UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

CARLOS AUGUSTO RAMOS DE CARVALHO

Efeito da técnica úmida simplificada de adesão com etanol na cimentação intraradicular de pinos de fibra

BAURU
2011

CARLOS AUGUSTO RAMOS DE CARVALHO

Efeito da técnica úmida simplificada de adesão com etanol na cimentação intraradicular de pinos de fibra

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de doutor em Odontologia.

Área de concentração: Dentística
Orientador: Profª Drª Maria Fidela de Lima Navarro

Versão Corrigida

BAURU
2011

Carvalho, Carlos Augusto Ramos de
C253e Efeito da técnica úmida simplificada de adesão com etanol na cimentação intraradicular de pinos de fibra / Carlos Augusto Ramos de Carvalho. -- Bauru, 2011.
82 p.: il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Profª Drª Maria Fidela de Lima Navarro

Nota: A versão original desta tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da Universitá di Siena
Data: 30 nov. 2009

(Cole a cópia de sua folha de aprovação aqui)

Dedicatória

Dedicatória

Aos meus amados pais, ***José Augusto de Carvalho Filho*** *e* ***Maria Auxiliadora Ramos de Carvalho****.*

O meu eterno amor a vocês pela incondicional confiança em mim e por compreenderem a minha ausência enquanto busco meu objetivo.

Ao meu irmão, ***Luiz Fernando Ramos de Carvalho****,*

amigo e cúmplice de toda minha vida.

À minha noiva, ***Fernanda Said****,*

você me ensinou que para a vida ter sentido é preciso amar.

À minha cunhada, ***Lorena Pimenta Salgado****,*

adoro muito você.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos

A **Deus**: Por tornar possível de ser concretizada essa etapa.

À minha orientadora ***Profª Drª Maria Fidela de Lima Navarro,***

pela confiança a mim creditada desde o primeiro dia. O apoio da senhora foi fundamental para que eu superasse as dificuldades. A sua competente orientação, não só me amadureceu cientificamente como também gerou um imensurável crescimento pessoal.

Dedico à senhora a minha gratidão e fidelidade.

Muito obrigado!

Ao ***Prof. Dr. Marco Ferrari,***

eu devo todo meu respeito e admiração.

Prof. Dr. Marco Ferrari, devo tutto il mio rispetto e ammirazione.

Ao ***Prof. Dr. Lorenzo Breschi,***

não existem palavras para expressar minha gratidão por toda ajuda durante a elaboração da minha tese de doutorado. A ajuda do senhor foi primordial para que tudo acontecesse.

Prof. Dott. Lorenzo Breschi, non ci sono parole per esprimere la mia gratitudine per tutto l'aiuto durante la preparazione della mia tesi di dottorato. L'aiuto del Signore è stata fondamentale per tutto ciò che è successo.

À Universidade de São Paulo, por meio do magnífico reitor, ***Prof. Dr. João Grandino Rodas.***

À Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, representada por seu diretor **Prof. Dr. José Carlos Pereira**, e vice- diretora **Profª Drª Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado**.

Ao ***Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho,***

pela sua disposição constante em me ensinar e por sempre acreditar em mim. Sempre impulsionando, questionando e me fazendo ir atrás do novo. O senhor é meu exemplo de pesquisador e orientador.
Muito obrigado!

À ***CAPES,***

pela concessão da bolsa de doutorado que me auxiliou durante este período.

À ***3M-Espe,***

pela ajuda nas ilustrações.

À ***PRPG (Pró-Reitoria de Pós-Graduação)*** *e ao* ***PROAP (Programa de Apoio à Pós-Graduação),***

pelo auxílio financeiro que facilitou as participações em congressos internacionais, de modo a permitir que meus estudos fossem apresentados para grandes pesquisadores ao redor do mundo.

*A **Profª Drª Márcia Cançado Figueiredo**,*

por mudar o rumo da minha vida. Muito obrigado!

*Ao **Eduardo Abrantes Valério** e a toda sua família,*

muito obrigado por me receber com tanto carinho, você é meu amigo de coração.

*À **Cleuza** pelo grande carinho comigo.*

*Ao **Prof. Dr. Cesar Antunes** e ao **Prof. Dr. Paulo Francisconi,***

por me acolherem no Laboratório de Materiais Dentários.

Ao Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários da FOB-USP,

representado pelo **Prof. Dr. Eduardo Batista Franco**, fazendo-se membro junto aos professores doutores: **Carlos Eduardo Francischone, José Carlos Pereira, José Mondelli, Linda Wang, Maria Teresa Atta, Rafael Francisco Lia Mondelli** e **Sérgio Kiyoshi Ishikiriama**.

e aos funcionários

Angela Maria Amantini

Benedito Bueno de Moura

Clélia Rita C. Capossi dos Santos

Elisabeth dos Santos Cariani

Zuleica Valderes Roberto

RESUMO

RESUMO

Este estudo avaliou a resistência ao deslocamento vertical “push-out” de pinos de fibra de vidro cimentados à dentina intra-radicular utilizando uma resina fluida padrão como agente cimentante em combinação com um adesivo dentinário experimental e um adesivo disponível comercialmente. 20 pré-molares unirradiculares humanos foram previamente extraídos e tratados endodonticamente. Os espécimes foram divididos em quatro estratégias de união a dentina: Grupo 1 com adesivo experimental com etanol na proporção em volume 1:1 (resina/etanol) e Grupo 2 com adesivo experimental com etanol na proporção em volume 1:2(resina/etanol); adesivos experimentais aplicados de acordo com a técnica úmida de adesão simplificada com etanol, Grupo 3: One-Step Plus aplicado de acordo com a técnica úmida de adesão simplificada com etanol; Grupo 4: One-Step Plus aplicado seguindo as instruções do fabricante. Os espécimes foram seccionados em fatias de 1 mm de espessura e apos o teste “push-out” foi realizado. Espécimes representativos foram selecionados para exame ultra-estrutural. Não houve diferença estatística na resistência ao deslocamento “push-out” entre as estratégias testadas de adesão ($p > 0,05$). O padrão predominante de fratura foi entre os pinos de fibra e o agente cimentante. A partir deste estudo devemos considerar como promissora a técnica com etanol utilizada na cimentação de pinos no canal radicular devido aos possíveis benefícios das resinas altamente hidrófobas. Mais estudos são necessários para validar o uso da técnica úmida de adesão simplificada com etanol quando cimentados pinos de fibra.

Palavras-chave: Pino de fibra de vidro. Teste de “push-out”. Agentes de união a dentina.

Abstract

ABSTRACT

Push-out bond strength and SEM evaluation of new bonding approach into the root canal

This study evaluated the push-out bond strength of glass fiber posts adhesively bonded to intraradicular dentin using a standard unfilled resin as luting agent in combination with an experimental and a commercially available adhesive. Twenty extracted single-rooted human teeth were endodontically treated. Specimens were assigned to 4 dentin bonding strategies: Group 1 (co-monomers to ethanol on ratio 1:1) and Group 2 (co-monomers to ethanol on ratio 1:2): Experimental adhesives applied in accordance with the simplified ethanol-wet bonding technique; Group 3: One-Step Plus (OSP) applied in accordance with the simplified ethanol-wet bonding technique; Group 4: OSP applied following manufacturer's instructions. Bonded specimens were sectioned in 1-mm-thick slices and the push-out test was performed. Representative specimens were selected for ultrastructural examination. No statistical differences in push-out bond strength were found among the tested bonding strategies ($p>0.05$). The major failure pattern was between the post and the luting cement. From this study the ethanol technique should be considered as a promising approach in the luting of fiber posts into the root canal due to the possible benefits of highly hydrophobic resins. Further studies are needed to validate the use of the ethanol-wet bonding technique when luting a fiber post.

Key words: Fiber-post. Luting cement. Push-out test. Dentin bonding agents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - (A) Remoção da guta-percha respeitando o limite de 4mm de selamento apical. (B) Retifição do espaço radicular com uma broca padronizada especifica para o tamanho e forma do pino de fibra a ser utilizado. (C) Atenção para a correta inserção do pino cônico. (D) Corte em alta rotação do excesso coronal do pino de fibra refrigerado pelo spray de água/ar. (E) Os pinos foram limpos com uma solução de etanol e removido os excessos com papel absorvente. 39

Figura 2 - Esquema para os grupos 1;2;3;4. (A) Condicionamento com ácido fosfórico a 32% por 15s. (B) Remoção do ácido com jato de água/ar pelo tempo equivalente ou superior ao tempo de condicionamento. (C) Somente nos grupos 1; 2 e 3 os canais foram preenchidos com etanol a 99,6% pelo tempo de 30s. (D) Em todos os grupos, os canais foram levemente secos inicialmente com jatos de ar e após foram utilizados cones de papel absorvente para certificar a remoção do excesso de liquido da porção mais apical, com o devido cuidado para manter o aspecto úmido da dentina. 43

Figura 3 - Esquema para os grupos 1;2;3;4. (A) Aplicação da mistura adesiva especifica para cada grupo avaliado neste estudo, houve cuidado para evitar a aplicação de uma quantidade excessiva de adesivo dentro do canal radicular. (B) A fotopolimerização foi efetuada com a ponta do aparelho fotopolimerizador o mais próximo possível da embocadura do conduto radicular, assim assegurando a mais eficaz polimerização do adesivo. 45

Figura 4 - (A) O material de cimentação foi inserido com o auxilio de uma ponta plástica descartável. (B) O pino de fibra de vidro foi inserido no canal radicular com uma suave pressão digital. (C) A ponta do fotopolimerizador foi posicionada em contato com a parte mais superior do pino de fibra. (D) Para garantir o selamento durante o tempo de armazenagem foi confeccionado um corpo de cimento ionomerico utilizando um molde pré-fabricado. 47

Figura 5 - (A) Seccionamento em planos seriais paralelos de 1mm de espessura seguindo o longo comprimento do dente (B) as fatias são retiradas com o auxilio de uma pinça e imediatamente são marcadas as superfícies do lado apical com um tinta azul permanente. (C) Foto em detalhe do conjunto: raiz, pino e linha do agente cimentante. 49

Figura 6 - Foto aproximada demonstrando a precisão do tamanho do pino metálico para o diâmetro do pino de fibra, assegurando assim que o estresse fosse localizado somente na zona de adesão. 51

Figura 7 - (A) Esquema demonstrando a forma cônica do pino de fibra de vidro. (B) por devido a esta conformação são necessárias três medições. 53

Figura 8 - As imagens do MEV (ampliação de 500x, barra 50 µm) de um espécime representativo de cada grupo após o teste de “push-out”: (A) Grupo Experimental 1, e (B) Grupo Experimental 2, exibiram uma camada híbrida com evidentes marcas de infiltração de resina; (C) OSP/etanol/agente cimentante resultou na formação de “tags” de resina curtos e discretos; (D), OSP como o grupo controle utilizando a técnica convencional de adesão úmida demonstrou a formação de “tags” de resina longos, profundos e compactos dentro da dentina infiltrada. 61

LISTA DE TABELAS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química e modo de aplicação dos materiais utilizados no estudo 41

Tabela 2 - Valores em medianas do teste “push-out” 59

Sumário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19

***2* REVISÃO DE LITERATURA 23**
2.1 ADESÃO NO CANAL RADICULAR 25

3 PROPOSIÇÃO 31

4 MATERIAL E MÉTODOS 35
4.1 SELEÇÃO DOS DENTES 37
4.2 INSTRUMENTAÇÃO DOS CANAIS 37
4.3 PREPARAÇÃO DAS RAÍZES PARA CIMENTAÇÃO DO PINO DE FIBRA 38
4.4 PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE “PUSH-OUT” 49
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA 53
4.6 PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA SOB MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA 55

5 RESULTADOS 57
5.1 RESULTADOS DO TESTE DE “PUSH-OUT” 59
5.2 AVALIAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA 61

6 DISCUSSÃO 63

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 69

REFERÊNCIAS 73

ANEXOS 79

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

O processo de formação da camada híbrida em dentina envolve a união e penetração de monômeros resinosos em uma delicada camada de fibrilas de colágeno sem suporte, expostas pelo agente condicionante (geralmente o ácido fosfórico a 35-37%). Depois da lavagem com água, para inativar e remover o agente ácido condicionador, o sistema adesivo impregna o substrato de acordo com a técnica de adesão escolhida. As fibrilas de colágeno devem permanecer úmidas para evitar a retração excessiva devido à desidratação, o que pode prejudicar a infiltração e impregnação da resina. A água residual dentro da rede fibrilar é então deslocada pelos monômeros hidrofílicos para permitir a maior penetração de monômeros hidrófobos na camada de dentina desmineralizada. O processo de impregnação de resinas hidrofílicas em matrizes de colágeno na dentina úmida consiste no mecanismo de difusão passiva (TAY et al., 1996; VAN MEERBEEK et al., 1998).

A fim de aderir monômeros hidrófobos em matrizes de colágeno de dentina desmineralizada a "técnica úmida de adesão com etanol" (TAY et al., 1996; PASHLEY et al., 2007). Essa técnica se caracteriza por lavagens sequenciais com etanol em concentrações ascendentes para substituir a água interfibrilar (TAY et al., 1996; PASHLEY et al., 2007; SADEK et al., 2008). Sendo a dentina saturada com etanol mais compatível com monômeros de resinas hidrófobas, o colapso do colágeno é impedido e a impregnação é facilitada (CARVALHO et al., 2009b). Esta técnica tem demostrado produzir interfaces adesivas com maior força de cisalhamento, reduzida expressão interfacial de nanoinfiltração e aumento da estabilidade ao longo do tempo se comparado a "técnica úmida de adesão" convencional (HOSAKA et al., 2009).

Os solventes também têm um papel importante na impregnação pelos monômeros, sendo que estes podem reduzir a viscosidade da resina e aumentar a taxa de substituição de água, deste modo facilitando o deslocamento da mesma dentro das fibrilas de colágeno desmineralizada. Os solventes mais comuns

utilizados pelos sistema adesivos são a acetona, o etanol e a água (NUNES et al., 2001).

O teste de “push-out“ tem sido utilizado para medir as características acima citadas, por se constituir num método confiável e frequentemente descrito na literatura para avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados à dentina intra-radicular.

Apesar de promissores resultados *in vitro*, a técnica úmida de adesão com etanol é demorada, porque várias lavagens com etanol devem ser executadas para substituir completamente a água residual dentro do colágeno da dentina e permitir assim que os monômeros hidrófobos se infiltrem na dentina totalmente saturada pelo etanol. Recentemente, um procedimento simplificado de adesão à dentina coronal com utilização do etanol foi proposto (SADEK et al., 2010), e a sua utilização para cimentação de pinos de fibra a dentina intra-radicular produziu resultados encorajadores (CARVALHO et al., 2009a). Entretanto, nenhum estudo esclarece se a proposta da "técnica úmida simplificada de adesão com etanol" pode ser benéfica, quando são cimentados pinos de fibra à dentina intra-radicular, utilizando adesivos específicos com característica altamente hidrófobas. Igualmente não há evidencias de quais materiais e técnicas devem ser empregados nesses casos.

Assim o objetivo dessa tese foi avaliar o comportamento de diferentes combinações de sistemas adesivos associados a nova técnica úmida simplificada, utilizando o etanol como substituto da água para manter expandido o colágeno desmineralizado.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ADESÃO NO CANAL RADICULAR

Com o advento dos adesivos de dentina a qualidade das restaurações realizadas melhorou intensamente em Odontopediatria (BURKE; SAMARAWICKRAMA, 1995), Prótese Dentária, Clínica Diária (KUGEL; FERRARI, 2000) e ultimamente em Endodontia (SCHWARTZ et al., 2005).

Com mais meio século de desenvolvimento, a união à dentina pode agora ser previsivelmente obtida por meio do sistema adesivo convencionais de 3 passos e auto-condicionantes (VAN MEERBEEK et al., 2003). Estudos sobre a permeabilidade da interface adesiva (PASHLEY et al., 2002), a utilização da clássica técnica úmida (KANCA et al., 1992), a análise da matriz colágena de dentina desmineralizada (GWINNETT, 1994), e a investigação de diferentes padrões de incompleta infiltração na dentina desmineralizada (denominado por nanoinfiltração) (SANO H et al.,1995; DE MUNCK et al., 2005), foram etapas elucidativas para desenvolver os conceitos básicos de hoje da adesão tanto a dentina coronária quanto no canal radicular.

Os sistemas adesivos são misturas de monômeros de resinas hidrofílicas e hidrófobas, produzindo um composto ambifílico que podem permitir a ligação entre o tecido dental (com propriedades hidrofílicas) aos materiais à base de resina (normalmente hidrófobos) (NUNES et al., 2001; TAY; PASHLEY, 2003). Monômeros adesivos são dissolvidos em solventes como água, acetona e etanol, que são necessários para deslocar a água residual da dentina desmineralizada (PERDIGÃO et al. 2000). Estudos anteriores investigaram a capacidade da técnica convencional de adesão úmida de infiltração em matrizes de colágeno de dentina com resinas hidrofílicas (KANCA 1996; TAY et al., 1996; VAN MEERBEEK et al., 1998) e esclareceram que o processo de impregnação é um pré-requisito fundamental para os atuais sistemas adesivos dentinários.

As resinas hidrófobas apresentam maior rigidez e maior estabilidade em meio aquoso, melhorando assim a longevidade da interface adesiva quando comparados as hidrofílica (ITO et al., 2005; MALACARNE et al., 2006; BRESCHI et al. 2008). Foi proposto recentemente substituir a água residual antes da aplicação de agentes de ligação pelo etanol misturado a monômeros hidrófobos; deste modo obtendo a saturação da dentina condicionada com etanol (NISHITANI et al., 2006; TAY et al. 2007; PASHLEY et al., 2007; SADEK et al., 2008). O objetivo desta técnica é a de diluir e deslocar toda a água presente na dentina condicionada pelo ácido com o álcool, deixando as fibrilas de colágeno sem suporte embebida em etanol, ao invés de um meio aquoso, assim permitindo que as resinas hidrófobas possam impregnar o substrato (PASHLEY et al., 2007). Apesar dos resultados promissores da técnica úmida de adesão com etanol quando utilizados em dentina coronal (NISHITANI et al., 2006; TAY et al., 2007; PASHLEY et al., 2007; SADEK et al. 2008), pouco se sabe sobre essa técnica quando aplicada para a cimentação de pinos de fibra de vidro à dentina intra-radicular.

A etapa adicional de aplicação do etanol foi proposta em Endodontia para desidratar o canal radicular antes do preenchimento com guta-percha, secando assim completamente o canal radicular. Como resultado observou-se melhora na qualidade do vedamento (WILCOX; WIEMANN 1995; STEVENS et al., 2006).

Um estudo recentemente publicado teve como objetivo analisar o efeito da aplicação de etanol antes da cimentação de pinos de fibra à dentina intra-radicular com sistemas adesivo comerciais de 3 passos utilizando como meio de avaliação o teste de “push-out” e da análise de microscopia eletrônica de varredura (CARVALHO et al., 2009a). Os resultados revelam que a técnica úmida de adesão com etanol à dentina intra-radicular pode melhorar a resistência de união quando comparada à técnica tradicional de adesão úmida, quando um sistema adesivo de 3 passos à base de etanol é utilizado. A importância da aplicação de etanol para substituir completamente a água da dentina intra-radicular ainda necessita de maiores investigações, mas interessante é a especulação dos autores a respeito de que essa técnica pode reduzir o efeito da degradação e assim melhorar a estabilidade do vínculo adesivo quando usado para a cimentação de pinos de fibra no canal endodôntico.

Ao contrário da dentina coronária, a adesão a dentina radicular é menos afetada pela permeabilidade do substrato devido a ausência de uma pressão positiva pulpar já que a polpa é extirpada, também se mantem a presença de uma camada de cemento intacto (FERRARI et al., 2000). Contudo, a presença da lama dentinária primária e secundária (criada pela instrumentação e após modificada por irrigantes) (SCHWARTZ et al., 2005), e também a adversidade dos fatores geométricos (TAY et al., 2005) podem interferir na qualidade adesiva dentro do canal radicular.

Como mencionado acima, fatores críticos relacionados a adesão no canal radicular estão presente e não podem ser eliminados, mas podem ser minimizados. Inevitável sim, sempre será o extremamente alto fator *C* cavitário (o qual é definido pela razão entre paredes livres e aderidas) (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987).

Estima-se que o fator *C* cavitário no canal radicular pode ser maior que a razão fracionada de 200, em comparação com uma restauração coronal que geralmente é entre 1 e 5 (BOUILLAGUET et al., 2003). Por consequência, sendo que não há superfícies livres no canal radicular, a direta consequência é a insuficiência de alivio de estresse de contração do material durante sua polimerização (TAY et al., 2005).

Contração de estresse de polimerização e formação de microinfiltração depende também de fatores relacionados às propriedades reológicas e viscoelásticas dos materiais de cimentação. Materiais que contenham resinas com alto módulo de elasticidade parecem produzir alta tensão de contração e, consequentemente, aumentar a formação de microinfiltração na interface adesiva (DAVIDSON; FEILZER, 1997).

O módulo de elasticidade e a contração de estresse de polimerização são diretamente proporcionais ao conteúdo de carga. No entanto, o papel desempenhado pelo conteúdo de carga ainda não é claramente estabelecido pelos estudos e permanece contraditório. Condon e Ferracane (2000) relataram uma correlação significativa entre o conteúdo de carga e tensão de contração, além disso os autores extrapolam uma possível relevante influência da rigidez do material sobre o desenvolvimento do estresse. Por outro lado, Watts et al. (2002) demonstraram que compostos altamente preenchido com carga inorgânica

apresentam menor contração volumétrica, associada a valores mais baixos de estresse de contração.

Para elucidar tais tópicos mencionados acima um estudo teve como proposta avaliar a influencia da contração de polimerização, na resistência ao teste de “push-out” e também na qualidade da nanoinfiltração (FERRARI et al., 2009). Esse estudo demostrou que o alto teor de carga aumentou a tensão de polimerização, enquanto reduziu a resistência de união ao “push-out”, diminuindo ainda mais a qualidade de vedação do adesivo, devido ao aumentou da evidente expressão da nanoinfiltração. Esse estudo conclui que o baixo estresse na cimentação de materiais pode afetar positivamente na ligação adesiva *in vitro* do pino de fibra à dentina intra-radicular.

Apesar de seu sucesso clínico, preocupações foram recentemente levantadas sobre a capacidade efetiva dos materiais à base de resina para a cimentação dos pinos de fibra à dentina radicular, devido ao desfavorável fator *C* do conduto radicular. Como a configuração tridimensional do espaço endodôntico se assemelha a uma profunda e estreita cavidade Classe I de Black, o altíssimo fator *C* foi considerado como responsável pela formação de fendas na interface dentina/adesivo (TAY et al., 2005); ou seja, os atuais sistemas adesivos (independentemente da sua modalidade de cura e composição) parecem não ser capazes de suportar o estresse de contração que ocorre durante a reação de polimerização (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987; PIRANI et al., 2005). De acordo com esta teoria, recentes estudos *in vitro* de adesão utilizando o teste de “push-out” apoiaram a hipótese de que pinos de fibra têm a sua retenção nos canais radiculares atribuída mais a força de atrito do que a capacidade de ligação do sistema adesivo a dentina (SADEK et al., 2006; PIRANI et al., 2005). Seguindo essa perspectiva, também foi proposto para cimentação de pinos de fibra o uso do cimento de fosfato de zinco convencional (cuja manutenção se baseia essencialmente na resistência do atrito), eliminando assim o agente resinoso adesivo (SADEK et al., 2006). Neste caso foram levantadas preocupações sobre a longevidade clinica a médio/longo prazos devido a falta de previsibilidade dessa técnica alternativa, já que ela não preconiza aplicação de um agente de ligação adesivo para a cimentação de pinos de fibra a dentina intra-radicular. Tem sido demonstrado que o passo adesivo contribui de modo a impedir a infiltração marginal

(STEVENS et al., 2006), bem como para alcançar resultados clínicos positivos quando pinos de fibra são cimentados com adesivo de 3 passos, tanto em curto quanto a longo prazo em estudos clínicos longitudinais (FERRARI et al., 2007; MONTICELLI et al., 2003).

Visando elucidar tais questões acima apontadas um estudo (CARVALHO et al., 2009b) avaliou dois agentes cimentantes (Dual-Link e resina fluida) para cimentar pinos de fibra em canais radiculares com o sistema adesivo All Bond-2 (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA), com One-Step Plus (Bisco Inc.) e sem qualquer sistema adesivo. O teste mecânico de eleição foi o "push-out" e a subsequente avaliação morfológica dos espécimes fraturados com a identificação e interpretação do modo de fratura após o estrese mecânico. Os resultados desta investigação suportam a hipótese de que o uso de um sistema adesivo, em conjunto com um cimento resinoso é fundamental para cimentação de pinos de fibra à dentina radicular; deste modo se questiona o pressuposto de que o espaço desfavorável devido ao fator *C* seria o único responsável por alta tensão devido a contração de polimerização na interface adesiva. Este estudo destaca que a correlação entre atrito, fricção, adesão e o subsequente desgaste devido ao movimento de extrusão não pode ser diretamente atribuídos somente às características adesivas e/ou reológicas. Sendo assim, baseado nos resultados metodológicos do teste de "push-out", tendo grupos com e sem adesivo dentinário, não é possível particularizar entre tais estratégias a direta contribuição, na retenção do pino de fibra, do atrito ou da adesão.

A partir dos resultados desse estudo, é incorreto supor que o aumento dos valores de "push-out" após a aplicação do adesivo pode ser apenas relacionado e atribuído ao fator adesivo, ou apenas ao desgaste de atrito, pois este aumento depende das características reológicas dos materiais e das mudanças no módulo de elasticidade sob deformação após o contato. Dessa maneira a técnica metodológica utilizada não é capaz de tal detecção.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desta tese foi avaliar a resistência ao teste de “Push-out” e os efeitos morfológicos do emprego de adesivos convencionais e experimentais, em associação com a técnica úmida simplificada de adesão com etanol, na cimentação de pinos de fibra de vidro na dentina radicular.

As hipóteses de nulidade avaliadas foram:

1) A técnica simplificada úmida com etanol utilizada na cimentação de pinos intra-radiculares não influencia o valor do “push-out”, quando utilizadas resinas experimentais hidrófobas e adesivo de dois passos comercialmente disponíveis.

2) A técnica com etanol não influencia a característica morfológica dos grupos avaliados

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Vinte pré-molares unirradiculares mostrando um canal único e extraídos por motivos ortodônticos foram selecionados para o estudo após consentimento livre esclarecido dos pacientes e o protocolo aprovado pela Universidade de Siena (Siena, Itália) cujo parecer encontra-se em anexo (Anexo A). Os critérios de exclusão foram os dentes mais curtos do que 20 milímetros, vértice mais amplo que a lima endodôntica numero 25 antes da instrumentação, a presença de lesão cariosa, fissuras na raiz ou fraturas.

4.2 INSTRUMENTAÇÃO DOS CANAIS

Os dentes foram limpos com curetas periodontais, secos e observados em um microscópio estereoscópio (Bausch & Lomb, Rochester, New York, USA) com 20X de aumento para confirmar a ausência de trincas e defeitos. Em seguida foram armazenados em cloramina T a 1% numa temperatura de 4°C e usados dentro de, no máximo, um mês após a extração. As coroas foram removidas sendo cortadas a 2mm da junção cemento-esmalte, usando um disco de diamante em baixa velocidade (Micromet, Remet, Casalecchio di Reno, BO, Itália). Os canais foram instrumentados utilizando instrumentos rotatórios de níquel-titânio (tamanho S1, S2 e F3; Protaper, Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), de acordo com a técnica de preparo coroa-ápice com a norma ISO tamanho 35, conicidade 0,06. A irrigação com NaOCl a 5% (Niclor 5; Dentale-Ogna, Milão, Itália) foi realizada durante a instrumentação, utilizando uma seringa com uma agulha endodôntica 30G (Perio/Endo Agulha de Irrigação, Biaggio, Suíça). A remoção da camada de esfregaço foi obtida após a irrigação com 3ml de EDTA a 17% por 2min, seguido de 3ml de solução salina. Após o enxágue final, os canais radiculares foram secos com

jatos de ar e cones de papel absorvente (Dentsply-DeTrey, Konstanz, Alemanha) e subsequentemente obturados com cones de guta-percha e cimento resinoso endodôntico (AH-26, Dentsply-DeTrey), em conformidade com o técnica da condensação lateral. As raízes obturadas foram seladas coronalmente com cimento de ionômero de vidro (Fuji VII, GC Corporation, Tokyo, Japão) como um material restaurador temporário coronal e armazenados em recipientes rotulados, com umidade relativa de 100% por 24h a 37°C ate o período pré-determinado para o subsequente passo.

4.3 PREPARAÇÃO DAS RAÍZES PARA CIMENTAÇÃO DO PINO DE FIBRA

Depois de retirar o selamento temporário coronal, a guta-percha foi removida em todos os grupos usando uma broca universal em baixa velocidade fornecida pelo fabricante, de modo a manter pelo menos 4mm de selamento apical. Um espaço padronizado de 7mm de comprimento foi instrumentado em cada raiz com a broca específica correspondente à mesma forma do pino cônico de fibra de vidro RelyX tamanho número 2 (3M Dental Products Division, St. Paul, MN, EUA).

Os pinos cônicos de resina epóxi de tamanho número 2 (RelyX-Posts, ESPE, St. Paul, MN, EUA) foram limpos com etanol, utilizando uma micro escova descartável sua superfície tratada com uma solução de silano (Porcelain Primer, Bisco) e depois gentilmente com secos por jato de ar durante 5s.

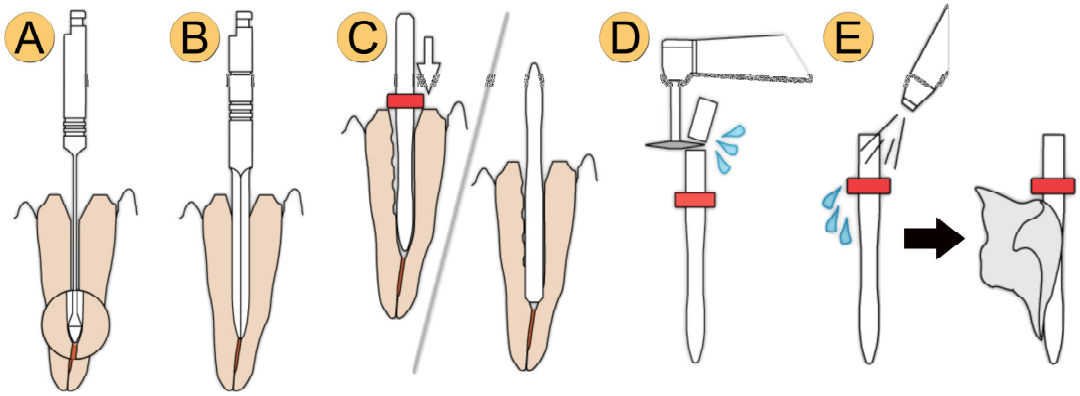


Figura 1 - (A) Remoção da guta-percha respeitando o limite de 4mm de selamento apical. (B) Retifição do espaço radicular com uma broca padronizada especifica para o tamanho e forma do pino de fibra a ser utilizado. (C) Atenção para a correta inserção do pino cônico. (D) Corte em alta rotação do excesso coronal do pino de fibra refrigerado pelo spray de água/ar. (E) Os pinos foram limpos com uma solução de etanol e removido os excessos com papel absorvente.

Os dentes (n = 5; o valor de n foi obtido após análise de poder de 80%, mostrando que o tamanho da amostra foi adequado) foram igualmente divididos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com o procedimento adesivo (Tabela 1). Grupo 1: adesivo experimental (35% Bis-GMA, TEGDMA 14,37%, 0,5% EDMAB, 0,13% CQ); todos os monômeros foram adquiridos da Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA; co-monômeros e etanol na proporção de 1:1 aplicado de acordo com a técnica úmida de adesão simplificada com etanol; Grupo 2: adesivos experimentais com composição semelhante a do Grupo 1, com co-monômeros e etanol na proporção 1:2, aplicada de acordo com a técnica úmida simplificada de adesão com etanol; Grupo 3: One-Step Plus (OSP), aplicada de acordo com a técnica úmida simplificada de adesão com etanol e Grupo 4: OSP aplicado seguindo rigorosamente as instruções do fabricante (técnica úmida de adesão, grupo controle). A composição química de todos os materiais e a sistemática dos procedimentos clínicos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química e modo de aplicação dos materiais utilizados no estudo

Condicionamento da dentina	Grupos	Sistema Adesivo	Agente Cimentante	Modo de aplicação
Ácido fosfórico a 32% aplicado por 15s, lavado com água, secagem com jato de ar e cones de papel de absorvente	1	**Adesivo** 35% Bis-GMA, 14.37% TEGDMA , 0.5%EDMAB, 0.13% CQ **Fotopolimerizável**	**Resina Fluída** **(batch #4NR, 3M ESPE, St Paul, MN,** **USA)** 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA); Bis-phenol A diglyci dylmethacrylate; fotoiniciador **Fotopolimerizável**	**Processo**: aplicar o ácido fosfórico por 15s remover o ácido com H_2O por 30s, lavar com etanol a 99,6% por 30s e secar levemente para obter uma superfície visivelmente úmida. Misturar o Adesivo Experimental com etanol (1:1). Fotopolimerizar por 20s. **Cimentação**: Aplicar resina fluida com uma seringa descartável, e fotopolimerizar por 40s.
	2	**Adesivo** como grupo 1	**Resina Fluida** como grupo 1	**Processo**: Aplicar e remover o acido e lavar como no grupo 1. Misturar o Adesivo Experimental com etanol (1:2). Fotopolimerizar por 20s. **Cimentação** como grupo 1
	3	**One-Step Plus** **(batch # 0500002430, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA**) Biphenyl dimethacrilato; 2- hydroxyethyl metacrilato; Acetona; amina; fotoiniciador; vidro dental	**Resina Fluida** como grupo 1	**Processo**: Aplicar e remover o acido e lavar como no grupo 1. Aplicar OSP em duas camadas com agitação por 10s. Secar levemente com jatos de ar por 10s. Fotopolimerizar por 10s. **Cimentação** como grupo 1
	4	**One-Step Plus**	**Resina Fluida** como grupo 1	**One-Step Plus**: Aplicar o ácido fosfórico por 15s remover o ácido com H_2O por 30s e secar levemente para obter uma superfície visivelmente úmida. Aplicar duas camadas com agitação por 10s. Secar levemente com jatos de ar por 10s. Fotopolimerizar por 10s. **Cimentação** como grupo 1

Após as raízes serem aleatorizadas para os grupos, as paredes do canal radicular foram condicionados com H_3PO_4 a 32% em gel (Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA) por 15s, usando uma ponta especifica para aplicação intracanal, em seguida, os espécimes dos grupos 1, 2 e 3 foram lavados com água por 30s usando uma agulha endodôntica, e foram preenchidos com etanol a 99,6% (Sigma-Aldrich) por 30s. O enxágue final de etanol não foi realizado nos espécimes do grupo 4, que foram preparados aplicando OSP sobre a dentina pela técnica convencional de adesão úmida sugerida pelo fabricante. Os canais foram então suavemente secados com pontas de papel absorvente e sempre foi verificado a evidente presença do aspecto de superfície saturada úmida e brilhante pelo álcool.

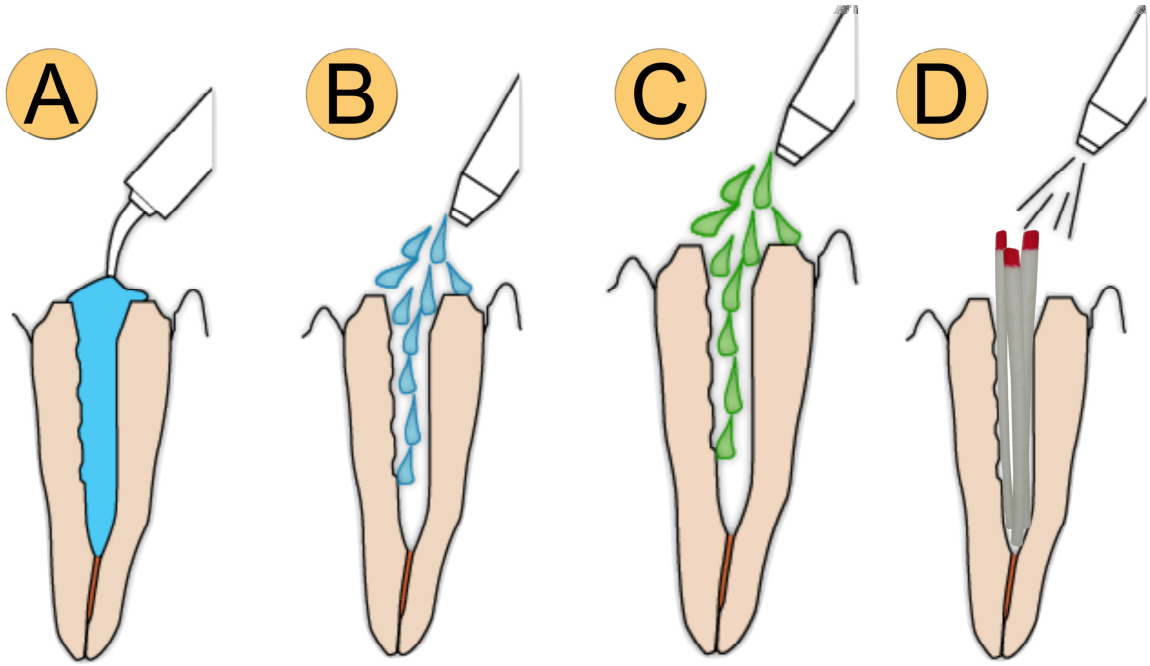


Figura 2 - Esquema para os grupos 1;2;3;4. (A) Condicionamento com ácido fosfórico a 32% por 15s. (B) Remoção do ácido com jato de água/ar pelo tempo equivalente ou superior ao tempo de condicionamento. (C) Somente nos grupos 1; 2 e 3 os canais foram preenchidos com etanol a 99,6% pelo tempo de 30s. (D) Em todos os grupos, os canais foram levemente secos inicialmente com jatos de ar e após foram utilizados cones de papel absorvente para certificar a remoção do excesso de liquido da porção mais apical, com o devido cuidado para manter o aspecto úmido da dentina.

As misturas adesivas dos grupos de 1 e 2 foram manipuladas na correta proporção de volume/volume de acordo com a tabela 1 e imediatamente aplicadas na dentina saturada pelo álcool com o auxilio de micro pinceis; em seguida foi a realizada a fotopolimerização usando uma luz halógena convencional de quartzo-

tungstênio (600-mW/cm^2 de densidade de potência de saída; VIP, Bisco, Schaumburg, IL, EUA).

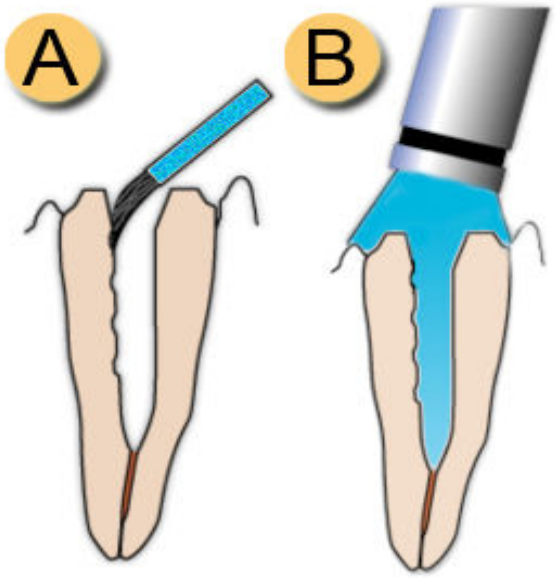


Figura 3 - Esquema para os grupos 1;2;3;4. (A) Aplicação da mistura adesiva especifica para cada grupo avaliado neste estudo, houve cuidado para evitar a aplicação de uma quantidade excessiva de adesivo dentro do canal radicular. (B) A fotopolimerização foi efetuada com a ponta do aparelho fotopolimerizador o mais próximo possível da embocadura do conduto radicular, assim assegurando a mais eficaz polimerização do adesivo.

Uma resina fluida (3M ESPE) foi utilizada como agente cimentante (2-hidroxietil, o bis-fenol, diglycidylmethacrylate A, fotoiniciador;) (CARVALHO et al., 2009b) e inserido dentro do canal, com auxilio de uma seringa descartável. Todos os pinos de fibra foram, então, inseridos com uma leve pressão digital e o excesso de material cimentante foi delicadamente removido, mantendo a dentina coronal exposta livre do material ao longo da parte da raiz. A fotoativação foi realizada utilizando uma luz halógena de quartzo-tungstênio convencionai (600mW/cm2 de densidade de potência de saída; VIP, Bisco), colocando a ponta de luz paralelamente ao longo eixo do pino de fibra de vidro por 40s. Todos os espécimes foram então selados coronalmente com cimento de ionômero de vidro (Fuji VII, GC Corporation, Tokyo, Japão), e então colocados em recipientes rotulados individualmente e armazenados em estufa com 100% de umidade relativa por 24 horas a 37°C.

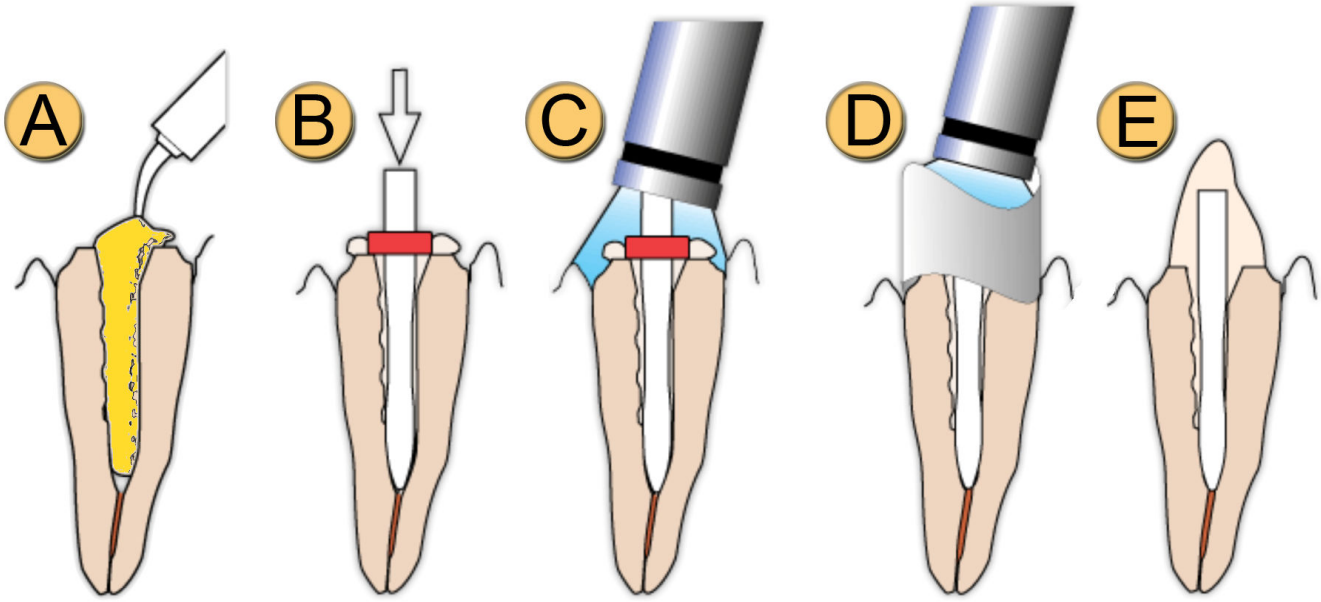


Figura 4 - (A) O material de cimentação foi inserido com o auxilio de uma ponta plástica descartável. (B) O pino de fibra de vidro foi inserido no canal radicular com uma suave pressão digital. (C) A ponta do fotopolimerizador foi posicionada em contato com a parte mais superior do pino de fibra. (D) Para garantir o selamento durante o tempo de armazenagem foi confeccionado um corpo de cimento ionomerico utilizando um molde pré-fabricado.

4.4 PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE “PUSH-OUT”

Após 24h, as porções das raízes correspondentes a porção cimentada do pino de fibra foram seccionadas transversalmente em cortes seriados de 1mm de espessura com um disco de diamante de baixa velocidade sob irrigação de água (Micromet M, Remet; Casalecchio di Reno, Bolonha, Itália). As superfícies apicais das fatias foram identificadas com uma marca azul de tinta permanente. A carga de "push-out“ foi aplicada utilizando uma máquina universal de ensaios (SPA, Milão, Itália) a uma velocidade de 0.5mm/min. A superfície apical exibindo os pontos de tinta foi colocada de frente para a ponta do perfurador para assegurar que as forças de carga fossem aplicadas pela porção apical para a direção coronal, respeitando assim a forma cônica dos pinos de fibra utilizados nesta tese.

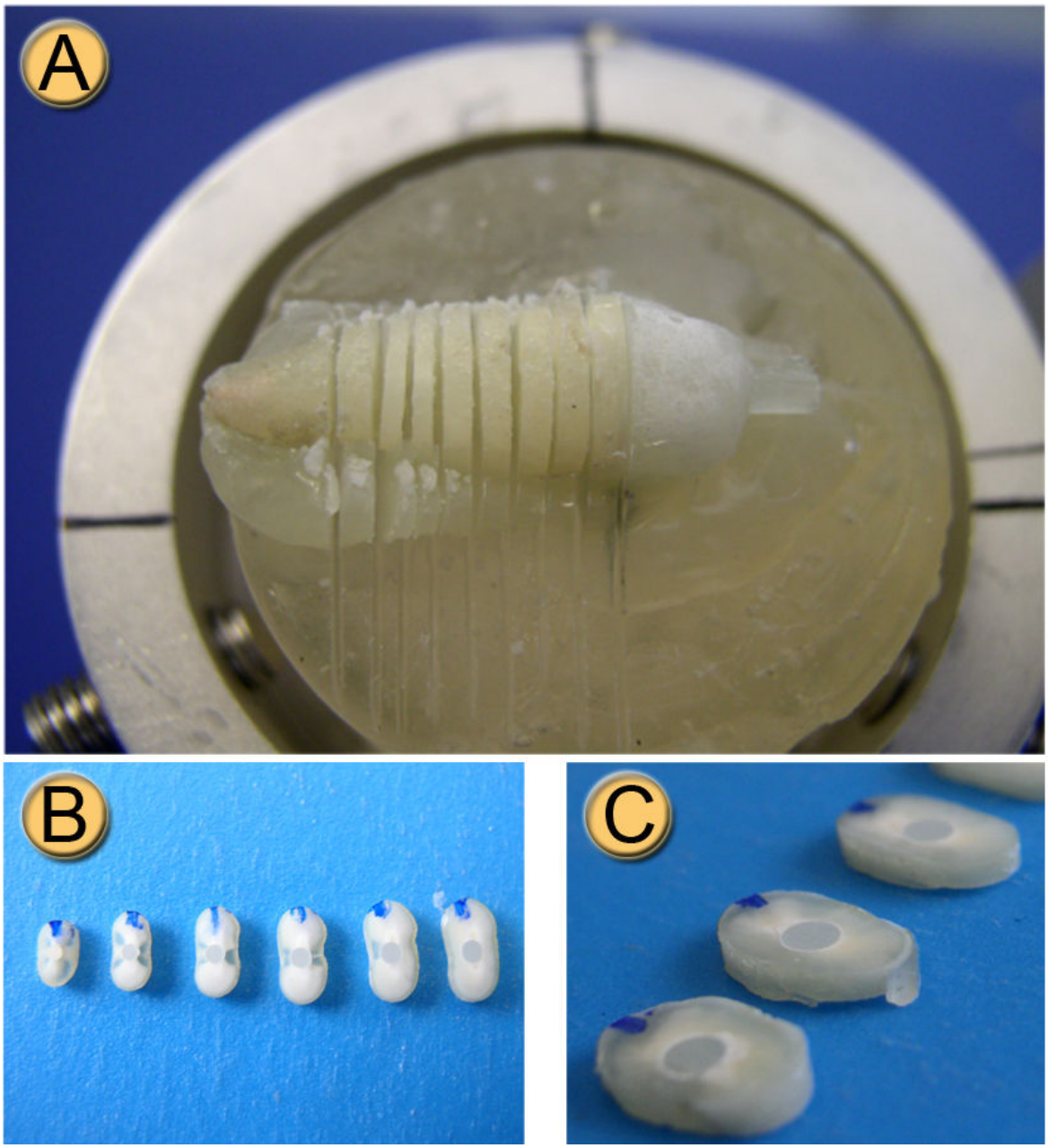


Figura 5 - (A) Seccionamento em planos seriais paralelos de 1mm de espessura seguindo o longo comprimento do dente (B) as fatias são retiradas com o auxilio de uma pinça e imediatamente são marcadas as superfícies do lado apical com um tinta azul permanente. (C) Foto em detalhe do conjunto: raiz, pino e linha do agente cimentante.

Para respeitar o design cônico do pino de fibra de vidro, três tamanhos diferentes de pinos foram usados para o teste de “push-out“. O diâmetro do pino perfurador foi de 1,2mm para as fatias coronais, 1,0mm para as fatias do terço médio e de 0,8mm para as fatias mais apicalmente localizadas, esses diferentes

calibres garantiram que a força fosse aplicada da forma mais precisa possível na área do pino durante o processo de carregamento.

Figura 6 - Foto aproximada demonstrando a precisão do tamanho do pino metálico para o diâmetro do pino de fibra, assegurando assim que o estresse fosse localizado somente na zona de adesão.

A ruptura da união foi manifestada pelo deslocamento completo do pino de fibra da fatia da raiz. Os dados sobre a força foram convertidos para megapascals (MPa), dividindo a carga em Newton pela área da superfície de união (SL) em mm^2. Um estereomicroscópio foi utilizado para aferir o padrão de fratura das imagens dos lados superior e inferior de cada amostra de acordo com Carvalho et al. (2009b). As espessuras das fatias foram mensuradas individualmente usando um paquímetro digital com 0,01mm de precisão.

A área aderida (S_L) foi calculada como a área da superfície lateral de um cone truncado com fórmula:

$$S_L = \pi(R+r)\left[\left(h^2+(R-r)^2\right]^{0.5}$$

onde R é o raio da parte do pino coronal, r o raio da parte do pino apical, e h a espessura da fatia.

Modos de falha foram classificados como (A) adesiva entre dentina e o agente de cimentação, (M) mista, (PA) adesiva entre o pino e agente de cimentação, ou (C) coesiva do próprio material cimentante. As falhas do agente de cimentação foram avaliadas com auxílio de um estereomicroscópio (Nikon SMZ645, Nikon , Tóquio, Japão) com ampliação de 30x.

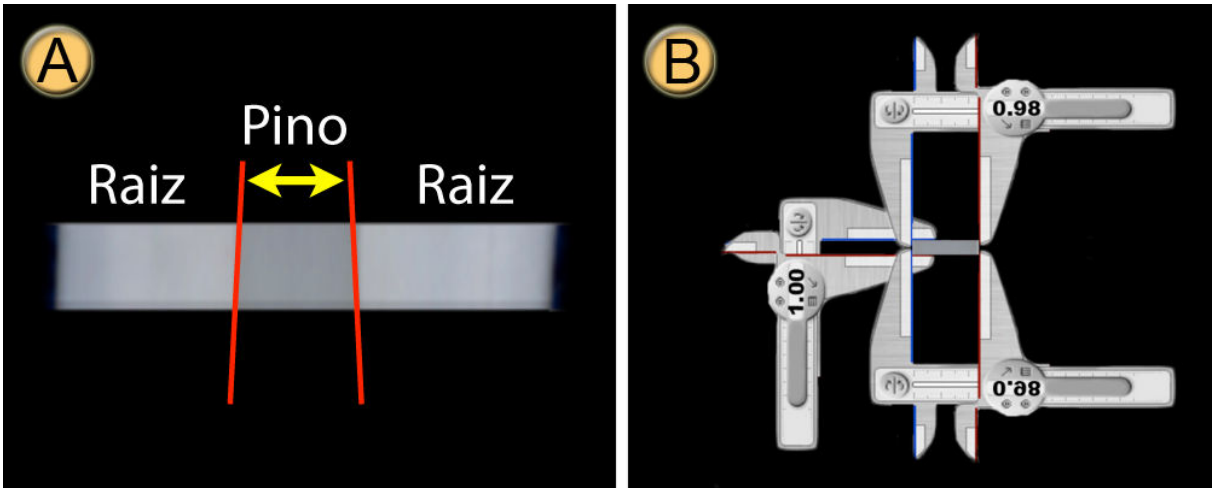


Figura 7 - (A) Esquema demonstrando a forma cônica do pino de fibra de vidro. (B) por devido a esta conformação são necessárias três medições.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados com distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov), com variações entre grupos não homogêneas (teste de Levene) foram analisados primeiramente com Kruskal-Wallis analise de variância a um critério com o teste de "push-out" em MPa como variável dependente. Para melhorar a precisão do teste estatístico *post-hoc* os dados foram analisados através do teste analítico de Dunn para múltiplas comparações. O nível de significância foi estabelecido em $p<0,05$. As análises foram realizadas utilizando o programa SigmaStat 3.5 (versão Windows, SPSS, Chicago, Illinois, EUA).

4.6 PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA SOB MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As fatias representativas de cada grupo dos espécimes fraturados foram aleatoriamente escolhidas para avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV) (ARIYOSHI et al., 2008). Cada fatia do lado coronal foi polida com lixas abrasivas com decrescente abrasividade (até 1200). As amostras foram condicionadas com H_3PO_4 sem sílica a 32% (ácido gel; Bisco) por 20 segundos e posteriormente imersas por 2min em hipoclorito de sódio a 2,5% para remover os componentes orgânicos e minerais da dentina, lavadas com água e desidratadas em etanol a 99,8%, para analisar a morfologia da camada híbrida e formação “tags” de resina. Os espécimes foram então montados em bases de alumínio, metalizados com ouro (Polaron SC7620, Quorum Technologies, Newhaven, Inglaterra) e observadas sob o MEV (JSM 6060 LV, JEOL, Tóquio, Japão). Micrografias foram realizadas em diferentes ampliações, a fim de fornecer uma visão geral de cada área, para avaliar o tipo de padrão micro morfológico do comportamento especifico de cada estratégia adesiva das amostras representativas.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DO TESTE DE “PUSH-OUT”

As medianas, os desvios-padrão (expressos em MPa de resistência de união “push-out”), o número de fatias/grupo e o modo de falha (%) estão resumidos na Tabela 2. Não foram encontradas falhas prematuras durante o processo de corte ou durante o procedimento do teste.

Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos testados ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Valores em medianas do teste “push-out”

Grupo	Resistência adesiva(Ra) Desvio Padrão (Dp)	Quantidade de fatias	Modo de falha (%) A/M/PA/C
1. Adesivo experimental 1 + técnica úmida simplificada de adesão com etanol	6,9 (5,9)[a]	33	0/11,11/38,89/50
2. Adesivo experimental 2 + técnica úmida simplificada de adesão com etanol	6,7 (5,4)[a]	32	0/0/40/60
3. OSP + técnica úmida simplificada de adesão com etanol	6,8 (4,3)[a]	32	0/32/4/64
4. OSP + técnica convencional de adesão úmida (Grupo Controle)	6,9 (5,1)[a]	31	7,14/25/0/67,86

* Os valores de resistência adesiva (Ra), expressos em MPa, desvio padrão (Dp), o número de amostras (n), e o percentual de distribuição do modo de fratura registrada nos grupo. A=adesiva entre dentina e agente cimentante; M=mixa; PA= adesiva entre pino de fibra e o agente cimentante; C=coesiva no agente cimentante

5.2 AVALIAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA

Em relação aos modos de falha das fatias testadas, a maioria dos espécimes apresentou falha coesiva no agente de cimentação. Grupo 1, 2 e 3 demonstram pelas imagens uma penetração visualmente mais profunda do material de adesão diferente do Grupo 4. Todos os grupos apresentaram formação de uma distinta camada híbrida.

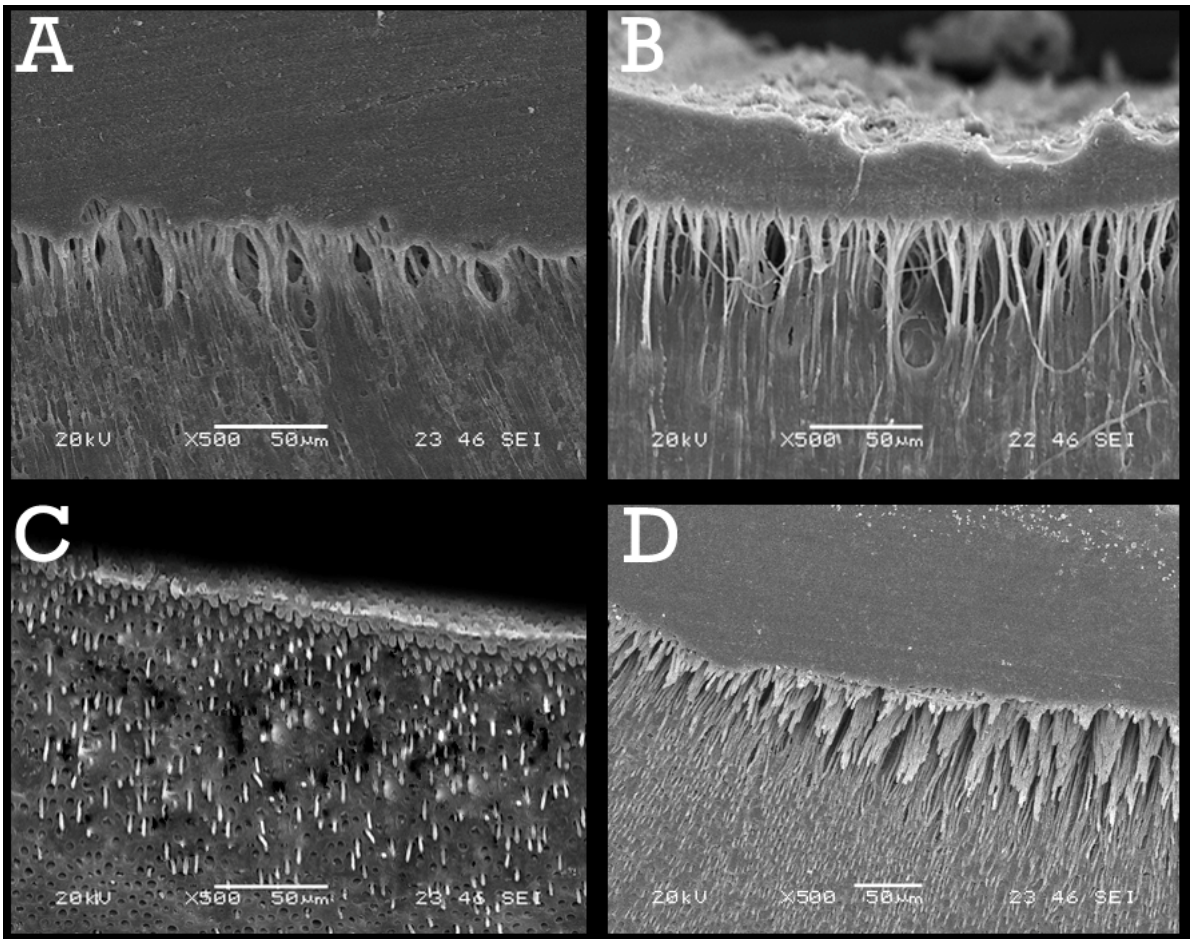


Figura 8 - As imagens do MEV (ampliação de 500x, barra 50 µm) de um espécime representativo de cada grupo após o teste de "push-out": (A) Grupo Experimental 1, e (B) Grupo Experimental 2, exibiram uma camada híbrida com evidentes marcas de infiltração de resina; (C) OSP/etanol/agente cimentante resultou na formação de "tags" de resina curtos e discretos; (D), OSP como o grupo controle utilizando a técnica convencional de adesão úmida demonstrou a formação de "tags" de resina longos, profundos e compactos dentro da dentina infiltrada.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo experimental mostraram que não houve diferença estatística entre todos os grupos testados. Assim, a primeira hipótese nula foi aceita.

A justificativa para a utilização da técnica úmida de adesão simplificada com etanol é que o monômero hidrófobo pode melhor se infiltrar na dentina desmineralizada saturada com etanol, devido à polaridade reduzida da rede de colágeno por corresponder à baixa polaridade das resinas altamente hidrófobas. Já que as misturas de resinas hidrófobas apresentam maior rigidez e estabilidade que as hidrofílicas, a união à dentina com misturas de resina hidrófobas em associação com a técnica de adesão úmida com etanol mostraram excelentes resultados tanto na adesão dentinária imediata quanto na longevidade da união criada na dentina coronal (SADEK et al., 2008; HOSAKA et al., 2009; NISHITANI et al., 2006; BRESCHI et al., 2009).

Um pré-requisito fundamental para a realização da impregnação completa das fibrilas de colágeno expostas pelo condicionamento ácido com monômeros hidrófobos é que a água residual de dentina interfibrilar seja totalmente substituída pelo etanol. Por outro lado, se a água permanece no interior da rede do colágeno, os monômeros hidrófobos não podem incorporar totalmente o substrato da dentina desmineralizada e domínios ricos em água permanecem dentro da camada híbrida, constituindo áreas iniciais do fenómeno de degradação ao longo do tempo (BRESCHI et al., 2008).

A técnica úmida de adesão com etanol foi inicialmente proposta por cinco lavagens sequenciais (por 30s) com concentrações ascendentes de etanol, seguido por etanol absoluto (reaplicado três vezes) antes da aplicação de um sistema adesivo hidrófobo, sendo esse procedimento demorado devido ao seu tempo de aplicação clínica estendida. Surgiu, então a proposta de um protocolo simplificado de desidratação, fazendo com que a técnica úmida de adesão com etanol se torna-se mais pratica.

Foi demonstrado que o uso de uma técnica de adesão úmida convencional (com 30s de aplicação única de etanol absoluto) resulta em uma redução de 50% de resistência de união em comparação com o "padrão" da técnica de colagem úmida com etanol após 6 meses de envelhecimento em saliva artificial e aumento na expressão de interface de nanoinfiltração (SADEK et al., 2010). Foi especulado que o curto tempo de aplicação de álcool absoluto é provavelmente ineficaz para substituir completamente a água da dentina coronal quando a pressão pulpar foi simulada. Uma possível explicação é que o etanol pode ter evaporado muito rapidamente ou ter sido substituído pela água advinda dos túbulos dentinários abertos após a remoção da lama dentinária.

Especula-se que a redução do tempo de aplicação neste novo protocolo de desidratação proposto pela técnica úmida de adesão simplificada com etanol pode ser benéfica em pinos de fibra cimentados em dentes tratados endodonticamente, devido à ausência da pressão da polpa. Apesar da ausência de água nos túbulos, os resultados do presente estudo corroboram com as conclusões de Sadek et al. (2008) mostrando que um único enxágue final de etanol por apenas 1min antes da aplicação de uma mistura experimental de um adesivo hidrófobo não melhora a resistência ao deslocamento vertical “push-out” quando comparado ao valor de adesão produzido por um sistema adesivo comercialmente disponíveis, se aplicados com o protocolo padrão da técnica de úmida de adesão. Esses dados Sadek et al. (2008) apoiam a hipótese de que a impregnação da dentina ideal não pode ser alcançada com a técnica simplificada, provavelmente devido à presença de água remanescente interfibrilar que demanda a necessidade das múltiplas lavagens com etanol em crescente concentração e tempo de contato adequado, para permitir a substituição completa da água interfibrilar pelo etanol.

Contudo é sempre relevante lembrar que o possível aumento da longevidade da união adesiva devido a utilização de uma resina hidrófoba não pode ser ignorada. Pois esta é menos susceptível a degradação por hidrolise.

O teste de “push-out” é uma metodologia estabelecida e, frequentemente descrita na literatura para avaliar a resistência de união de pinos cimentados à dentina intra-radicular. Fatores bem conhecidos possivelmente interferem no desvio padrão relativamente elevado dos resultados; essas variações são devido a alterações anatômicas e a inevitável heterogeneidade do substrato entre os dentes.

Tentativas foram feitas para minimizar tal diferença de modo a limitar as grandes variações: as espessuras de dentina foram aferidas previamente, a preparação do espaço para o pino de fibra foi cuidadosamente padronizado, os corpos de prova foram realizados por um operador com experiência na metodologia aplicada e por fim os critérios de exclusão dos dentes foram meticulosamente obedecidos. Além disto, pode ser difícil comparar os dados de um estudo com outros trabalhos semelhantes realizados em diferentes laboratórios, devido a variedade dos dispositivo de medição de resistência de união.

A opção pelo uso de resina fluida como material para cimentação dos pinos à dentina intra-radicular não é inédita. A "Técnica de Boston Post" havia sido proposta há mais de 27 anos para cimentar pinos a núcleos diretamente após o tratamento da dentina radicular com NaOCl e EDTA (GOLDMAN et al., 1984). Neste estudo o condicionamento de dentina seguido pela aplicação de adesivo promoveu maior força de cisalhamento e a formação de camadas híbridas uniformes, permitindo uma ligação mais efetiva ao canal radicular (BITTER et al., 2004). Também foi afirmado que o uso de materiais à base de resina para cimentação de pinos de fibra em canais radiculares podem auxiliar os procedimentos de cimentação por dissipar as tensões geradas pela contração de polimerização devido a um efeito de liberação de tensões (AUSIELLO; APICELLA; DAVIDSON, 2002). Somando a estes fatores mencionados, um recente estudo (FERRARI et al., 2009) suporta a escolha do cimento utilizado na metodologia desta tese. Tal estudo detectou uma correlação significativa entre a tensão de polimerização e o conteúdo de carga do agente cimentante. A análise dos resultados mostrou que as concentrações de carga dos cimentos quando aumentada de 10% para 50% ou eventualmente para 70% em peso, aumentam significativamente os valores de tensão aumentaram. Assim, os maiores valores de estresse foram relacionados aos materiais mais resistentes (com maior concentração de carga). Curiosamente os valores de resistência ao “push-out” tendem a ser inversamente proporcionais ao teor percentual de carga dos cimentos testados. Na verdade, com o acréscimo do conteúdo de carga a resistência à tração ao “push-out” foi reduzida, a diferença estatística significante foi evidente entre o teor 10% e 30% versus 50% e 70% do conteúdo de carga ($p<0,05$). Além disso, a qualidade da interface adesiva foi influenciada pelo variação do teor de carga dos cimentos experimentais, sendo a

nanoinfiltração aumentada quando o percentual de carga foi aumentado. Assim sendo os materiais mais elásticos (10-30% de teor de carga) revelaram melhor capacidade de vedação da interface adesiva. Os resultados desse estudo, permitem especular que a incorporação de alta porcentagem de carga no interior do agente cimentante aumenta a sua rigidez e desta forma resulta no ampliação do estresse durante a polimerização (CONDON; FERRACANE, 2000), que por sua vez afeta a interface adesiva com a redução de resistência de união e o aumento de infiltração.

Neste estudo, a análise dos modos de fratura demonstrou que a maioria das falhas ocorreu no material cimentante, e isto está de acordo com os resultados da literatura (CARVALHO et al., 2009a). Esta classe de fratura pode ser devido a maior união química entre a resina epóxi (HEMA, Bis-GMA; Tabela 1) curada da matriz de fibra do pino a resina fluida e esta a dentina. Então a segunda hipótese de nulidade também foi aceita.

Estudos complementares são sugeridos para confirmar as hipóteses levantadas sobre o efeito da concentração e o tempo de aplicação das lavagens com etanol, de modo a melhorar a adesão no canal radicular.

7 Considerações Finais

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não houve diferença estatística na resistência à tração “push-out” entre as estratégias de adesão testadas ($p > 0,05$). O padrão de falha preponderante foi coesivo no agente de cimentação. Com base nestes dados deve-se considerar promissora a técnica úmida simplificada com etanol na cimentação de pinos de fibra no canal radicular, já que as característica hidrofóba do material podem contribuir para a estabilidade da ligação adesiva.

Referências

REFERÊNCIAS

Ariyoshi M, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Microtensile bond strengths of composite cores to pulpal floor dentin with resin coating. Dent Mater J. 2008;27(3):400-7.

Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations--a 3D finite element analysis. Dent Mater. 2002;18(4):295-303.

Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM. A Confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. Int Endod J. 2004;37(12):840-8.

Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. Dent Mater. 2003;19(3):199-205.

Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A Jr, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. Dent Mater. 2008;24(1):90-101.

Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular dentin: a review. J Adh Sci Tech. 2009;23(7-8):1053-83.

Burke FM, Samarawickrama DY. Progressive changes in the pulpo-dentinal complex and their clinical consequences. Gerodontology. 1995;12(12):57-66.

Carvalho CA, Cantoro A, Mazzoni A, Goracci C, Breschi L, Ferrari M. Effect of ethanol application on post-luting to intraradicular dentine. Int Endod J. 2009a;42(2):129-35.

Carvalho CA, Monticelli F, Cantoro A, Breschi L, Ferrari M. Push-out bond strength of fiber posts luted with unfilled resin cement. J Adhes Dent. 2009b;11(1):65-70.

Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. J Am Dent Assoc. 2000;131(4):497-503.

Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives, J Dent. 1997; 25(6):435-40.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005;84(2):118-32.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. J Dent Res. 1987;66(11):1636-9.

Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. Am J Dent. 2000;13(5):255-60.

Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, De Sanctis M, Goracci C. Post placement affects survival of endodontically treated premolars. J Dent Res. 2007;86(8):729-34.

Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antoniolli F, Mazzoni A, Mazzotti G, et al. Influence of luting material filler content on post cementation. J Dent Res. 2009;88(10):951-6.

Goldman M, DeVitre R, White R, Nathanson D. An SEM study of posts cemented with an unfilled resin. J Dent Res. 1984;63(7):1003-5.

Gwinnett AJ. Chemically conditioned dentin: a comparison of conventional and environmental scanning electron microscopy findings. Dent Mater. 1994;10(3):150-5.

Hosaka K, Nishitani Y, Tagami J, Yoshiyama M, Brackett WW, Agee KA, et al. Durability of resin-dentin bonds to water- vs. ethanol-saturated dentin. J Dent Res. 2009; 88(2):146-51.

Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C, et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. Biomaterials. 2005;26(33):6449-59.

Kanca J 3rd. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. J Am Dent Assoc 1992;123(9):35-43.

Kanca J 3rd. Wet bonding: effect of drying time and distance. Am J Dent. 1996;9(6):273-6.

Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. J Am Dent Assoc. 2000;131 Suppl:20S-25S.

Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. Dent Mater. 2006;22(10):973-80.

Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. Int J Prosthodont. 2003;16(6):593-6.

Nishitani Y, Yoshiyama M, Donnelly AM, Agee KA, Sword J, Tay FR, et al. Effects of resin hydrophilicity on dentin bond strength. J Dent Res. 2006;85(11):1016-21.

Nunes MF, Swift EJ, Perdigão J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. Am J Dent. 2001;14(6):340-3.

Pashley DH, Pashley EL, Carvalho RM, Tay FR. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. Dent Clin North Am. 2002;46(2):211-45.

Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. Am J Dent. 2007;20(1):7-20.

Perdigão J, Frankenberger R, Rosa B, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. Am J Dent. 2000;13:25D-30D.

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;31(12):891-4.

Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, et al. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. J Endod. 2006;32(12):1174-7.

Sadek FT, Pashley DH, Nishitani Y, Carrilho MR, Donnelly A, Ferrari M, et al. Application of hydrophobic resin adhesives to acid-etched dentin with an alternative wet bonding technique. J Biomed Mater Res A. 2008;84(1):19-29.

Sadek FT, Mazzoni A, Breschi L, Tay FR, Braga RR. Six-month evaluation of adhesives interface created by a hydrophobic adhesive to acid-etched ethanol-wet bonded dentine with simplified dehydration protocols. J Dent. 2010;38(4):276-83.

Sano H, Takatsu T, Ciucchi, B, Horner J, Matthews W, Pashley D. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. Oper Dent. 1995;20(1):18-25.

Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. J Endod. 2005;31(3):151-65.

Stevens RW, Strother JM, McClanahan SB. Leakage and sealer penetration in smear-free dentin after a final rinse with 95% ethanol. J Endod. 2006;32(8):785-8.

Tay F, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. J Dent Res. 1996;75(4):1034-44.

Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? J Can Dent Assoc. 2003;69(11):726-31.

Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Wellar RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modelling approach. J Endod. 2005;31(8):584-9.

Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, Carrilho MR, Hur YB, Garrett LV, et al. Bonding BisGMA to dentin-a proof of concept for hydrophobic dentin bonding. J Dent Res. 2007;86(11):1034-9.

Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. J Dent Res. 1998;77(1):50-9.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent. 2003;28(3):215-35.

Watts DC, Vogel LK, Marouf AS. Shrinkage stress reduction in resin-composites of increasing particles concentration. J Dent Res. 2002;81(sp. issue A):Abstr. No. 2444.

Wilcox LR, Wiemann AH. Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. J Endod. 1995;21(5):256-8.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

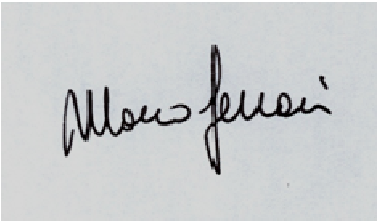
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SIENA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ODONTOSTOMATOLOGICHE
Scuola di Dottorato In Biotecnologia
Direttore Prof. Marco Ferrari

Siena, 30 novembre 2009

A chi di competenza

Lo Dr. Carlos Augusto Ramos de Carvalho `e autorizzato ad utilizzare 30 denti umani estratti che saranno impiegati, previo ottenimento del consenso informato da parte dei pazienti a cui I denti sono stati estratti, secondo un protocolo VISTO ed APPROVATO da Comitato Etico dell'Università di Siena, il cui titolo `e "Push-out bond strength and SEM evaluation of new bonding approach into the root canal

Il Direttore della Scuola
Prof. Marco Ferrari



ANEXO B – Relato da produção cientifica não anexa

Esta tese é a etapa final de um conjunto de quatro trabalhos inter-relacionados e executados dos requisitos para obtenção do titulo de doutor em um programa de co-tutela entre a Universidade de Siena e a Universidade de São Paulo. Visando atender a legislação vigente na Universidade de São Paulo os três primeiros trabalhos já publicados não foram incluídos no corpo desta tese.

Tais trabalhos acima citados são:

1. Carvalho CA, Cantoro A, Mazzoni A, Goracci C, Breschi L, Ferrari M. Effect of the ethanol application on post luting to intraradicular dentin. Int Endod J. 2009;42(2):129-35.

2. Carvalho CA; Monticelli F; Cantoro A; Breschi L; Ferrari M. Push-out bond strength of fiber posts luted with unfilled resin cement. J Adhes Dent. 2009;11(1): 65-70.

3. Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antoniolli F, Mazzoni A, Mazzotti G, Cadenaro M, Breschi L. Influence of luting material filler content on post cementation. J Dent Res. 2009;88(10):951-6.