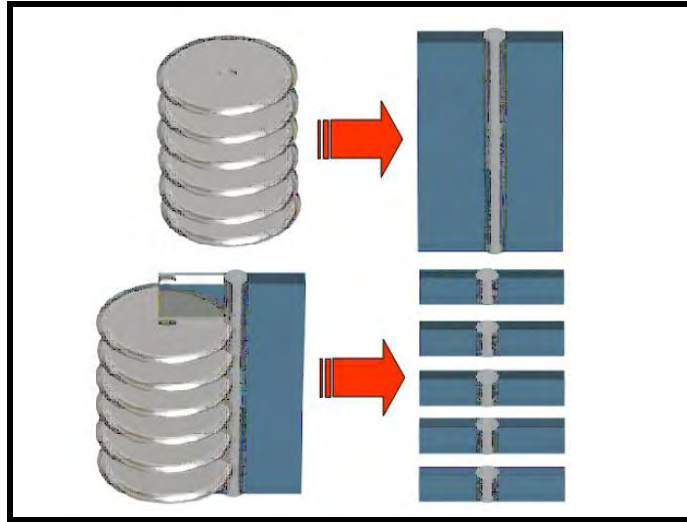


Figure 1: Each block (resin-cement/post) was cutted in serial ticks using a slow-speed diamond saw.

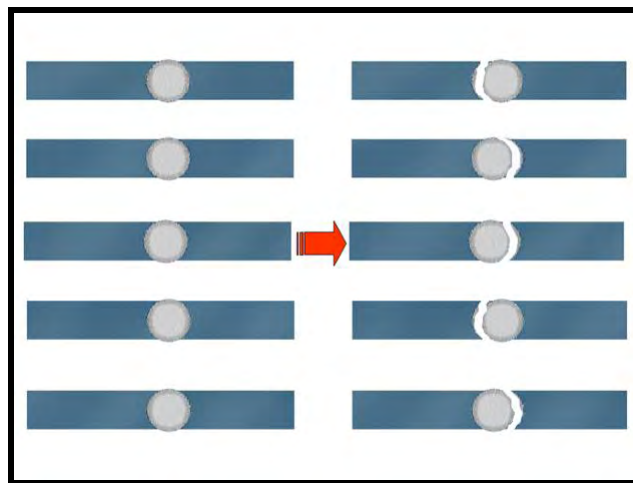


Figure 2: Each stick was stressed to failure with a μ TBS testing machine.

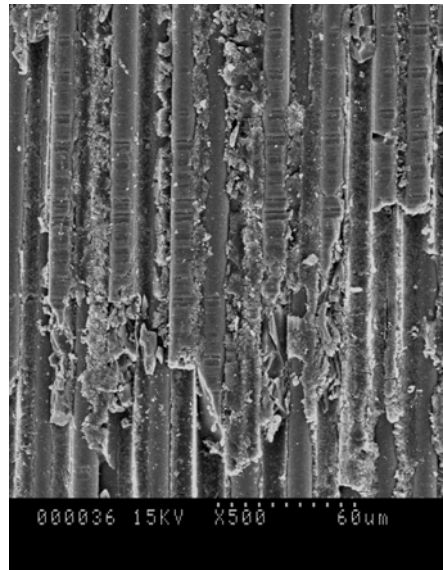


Figure 3: SEM micrographs of the post surface after treatment with Alcohol 96% for 10 minutes (500X).

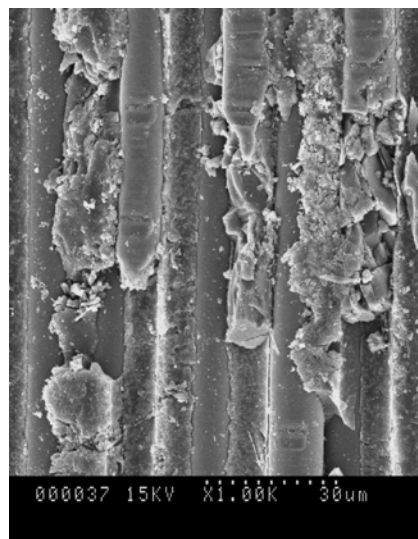


Figure 4: SEM micrographs of the post surface after treatment with Alcohol 96% for 10 minutes (1000X).

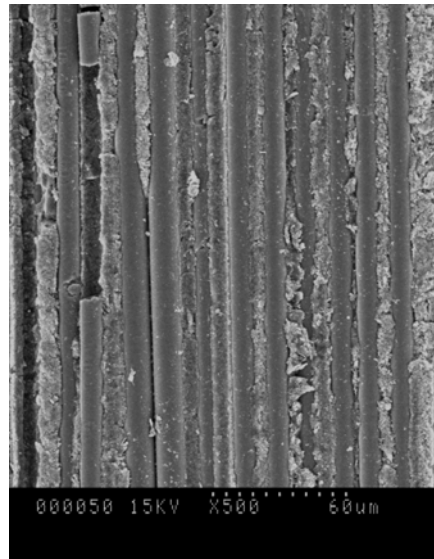


Figure 5: SEM micrographs of the post surface after treatment with H₂O₂ 24% for 10 minutes (500X).

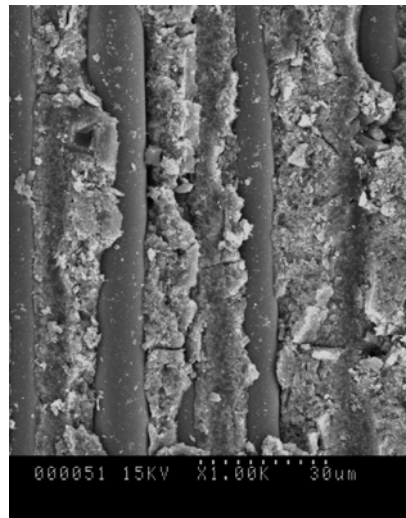


Figure 6: SEM micrographs of the post surface after treatment with H₂O₂ 24% for 10 minutes (1000X).

O retentor intra-radicular é um recurso utilizado para a reabilitação de dentes que, por motivos variados, apresentam grande destruição coronária necessitando da colocação de coroa protética. Este procedimento é largamente difundido e consagrado na prática odontológica para a obtenção da retenção adequada de uma peça protética, aliando-se estabilidade e estética, além da integridade do remanescente radicular⁵⁴.

A falha na adesividade entre o cimento resinoso e a raiz ou entre o pino e o cimento resinoso é uma das falhas mais freqüentes na reabilitação de um elemento dental^{1,5,8,19,29,45}. Aliado a isso, a sensibilidade da técnica adesiva ocasiona pela difícil região de atuação dos sistemas adesivos e dos sistemas de cimentos resinosos, gera um aumento na probabilidade de fracassos clínicos⁴⁸.

Dessa maneira, este estudo buscou avaliar no Artigo 1, a qualidade da união adesiva entre diferentes sistemas resinosos adesivos (convencional e auto-adesivo) e a dentina radicular, em raízes dentais humanas submetidas ao tratamento endodôntico e restauradas por meio da utilização de retentores intra-radiculares como o pino de fibra-de-vidro.

O ensaio de microtração, por meio da utilização da máquina de ensaios específica de microtração ou máquina de ensaio universal, é a metodologia que tem sido utilizada para avaliar a qualidade adesiva em diferentes regiões nos diversos tipos de técnicas restauradoras adesivas^{50,58}, conforme utilizado neste experimento.

Alguns aspectos em relação à metodologia utilizada merecem destaque para seu entendimento. Para realização do teste de microtração, todos os corpos-de-prova foram confeccionados de forma que o remanescente radicular permitisse receber um preparo

protético de 10 mm de comprimento e espessura mínima de 1,5 mm. Tais dimensões estão em acordo com pesquisas existentes na literatura^{15,39,53}.

O espaço protético para receber as contenções radiculares foi realizado seguindo as normas preconizadas por Shillingburg et al.⁵² (1991), que determina que o preparo protético deve ter 2/3 do comprimento do dente, e por ser um procedimento largamente utilizado pelos profissionais de Odontologia. Todas as fases da metodologia foram realizadas por um único operador, que manteve constante todos os procedimentos, variando apenas os tipos de retentores e os tipos de agentes cimentantes utilizados.

Dispositivos especiais de suporte para as raízes foram confeccionados para a padronização da aplicação da força durante o preparo protético, a aplicação do sistema adesivo e sistema cimentante resinoso, cimentação do pino de fibra de vidro no interior da raiz radicular e posterior restauração coronária com resina composta. Esta conduta foi estabelecida para além de padronizar, facilitar o posterior corte em fatias das raízes restauradas na máquina de corte.

O ângulo de incidência e o diâmetro de desgaste lateral em todas as fatias radiculares foram seguidos de acordo com as instruções preconizadas por Bouillaguet et al.⁷ (2003), para a efetivação do teste de microtração somente entre as áreas adesivas dentinárias do preparo protético e o agente cimentante adesivo.

A análise dos resultados em relação à variação do cimento resinoso adesivo, permitiu observar que o tipo de cimento resinoso utilizado não interferiu na resistência adesiva à fratura nos diferentes níveis radiculares. Isso pode ser provavelmente

explicado uma vez que, quando um cimento resinoso adesivo é utilizado com a prévia aplicação de um sistema adesivo (sistema convencional), há uma formação de camada híbrida entre o cimento resinoso e a dentina radicular. De outra maneira, os sistemas de cimentos resinosos que não utilizam adesivos resinosos previamente à sua aplicação (auto-adesivos), promovem sua efetividade adesiva baseada nas ligações químicas covalentes entre estrutura dental livre e agente cimentante, da mesma maneira que os tradicionais cimentos ionoméricos.

Quando comparados os pinos de fibra de vidro flexíveis (EverStick) com os pinos de fibra de vidro convencionais (Ângelus), os resultados evidenciaram que a maior quantidade de resina à base de BIS-GMA presente na superfície dos pinos flexíveis, promoveu uma melhor adesão desses com os sistemas cimentantes resinosos, sendo que nesses pinos, o tratamento superficial com solução química, pode ser evitado economizando passos clínicos. Da mesma maneira, tais conclusões foram comprovadas durante os ensaios mecânicos dos Artigos 2 e 3, que avaliaram a adesividade dos cimentos resinosos (convencionais e auto-adesivos) à superfície dos diferentes pinos de fibra de vidro, variando-se o tratamento superficial nos pinos. Novamente, o pino que continha diferente resina cobrindo as fibras de vidro (resina à base de UDMA), mostrou que o uso de soluções químicas como o Peróxido de Hidrogênio e Álcool, aplicados por determinado tempo previsto na literatura científica^{2,3,34,35,36,37,59,60}, são passos desnecessários em virtude da melhor aderência desse tipo de resina (UDMA) com os monômeros resinosos (BIS-GMA) presentes nos cimentos resinosos.

Perante os resultados obtidos e achados na literatura, o pino de fibra de vidro aparece como uma excelente alternativa em função de propriedades biomecânicas satisfatórias, boa estética, economia de tempo e redução do custo^{11,12,28,30,31,38,41,49,57}, ao contrario dos pinos metálicos fundidos^{41,50}.

Convém observar que mais pesquisas se fazem necessárias para avaliar o comportamento dos diversos sistemas de pinos e suas respectivas propriedades, assim como os sistemas resinosos adesivos disponíveis, propiciando aos profissionais subsídios para solucionar com bom senso cada caso clínico.

Referências

1. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Mechanical properties and bond strength of dual-cures resin composites to root channel dentin. *Dent Mater.* 2006, 15: 87-93.
2. Artopoulou II, O'keefe KL, Powers JM. Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. *J Prosthodont.* 2006, 15:172-9.
3. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent.* 2006, 95: 218-23.
4. Batern G, Ricketts DNJ, Saunders WP. Fiber-based post system: a review. *Braz Dent J.* 2003, 195: 43-8.
5. Bitter K, Meyer-Luckel H, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. *Am J Dent.* 2006; 19: 138-42.
6. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. *J Prostet Dent.* 2006; 95: 302-10.
7. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root channel dentin. *Dent Mater.* 2003; 19:199-205.

8. Braga NMA, Paulino SM, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Vansan LP. Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. *J Oral Sci.* 2006; 48: 15-20.
9. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NRFA, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that uses self-etching primers to dentin. *J Dent.* 2004; 32: 55-65.
10. Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Silverstein I, Lepley J, Ohlen K, et al. Root fracture during of prefabricated posts related to root size. *J Prosthet Dent.* 1985; 53: 786-9.
11. Drummond JL. In vitro evaluation of endodontic posts. *Am J Dent.* 2000; 13 (Suppl Issue): 53-89.
12. Duke ES. New directions for post in restoring endodontically treated teeth. *Compend Contin Educ Dent.* 2002; 23: 116-22.
13. Ferrari M, Vich A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: An SEM investigation. *Int J Prosthodont.* 2001; 14: 543-9.
14. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structured characteristics of the substrate. *J Am Dent Assoc.* 2000; 13: 255-60.
15. Fokkinga WA, Kreulen CM, Le Bell-Ronnlof AM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. *J Oral Sci.* 2006; 114: 250-6.

16. Foxton RM, Nakajima M, Miura JTH. Adhesion to root dentine using one and two-step adhesive with dual-cures composite colors materials. J Oral Rehabil. 2005; 32: 97-104.
17. Gallo JR, Miller T, Xu, X, Burgess JO. "In vitro" evaluation of the retention of composite fiber and stainless steel post. J Prosthodont. 2002; 11: 25-9.
18. Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of Rely X Unicem and Bifix composites-the comparative study. Dent Mater. 2005; 4: 67-75.
19. Giachetti I, Russo DS, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. J Dent. 2004; 32: 629-34.
20. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli A, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root channel walls: comparison between microtensile strength measurements. Eur J Oral Sci. 2004; 112: 353-61.
21. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. Int J Prosthodont. 2005; 18: 399-404.
22. Grieznis I, Apse P, Soboleva U. The effect of 2 different diameter cast post on tooth root fracture resistance in vitro. Stoma. 2006; 8: 30-2.
23. Guimarães CS, Ribeiro SC, Biffi, JCG, Mota AS. Análise comparativa da retenção de pinos intra-radiculares pré-fabricados e fixos com diferentes agentes de cimentação. RPG: Rev Pós-Grad. 1999; 6: 354-60.

24. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic consideration in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1992; 64: 39-44.
25. Glesia-Puig MA, Arellano-Cabornero A. Fiber-reinforced post and core adapted to a previous metal ceramic crown. J Prosthet Dent. 2004; 9: 191-4.
26. Johnson JK, Sakumura JS. Dowel form and tensile force. J Prosthet Dent. 1978; 18: 319-27.
27. Kalkan M, Usumez A, Ozturk N, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post system. J Prosthet Dent. 2006; 96: 41-6.
28. Lassila IVJ, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. Dent Mater. 2004; 20: 29-36.
29. Mallmann A, Jacques IB, Valandro IF, Mathias P, Muench A. Microtensile Bond Strength of Ligth - and Self-cured Adhesive Systems to Intraradicular Dentin Using Translucent Fiber Post. Oper Dent. 2005; 30: 500-6.
30. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber post. J Endod. 2001; 27: 758-61.
31. Martelli R. Fourth-generation intraradicular post for the aesthetic restoration of anterior teeth. Pract. Periodontics Aesthet. Dent. 2000; 12: 579-84.
32. Meyenberg KH, Luthy H, Scharer P. Zirconia Post: a new ceramic concept for nonvital abutment teeth. J Esthet Dent. 1995; 7: 73-80.
33. Monticelli F, Toledano M, Osorio R, Ferrari M. Effect of temperature on the silane coupling agents when bonding colors resin to quartz fiber posts. Dent Mater. 2005; 32: 15-23.

34. Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Goracci C, Tay FR, et al. Improving the quality of the quartz fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. *J Oral Endod.* 2006; 32: 447-51.
35. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Cury AH, Goracci C, FERRARI M. Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent Mater.* 2005; 33: 41-9.
36. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *J Endod.* 2006; 32: 44-7.
37. Monticelli F, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Ferrari M, Tay FR, et al. Effects of Adhesive Systems and Luting Agents on Bonding of Fiber Posts to Root Canal Dentin. *J Biomed Mater Res.* 2005; 77B: 195-200
38. Narva KK, Lassila IVJ, Vallittu PK. Fatigue resistance and stiffness of glass fiber-reinforced urethane dimethacrylate composite. *J Prosthet Dent.* 2004; 91: 158-63.
39. Ng CCH, Dumbrigue HB, Al-Bayat MI, Griggs JA, Wakefield CW. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2006; 95: 290-6.
40. Ourique SAM. Cimento resinoso e compósito reforçados por fibras cerâmicas flexíveis em núcleo intra-canal. *JBC: Jornal Brasileiro de Clínica Odontológica Integrada.* 2001; 5: 223-7.
41. Pegoretti A, Fambri I, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials.* 2002; 23: 2667-82.

42. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, et al. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? J Endod. 2005; 12: 891-4.
43. Qualtrough AJ, Chandler NP. Effect of thermocycling on the retention of glass-fiber root canal post. Quintessence Int. 2003; 34: 366-9.
44. Raygot CG. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system in vitro. Int. J. Prosthodont. 2001; 14: 141-5.
45. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PEC, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used colors them materials around fiber post. Dent Mater. 2006; 5: 6-12.
46. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. Int J Prosthodont. 2004; 17: 307-12.
47. Schmitter M, Huy C, Ohlmann B, Gabbert O, Gilde H, Rammelsberg P. Fracture resistance of upper and lower incisors restored with glass fiber reinforced post. J Endod. 2006; 32: 328-30.
48. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. J Endod. 2004; 30: 289-301.
49. Scotti R, Ferrari M. Pinos de fibra – considerações teóricas e aplicações clínicas. São Paulo: Artes Médicas; 2003.

50. Seefeld F, Wenz HJ, Ludwig K, Kern M. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber reinforced post systems. *Dent Mater.* 2007; 23: 265-71.
51. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2004; 97: 381-7.
52. Shillenburg HT, Hobo S, Whitsett ID. *Fundamentos de prótese fixa.* Rio de Janeiro: Quintessence; 1991.
53. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent.* 1984; 52: 28-35.
54. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of Endodontic Dowels: Effects of cement, dowel length, diameter and design. *J Prosthet Dent.* 1978; 39: 401-5.
55. Standlee, JP, Caputo AA, Collard EW, Pollack MH. Analysis of stress distribution by endodontic posts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 33: 952-60.
56. Stern N, Hirshfield Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J Prosthet Dent.* 1973; 30: 162-5.
57. Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update.* 2001; 28: 326-36.
58. Teixeira EC, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY. An in vitro assessment of prefabricated fiber post system. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 1006-12.
59. Valandro LF, Yoshiga S, De Melo RM, Galhano GA, Mallmann A, Marinho CP, et al. Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. *J Adhes Dent.* 2006; 8: 105-11.

60. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J*. 2006; 39: 31-9.
61. Yang HS, Lang IA, Molina A, Felton DA. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. *J Prosthet Dent*. 2001; 85: 558-67.