

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Odontologia
Campus de Araraquara

Victor Grover Rene Clavijo

Resistência a extrusão de retentores intra-
radiculares de fibra de vidro avaliando: técnica de
confeção e cimento resinoso.

Victor Grover Rene Clavijo

Resistência a extrusão de retentores intra-
radiculares de fibra de vidro avaliando: técnica de
confeção e cimento resinoso.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - área de concentração em Dentística Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

ORIENTADOR: Prof Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara
2011

Victor Grover Rene Clavijo

Resistência a extrusão de retentores intraradiculares de fibra de vidro avaliando: técnica de confecção e cimento resinoso.

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutor

Presidente e orientador: Prof.Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

2^o examinador: Prof.Dr. José Roberto Cury Saad

3^o examinador: Prof.Dr. Fabio Luiz Camargo Villela Berbert

4^o examinador: Prof.Dr. Hugo Henriques Alvim

5^o examinador: Prof.Dr. Victor Humberto Orbegoso Flores

Araraquara, 24 de janeiro de 2011 .

Dados curriculares

Victor Grover Rene Clavijo

Data de nascimento: 23/09/1981

Naturalidade: Campinas - SP

Filiação: Eliana Maria Nunes de Oliveira

Willy Grover Clavijo Camacho

1998/2002: Graduação em Odontologia - Universidade Paulista -

UNIP

2002/2004: Especialização em Dentística Restauradora -

Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas - Regional de

Araraquara - APCD.

2004/2006: Mestrado em Dentística Restauradora -

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" -

Faculdade de Odontologia Araraquara.

2007/2010: Doutorado em Ciências Odontológicas , área de

concentração Dentística Restauradora - Universidade Estadual

Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de Odontologia

Araraquara.

Dedicatória

A meus pais, irmãos e namorada.

(Willy Camacho, Eliana Oliveira, Erika Clavijo, Willy Junior, Bertha Clavijo, Gheisa Clavijo e Mariane Cavaretti)

Me perdoe por todas as vezes que por falar sem pensar te magoei.

Por muitas vezes ao invés de lhe dar as mãos, te virei as costas.

Por em alguns momentos não ser aquele filho,irmão ou namorado que
você sempre quis.

Hoje, depois de tudo percebo que ainda preciso mudar em algumas
coisas, e que algumas pessoas se fazem essenciais na minha vida:

VOCÊS.

Obrigado por todos momentos dedicados a mim, pelas palavras, pelos
conselhos, pelo amor, pela honestidade, pelo afeto e amizade.

Saiba que nunca deixarei de amar, e mesmo não parecendo quero que um
dia todos estejam felizes, sem problema algum.

Torço muito pela nossa família.

Torço muito por você, que durante toda sua vida se mostrou uma pessoa
capaz de conseguir tudo o que quer.

Hoje depois dos momentos que passamos juntos, olho para trás e vejo
que tenho pessoas em que me apoiar sempre que estiver necessitando
de amor e compreensão.

Muito mais do que pais,irmãos e namorada vocês são meus amigos,
meus escudos contra todas as coisas ruins, pois a partir do momento em
que transpassam a sua barreira de amor, enfraquecem, me polpando do
mal.

Só uma palavra pode demonstrar o quanto estou grato.

OBRIGADO.

Amo muito vocês...

Aos meus Mestres

Obrigado Mestres!

Por terem apostado que um dia chegaria lá...

Obrigado mestres pelas broncas que me deram, pois sem elas não poderia chegar até aqui.

Obrigado mestres por até hoje me aturarem apesar das distâncias, jamais deixaram de me ensinar.

Obrigado mestres por entrarem em meu caminho e sempre me tratarem com muito carinho.

Obrigado mestres por sempre me ensinarem por isso e outras coisas sempre serei grato a vocês.

Obrigado mestres, por me tornarem uma pessoa mais madura e responsável e principalmente por me proporcionarem a oportunidade de um dia ser MESTRE como vocês!

Equipe de Mestres e principalmente você MESTRE MARCELÃO!
Agradeço do fundo do meu coração por um dia ter cruzado o caminho de vocês!

Victor Clavijo

Agradecimentos Especiais

Ao meu Pai e minha Mãe! Obrigado por proporcionarem um futuro!

A minha namorada Mariane; Anjo você sabe o quanto foi difícil chegar aqui, por isso agradeço do fundo do meu coração todo carinho, incentivo, paciência e amor que me proporcionou durante esta jornada. Jornada que chega ao fim, mas que consolidou e criou nossa história de amor! Eu te amo!

A minha grande amiga Eliane- Li; Você foi umas das pessoas mais importantes nesta trajetória, um parágrafo não é suficiente para expressar a gratidão que tenho por você, por isso espero que trabalhem juntos para sempre, assim poderei agradecer todo dia sua atenção comigo! Obrigado Li!

Ao meus grande amigos de Araraquara! Prof. Marcelo, Matheuzinho, Lemão e Rafinha! Obrigado por tudo, vocês moram em meu coração!

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araraquara.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior – Capes- Brasil, pelo financiamento de minha estada e meus estudos em Araraquara.

A meus grandes amigos e irmão que convivi: Matheuzinho, Lemão, Rafinha, Adrianinho, Darlon, Huguinho e Milkuzinho.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação, em especial a Marinha por toda solicitude e carinho no atendimento a nós alunos.

Aos professores de Dentística Restauradora Marcelo Ferrarezi de Andrade, Maria Salete Machado Candido (in memorian), José Roberto Cury Saad, Sizenando de Toledo Porto Neto e Osmir Batista de Oliveira Júnior, Wellington Dinelli, Alessandra Rastelli, Edson Campos e Victor Oberdoso pelos ensinamentos transmitidos, desde da época da especialização.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, nas pessoas de Creuza, Adriana, Dona Cidas, Vanderley e Marinho, pela acolhida, amizade e trato durante todos estes anos de pós-graduação.

Aos amigos e colegas de Pós-Graduação, Darlon, Adriana, Carol de Deus, Martin, Elídio, Milko, Ubiracy, Renatinho, Cristiane, André, Lemão, Rafa, Benícia, Simone, Priscila, Matheus, Esther, Fernando, Alvarenga, Gislaine, Lucão, Gui e Popotinha pela maravilhosa convivência em Araraquara.

Aos funcionários da biblioteca, nas pessoas de Maria Helena, Ceres, Marley, Adriano, Sílvia, Inês e Elaine, pelo pronto atendimento e simpatia.

A todos os demais que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

Sumário

Resumo	11
Abstract	14
1 Introdução	17
2 Revisão da Literatura	25
3 Proposição	89
4 Material e Método	91
5 Resultado	114
6 Discussão	120
7 Conclusão	136
8 Referências	138

Resumo

Clavijo VGR. Resistência a extrusão de retentores intra-radulares de fibra de vidro avaliando: técnica de confecção e cimento resinoso [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

Resumo

Neste estudo avaliou-se a resistência ao cisalhamento por extrusão de pinos de fibra de vidro, reembasados ou não com compósito, cimentados com dois tipos de cimentos resinosos em dentina intraradicular, avaliando os segmentos cervical, médio e apical. Selecionaram-se 40 incisivos bovinos com dimensões semelhantes, removendo a porção coronária, padronizando o comprimento das raízes em 14 mm. Após, incluiu-se as raízes em resina acrílica, realizando tratamento endodôntico e, então o preparo dos espaços para os pinos, dividindo-as, em seguida, aleatoriamente em quatro grupos com dez amostras cada. Os elementos do grupo 1 receberam retentores de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso RelyX ARC, grupo 2 retentores de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso RelyX U100, grupo 3 retentores de fibra de vidro reembasados com resina composta e cimentados com cimento resinoso RelyX ARC e grupo 4 retentores de fibra de vidro reembasados com resina composta e cimentados com cimento resinoso RelyX U100. Ao término dos procedimentos de cimentação, realizou-se a secção dos segmentos radulares,

submetendo, então, os corpos-de-prova ao teste push-out em máquina de ensaios universal, através de ponta ativa cilíndrica com 1 mm de diâmetro, à velocidade de 0,5 mm/min, até extrusão do retentor. Obteve-se os seguintes valores médios de resistência de união, em MPa: grupo 1, terços cervical = $6,22 \pm 2,64(a)$, médio = $4,25 \pm 2,01(a)$ e apical = $4,45 \pm 2,81(a)$; grupo 2, terços cervical = $5,04 \pm 2,34(a)$, médio = $3,06 \pm 2,12(a)$ e apical = $3,26 \pm 2,38(a)$. grupo 3, terços cervical = $11,85 \pm 1,67(b)$, médio = $11,83 \pm 3,84(b)$ e apical = $10,39 \pm 2,44(b)$. grupo 4, terços cervical = $12,05 \pm 1,14(b)$, médio = $11,98 \pm 3,23(b)$ e apical = $10,96 \pm 2,14(b)$. Submeteram-se os valores à análise de variância e ao teste de Tukey com nível de significância de 5%, indicadas acima através de letras diferentes. Os pinos de fibra de vidro reembasados com compósito apresentaram valores estatisticamente superiores de união em todos os segmentos radiculares quando comparados com pinos somente cimentados e demonstraram que não houve diferenças entre os cimentos resinosos RelyX ARC e o RelyX Unicem, quando cimentados e reembasados. Observou-se também a ausência de diferença significativa entre os terços radiculares avaliados para cada grupo distintamente. Os resultados demonstraram que a técnica de reembasamento mostrou-se efetiva em melhorar a retenção do pino de fibra de vidro estudado.

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento; cimentação; fricção; dente não vital; técnica para retentor intra-radicular.

Abstract

Clavijo VGR. Resistance to extrusion of intracanal retainers fiberglass evaluated: technical preparation and resin cement [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

This study evaluated the bond strength of fiber posts, relined or not with composite resin, luted with resinous cement to radicular dentin, evaluating cervical, median and apical root segments. Fourty bovine incisors, with similar dimensions, were selected and cut 16 mm from the apical limit. The roots were embedded in acrylic resin and the radicular canals were root treated and post space prepared with a depth of 9 mm. Samples were randomly assigned to two groups of ten roots each. Group 1 received glass fiber posts luted with dual-cure resin cement RelyX ARC in association with a bonding system. In Group 2 the same type of posts were relined with composite for further cementation with resin cement RelyX U100. In Group 3, glass fiber post were relined with composite and cemented with resin cement RelyX ARC and in Group 4 glass fiber posts were relined ith composite and cemented with resin cement RelyX U100. After cementation procedures roots were sectioned transversally and three sections, from cervical, medium and apical thirds were obtained. Push-out test was performed in a universal testing machine with a 1 mm diameter steel rod at cross-head speed of 0,5 mm/min until post extrusion. Collected data was statistically analyzed by two- way ANOVA and Tukey HSD test ($p < 0,05$). The measured retention

strengths for cervical, medium and apical thirds were: Group 1, cervical thirds = $6,22 \pm 2,64(a)$, medium = $4,25 \pm 2,01(a)$ e apical = $4,45 \pm 2,81(a)$; group 2, cervical thirds = $5,04 \pm 2,34(a)$, medium = $3,06 \pm 2,12(a)$ and apical = $3,26 \pm 2,38(a)$. Group 3, cervical thirds = $11,85 \pm 1,67(b)$, medium = $11,83 \pm 3,84(b)$ and apical = $10,39 \pm 2,44(b)$. Group 4, cervical thirds = $12,05 \pm 1,14(b)$, medium = $11,98 \pm 3,23(b)$ and apical = $10,96 \pm 2,14(b)$. Glass fiber composite relined posts presented statistically higher retention values in cervical, medium and apical thirds when compared to non-relined posts and presented that had no difference between resin cement RelyX ARC and Rely X U100 when cemented and relined. Within each group, no differences were found among radicular thirds. The results indicate that the tested technique showed effective improvement of glass fiber post retention strength.

Keywords: Shear strength; Cementation; Friction; Tooth, nonvital; Post and core technique.



Introdução

1 Introdução

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente é praticada diariamente na clínica odontológica e este fato pode ser atribuído a várias causas, tendo como principais: cáries, ampliação do diâmetro anatômico durante o preparo biomecânico e desgaste excessivo no preparo do espaço protético para retentores metálicos fundidos (Carvalho et al.¹⁸, 2005; Sadek et al.⁸⁸, 2007). Estas causas fazem com que o prognóstico, em muitos casos, seja duvidoso, portanto, as terapêuticas endodônticas e restauradoras deveriam ser conduzidas de forma a preservar a estrutura dental e prover resistência ao dente tratado endodonticamente (Akgungor, Akkayan¹, 2006; D’Arcangelo et al.²⁵, 2007).

Desta forma, é importante o desenvolvimento de novas técnicas, protocolos e materiais como forma de ampliar as opções restauradoras de reforço radicular, proporcionando melhor aproveitamento do remanescente dentário (Clavijo et al.²⁰, 2009) e possibilitando a recuperação de dentes extremamente destruídos em uma única sessão (Moosavi et al.⁷⁸, 2008). Na literatura, vários pesquisadores preconizaram o uso da resina composta fotopolimerizável como material de preenchimento e reforço intra-radicular em raízes fragilizadas, buscando aumentar sua resistência e capacidade de absorver e distribuir

as forças de maneira mais uniforme (Steele¹⁰¹, 1973; Saupe et al.⁹³, 1996; Sadek et al.⁸⁸, 2007; Moosavi et al.⁷⁸, 2008; Clavijo et al.²⁰, 2009).

Com o desenvolvimento dos pinos fototransmissores, o uso da resina composta tornou-se viável para o reforço das paredes do canal radicular, pois além de realizar a fotopolimerização em um nível maior de profundidade, promove nova configuração morfológica e adequa o diâmetro do canal ao de um retentor metálico fundido ou pré-fabricado (Freedman³⁵, 2001; Mallmann et al.⁶⁶, 2007). Entretanto, é importante ressaltar que a fotoativação da resina composta ocorre, no máximo, em até 2 a 3 mm de profundidade, devido ao efeito limitado da transiluminação na resina composta (Mendoza et al.⁷³, 1997), não podendo ser amplamente indicada.

Vários são os tipos de retentores intra-radulares existentes no mercado e a análise do remanescente radicular é um dos requisitos imprescindíveis para opção de escolha entre elas; ainda assim, em alguns casos, a seleção do sistema ideal tem resultado em insucessos, devido, basicamente, ao deslocamento desses retentores (Kremeier et al.⁵⁴, 2008). Outros fatores também estão relacionados à indicação de um sistema de pinos: a configuração interna do canal e morfologia da raiz; o diâmetro, superfície e configuração geométrica dos pinos (Goracci et al.⁴⁰, 2005; Bell-Ronnlof et al.⁹, 2007).

Nos últimos anos, o crescente interesse pela área estética e pela biocompatibilidade dos materiais restauradores com os tecidos dentais levou ao desenvolvimento dos pinos reforçados por fibras envoltas numa matriz de resina que, dentre outras características importantes, apresentam coloração muito próxima à da estrutura dental (Freedman³⁵, 2001; Wang et al.¹¹², 2008). O retentor de fibra de vidro, que tem sido bastante utilizado em procedimentos clínicos, pode ser encontrado em diversas formas e tamanhos anatômicos, viabilizando diferentes técnicas de tratamento (Teixeira et al.¹⁰⁶, 2006; Sadek et al.⁸⁸, 2007; Clavijo et al.²⁰⁻²² 2006, 2008, 2009).

No entanto, maior desafio é encontrado diante da restauração de dentes com perda prévia de quantidades significantes de estrutura dental coronária e radicular, sejam através da recidiva de cárie; infiltrações no núcleo intra-radicular; remoção de pinos cimentados anteriormente, além de tratamento endodôntico mal executado, ocasionando assim, destruição interna e fragilização do canal radicular. Diante de tais fatos, é inevitável o enfraquecimento da raiz, e por conseguinte, maior susceptibilidade à fratura (Lui⁶¹, 1987; Lui⁶², 1994).

Para evitar a extração precoce dessas raízes fragilizadas, o preenchimento dos defeitos radiculares com materiais restauradores como: cimento de ionômero de vidro quimicamente ativado, cimento resinoso, resina composta e cimento de ionômero de vidro modificado por

resina e/ou retentores intra-radulares fibro-resinosos têm sido sugeridos (Lui⁶², 1994; Lui⁶³, 1999; Clavijo et al.²⁰⁻²² 2006, 2008, 2009).

Assim, torna-se fundamental buscarmos alternativas aos sistemas de núcleos convencionais, uma vez que, a substituição da dentina intra-radicular destruída, por núcleos metálicos fundidos, poderá gerar efeito de cunha, levar à fraturas radulares extensas e condenar o dente à extração (Heydecke⁴⁷, 2002).

Na última década, com a evolução dos sistemas adesivos, materiais restauradores adesivos e retentores fibro-resinosos, a reabilitação dos dentes tratados endodonticamente passou a ser realizada através de outros métodos, uma vez que, ao contrário dos retentores metálicos e cerâmicos, esses retentores, independente do tipo de fibra, apresentam adesividade à estrutura dental e ao material restaurador, formando assim uma estrutura homogênea. Deve ser ainda considerado que possuem módulo de elasticidade próximo ao da dentina, permitindo distribuição mais uniforme das forças mastigatórias para o remanescente dental. A literatura relata estudos com inexistência de fraturas (Ferrari et al.³², 2000; Heydecke et al.⁴⁷ 2002; Eskitascioglu et al.²⁷, 2002) e alguns autores justificam-na às propriedades biomecânicas dos mesmos serem semelhantes às da estrutura dental (Akkayan et al.², 2002; Lassila et al.⁵⁷, 2004).

Como alternativa para melhorar a adaptação dos retentores pré fabricados de fibra de vidro nos canais, uma vez que a perda de retenção de pinos de fibra de vidro é o tipo de falha mais freqüentemente observado (Ferrari et al.³¹, 2001). Esta retenção do pino no canal radicular é crítica para ancoragem bem sucedida da restauração coronária e sua adaptação às paredes do canal também representa importante elemento na performance biomecânica da restauração (Iglesia-Puig , Arellano-Cabornero⁵⁰, 2004). Esta retenção também é influenciada por diversos fatores relacionados ao retentor, cimento e interação da dentina-cimento e cimento-retentor (Sahafi et al.⁹⁰, 2004; Grandini et al.⁴⁴, 2005).

Se o retentor selecionado adapta-se às paredes ou à conformação e tamanho do canal, esta pode ser uma opção mais conservadora, pois menos dentina sadia será removida, melhorando a resistência à fratura bem como a retenção do retentor (Fernandes et al.²⁹, 2003), pois existirá a associação da retenção química com embricamento mecânico das superfícies radiculares e do retentor.

Quando não existe adequada adaptação do retentor, a linha de cimentação torna-se muito espessa, o que pode levar à formação de bolhas e falhas, que predispõe à falha de união (Grandini et al.⁴⁴, 2005). Outro aspecto desta espessura aumentada é o maior volume de cimento, que além de possuir propriedades mecânicas inferiores, pode

gerar maior contração de polimerização e conseqüentemente uma maior incidência de tensões na interface de união.

Para melhorar a retenção e diminuir a linha de cimentação, principalmente em canais amplos ou fragilizados o procedimento mais comumente utilizado é a seleção do retentor com diâmetro e forma que mais se adapte ao canal, ou a realização de preparo das paredes deste conduto para adaptá-lo, principalmente no terço apical. Atualmente, tem-se buscado novas técnicas que visem estes objetivos preservando mais estrutura dentária (Cailleteau et al.¹⁵, 1992; Lui⁶² 1994; Grandini et al.⁴³, 2003; Schwartz, Robbins⁹⁵, 2004; Clavijo et al.²⁰⁻²² 2006, 2008, 2009), bem como melhorando os aspectos mecânicos do sistema. Entre elas, a técnica do reembasamento do retentor de fibra de vidro com resina composta (pino anatômico) mostra-se mais promissora, pois cria um retentor individualizado, melhorando sua adaptação (Grandini et al.⁴³ 2003; Velmurugan, Parameswaran¹⁰⁸, 2004; Clavijo²⁰⁻²², 2006, 2008, 2009), que traz como conseqüência melhor enbricamento mecânico e diminuição da linha de cimentação (Grandini et al.⁴⁴, 2005; Clavijo et al.²⁰, 2009; Macedo et al.⁶⁵, 2010).

Assim, com o crescente uso dos retentores de fibra de vidro, torna-se imperativo buscar técnicas e materiais que proporcionem reabilitações estéticas e funcionais (Kimmel⁵³, 2000), através da melhora das propriedades físicas e mecânicas de todo o sistema de retenção. Por

este motivo, e pelo fato da proposta de melhora da retenção através da técnica de reembasamento com resina composta ser bastante recente, e conseqüentemente, poucos estudos estarem disponíveis na literatura, buscou-se avaliar, neste estudo, a capacidade de melhora da retenção de pinos de fibra de vidro através do reembasamento com compósito. Desta forma, podendo contribuir com a comprovação científica da efetividade da técnica, e conseqüentemente, mais uma opção de tratamento.



Revisão da Literatura

2 Revisão da Literatura

Observando o crescimento da utilização de cimentos resinosos para ancoragem de pinos endodônticos, Liberman et al.⁵⁹, em 1989, avaliaram o efeito de tratamentos superficiais em dentina em relação à retenção de pinos intra- radiculares pré-fabricados. Realizaram ensaio mecânico do tipo pull-out e os resultados mostraram que a utilização de tratamento superficial da dentina com sistemas adesivos aumentou significativamente a retenção dos pinos fixados com cimento resinoso. Os autores afirmam que a retenção de um pino depende de sua forma, comprimento no interior do conduto, característica superficial, tipo de cimento utilizado e a superfície dentinária disponível no canal preparado.

Cailleteau et al.¹⁵, em 1992, utilizaram o método de elementos finitos para determinar os efeitos da distribuição de tensões de um pino metálico cilíndrico ao longo das paredes do canal radicular. Utilizaram quatro modelos bidimensionais de incisivos centrais superiores, incluindo ligamento periodontal e osso alveolar: o primeiro modelo representava dente intacto; o segundo, dente desvitalizado restaurado com amálgama; o terceiro, dente com coroa total; e o último, dente com pino e coroa total. Consideraram como isotrópicos os materiais que compuseram os modelos, ou seja, possuíam as mesmas propriedades, independente da direção de aplicação da carga. Submeteram cada

modelo à força de 1N na superfície lingual do dente. Os resultados mostraram flutuação de tensões nas paredes dos canais de todos os modelos, o que significa que o pino não distribui as tensões uniformemente ao longo da raiz. Para o modelo com pino de extremidade paralela, a força de compressão gerou alta concentração de tensões junto ao seu término apical.

Chan et al.¹⁶ realizaram estudo laboratorial em 1993 visando comparar a retenção de pinos pré-fabricados em canais estreitos e amplos com intuito de verificar se a adaptação do pino às paredes do conduto influenciava sua retenção. Para isso, selecionaram 83 dentes humanos uniradiculares que receberam preparos para cimentação de pinos de aço inoxidável, Parapost Plus (Whaledent), utilizando cimentos de fosfato de zinco, de poliacarboxilato de zinco, de ionômero de vidro e resinoso. Realizaram ensaio mecânico do tipo pull-out, e os resultados obtidos mostraram que pinos fixados com cimento resinoso apresentaram resistência ao deslocamento significativamente superior aos demais para os dois tipos de preparo, e que em canais amplos, todos os cimentos obtiveram resultados superiores aos condutos estreitos. Os autores enumeram algumas variáveis que devem ser levadas em conta ao se analisar a retenção de pinos intra-radiculares como diferenças estruturais da dentina devido à idade do paciente, grau de umidade dentinária no conduto, ensaio mecânico utilizado, inclusão de bolhas durante a cimentação, controle do posicionamento idêntico de todos os pinos

cimentados visando uma linha de cimentação uniforme. Afirmaram também que a resistência à compressão não é um fator exato para determinar a predisposição retentiva de cimentos em situações onde existe boa adaptação do pino às paredes do canal radicular.

Buscando comparar a retenção e estabilidade de pinos intra- radiculares, Keyf,Sahin⁵² (1994) avaliaram três sistemas de retentores pré- fabricados, Flexi-Post, Parapost e Brassler, variando seus diâmetros. Selecionaram 42 raízes de incisivos superiores, que receberam tratamento endodôntico. Cimentaram os diferentes pinos com cimento de fosfato de zinco para então realizarem os testes. Na primeira etapa do estudo, aplicaram força de tração no sentido do longo eixo dos pinos, com velocidade de 1 mm por minuto até deslocá-los. Em uma segunda etapa, aplicaram força de compressão em ângulo de 130°, à velocidade de 5 mm por minuto. Analisaram estatisticamente os resultados obtidos, observando que para os diâmetros menores dos pinos não houve diferença na resistência à tração. Encontraram diferenças entre os grupos com diâmetros médio e largo, onde o pino Flexi-Post de tamanho intermediário apresentou-se duas vezes mais retentivos que os demais. Quando aplicada carga tangencial de compressão, este pino também se demonstrou mais estável que os demais, quando comparados aos preparos de menor diâmetro. Para os maiores diâmetros, não encontraram diferenças significativas entre os grupos estudados.

Defende-se que as resinas compostas podem ser utilizadas como material de reforço para reconstrução de dentes tratados endodonticamente bastante destruídos e com canais amplos. No entanto, o controle de uma resina autopolimerizável é difícil, pois esta polimeriza rapidamente no interior do canal radicular. Por outro lado, os compósitos fotopolimerizáveis são mais fáceis de trabalhar, mas sua polimerização pode ser problemática nas regiões mais profundas do conduto.

Observando isto, Lui⁶² (1994) relatou uma técnica para reforçar canais amplamente destruídos com resina composta utilizando pinos plásticos transmissores de luz, que permitem a condução da luz ao longo deste proporcionando, desta forma, a polimerização mesmo em regiões mais profundas, possibilitando a reconstrução e reforço de raízes enfraquecidas. O autor também ressalta que ao mesmo tempo em que este tipo de pino permite a polimerização desta resina composta, este forma um espaço ideal para posterior cimentação de retentor intraradicular que se adapta intimamente ao espaço criado.

Em 1994, Mendoza, Eakle⁷³ avaliaram a capacidade retentiva pinos de fibra de vidro utilizando quatro diferentes agentes de cimentação unidos ao canal radicular. Utilizaram sessenta caninos superiores, divididos em quatro grupos de quinze amostras, sendo cada grupo restaurado com um tipo de cimento: C & B Metabond, Panavia, All-Bond 2 e Ketac-Cem. Realizaram testes de tração, e estes indicaram que o cimento C & B Metabond apresentou-se significativamente mais

retentivo que os demais. Não encontraram diferenças entre Panavia e All Bond, sendo o último inferior ao Ketac-Cem. Os autores citam que a função primária do pino é retenção ao núcleo, o que sugere a utilização de cimentos com maior capacidade retentiva. Enfatizam em sua discussão que os cimentos de fosfato de zinco têm sido utilizados durante muitos anos, mas cimentos resinosos têm sido defendidos por sua união aos metais e estrutura dental ser superior aos demais cimentos. Reforçam a idéia de que o pino deve ser indicado onde a retenção seja fator crucial para sucesso da restauração. Criticam cimentos resinosos em virtude do excesso de passos e pelo reduzido tempo de trabalho, que pode evitar o correto assentamento do pino. Recomendam a utilização de um cimento resinoso em casos de maior destruição coronária, onde é requerida retenção máxima, e relatam que se consegue a otimização da microrretenção mecânica através da aplicação de ácido e sistema adesivo na dentina previamente ao cimento.

A restauração de dentes severamente destruídos e endodonticamente tratados tornou-se procedimento comum, especialmente com uso de retentores intra-radiculares. Seguindo esta linha de pesquisa, Leary et al.⁵⁸, em 1995, realizaram estudo avaliando a resistência de união de três cimentos. Para isso, selecionaram quarenta incisivos centrais superiores humanos divididos em quatro grupos com dez elementos cada, removendo, então, as coroas e padronizando o comprimento das raízes em 14 mm. Para cada grupo, realizaram-se os

seguintes tratamentos: cimento resinoso (Comspan) associado ao sistema adesivo Gluma, Comspan sem a associação ao Gluma, cimento de fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro, todos utilizados para cimentar núcleos metálicos fundidos. Realizou-se ensaio mecânico do tipo pull-out e analisaram estatisticamente os dados coletados. Os autores puderam concluir que dentre os cimentos estudados, o cimento resinoso associado ao sistema adesivo proporcionou melhora na retenção e diminuição da variabilidade dos resultados, ao mesmo tempo em que aumentou a resistência ao deslocamento.

A preservação de raízes debilitadas através do preenchimento do conduto radicular com materiais adesivos mostra-se bastante promissora em estudos disponíveis na literatura. Em face disto, Martins ⁷²(1995) realizou estudo objetivando avaliar a resistência à fratura de raízes debilitadas preenchidas com materiais adesivos, empregando-se dentes humanos uniradiculares com núcleos metálicos fundidos cimentados, analisando-se os seguintes grupos: preparo convencional (controle positivo), raízes debilitadas (controle negativo), raízes preenchidas com ionômeros de vidro químicos (Chelon-Silver e Ketac-Bond), raízes preenchidas com ionômero fotoativado (Vitremer) e raízes preenchidas com sistemas adesivos associados a compósitos (Herculite XRV e Z100). Após remoção da coroa clínica dos dentes, prepararam-se as raízes para receberem os devidos tratamentos, seguindo-se com a confecção dos padrões em resina acrílica para posterior inclusão e

fundição destes em liga de Cu-Al. Cimentaram-se os núcleos, realizando, então, ensaio mecânico de compressão em máquina de ensaios universal até ruptura da raiz, sendo os resultados obtidos coletados e analisados estatisticamente. Concluiu-se que dentre os materiais testados, o compósito Z100 obteve melhor desempenho que todos os demais, inclusive em relação ao controle positivo. O ionômero de vidro vitremer, o compósito Herculite XRV e o Chelon-Silver apresentaram resultados semelhantes entre si e ao controle positivo. Já o cimento de ionômero de vidro Ketac-Bond apresentou comportamento inferior em relação a todos os outros grupos, exceto ao controle negativo.

Através de um modelo tridimensional para análise de elementos finitos, Holmes et al.⁴⁸ (1996) estudaram a influência das dimensões dos pinos intra- radiculares na distribuição de tensões sobre a dentina em dentes não vitais. Desenharam um dente para representar um canino superior, restaurado utilizando diferentes tipos de pinos metálicos pré-fabricados, núcleo e prótese metalo-cerâmica. O modelo padrão apresentava pino paralelo com 1,4 mm de diâmetro e 13 mm de comprimento. Realizaram modificações nas dimensões e forma dos pinos, simulando pinos mais largos ou estreitos e paralelos ou cônicos. Para cada modelo gerado, simularam aplicação de carga de 100 N em ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente, por vestibular. Computaram as resistências à compressão, tração e cisalhamento e com base nos resultados obtidos observaram que a distribuição das forças de tensão e

compressão apresentaram-se semelhantes em todos os casos. A máxima força de tração localizava-se na face lingual, próxima à crista óssea, enquanto que se detectou a máxima força de compressão na face vestibular das raízes. A máxima força de cisalhamento ocorreu adjacente ao pino, sendo similar em todos os modelos gerados. Os resultados também mostraram que quanto mais se reduzia o comprimento dos pinos, mais se elevava a força de cisalhamento. Os autores não detectaram diferença entre a distribuição de cargas quando compararam os pinos paralelos e cônicos.

No ano de 1996, Purton, Payne⁸⁷ verificaram que fibras de reforço poderiam ser utilizadas em diversos campos da odontologia, e que o sistema Composipost (RTD), composto de fibras de carbono unidirecionais de 8 µm embebidas em matriz epóxica, poderia ser uma boa alternativa em substituição aos pinos metálicos. Pelo fato do sistema apresentar composição de 64% em peso de fibras e o restante ser material resinoso, apresenta vantagem de se unir facilmente ao núcleo em compósito e aos agentes de cimentação resinosos, baseados em Bis-GMA. A partir destes conhecimentos, os autores compararam a resistência à flexão de pinos de carbono Composipost com 1,4 mm de diâmetro e pinos de aço inoxidável Parapost com 1,25 mm, quando reconstruídos com resina composta Ti-Core. Os resultados mostraram que os pinos de carbono apresentaram resistência à flexão de 319 GPa, sendo estatisticamente superior aos pinos de aço com 213 GPa.

Verificaram, também, que a adesão do compósito aos pinos de aço ($65,6 \pm 15,6$ kg) mostrou-se estatisticamente superior à dos pinos de carbono ($38,9 \pm 12,1$ kg).

Saupe et al.⁹³, em 1996, estudaram o comportamento de dois diferentes sistemas de pinos/núcleos metálicos fundidos cimentados em dentes tratados endodonticamente com paredes radiculares estruturalmente comprometidas. Para o primeiro sistema, cimentaram os pinos diretamente sobre as paredes enfraquecidas. No segundo sistema, realizaram reforço do conduto radicular com resina composta antes da confecção do pino. Também investigaram se a realização de abraçamento dentinário pela coroa, com 2 mm, apresentava significância na resistência à fratura da restauração final. Confeccionaram todos os núcleos em ouro e fixaram estes utilizando cimento resinoso (Enforce). Realizaram, então, ciclagem térmica e posteriormente incluíram estas raízes em cilindros de resina acrílica com simulação de ligamento periodontal. Submeteram as amostras ao teste de resistência à fratura e observaram que a maioria das falhas, mais que 80%, ocorreram devido à fratura radicular. Observaram também que houve aumento significativo da resistência de raízes reforçadas com compósito. Outro ponto apurado pelos autores mostra que não existiram diferenças com relação à presença ou não de abraçamento dentinário entre raízes com reforço com resina composta.

Em 1996, Patierno et al.⁸¹ avaliaram a resistência de união da resina composta Herculite XRV, associada ao sistema adesivo de polimerização dual Optibond, à dentina do terço cervical do canal radicular de incisivos bovinos, utilizando técnica de aplicação de compósito direta e indireta. Realizaram secção transversal do terço radicular cervical com 4 mm de espessura. Ampliaram o diâmetro do canal radicular, padronizando preparo com formato cônico, tratando, então, a superfície dentinária com sistema adesivo e preenchendo o conduto com resina composta fotopolimerizável tanto pela técnica direta, de forma incremental, quanto pela forma indireta, através da fixação de inlays pré-polimerizadas. Realizaram teste push-out, e encontraram valores de retenção de $8,5 \pm 2,7$ MPa para o grupo de compósito aplicado indiretamente, que foram significativamente superiores ao grupo de resinas compostas aplicadas diretamente, que obtiveram valores de $5,0 \pm 1,9$ MPa. Avaliaram, também, as amostras em microscopia eletrônica de varredura, e observaram que a técnica indireta mostrou maior densidade e comprimento dos tags de resina quando comparada à técnica direta, fato este que poderia ser explicado pela maior pressão hidráulica contra as paredes radiculares impregnadas pelo sistema adesivo. Concluíram que o uso da técnica indireta proporciona aumento da retenção de compósitos em dentina radicular tratada com sistema adesivo.

O objetivo do trabalho realizado por Wakefield et al.¹¹¹ em 1998, foi utilizar o teste push-out para comparar a resistência ao cisalhamento de seis adesivos dentinários à dentina superficial e profunda após o armazenamento em água por 24 horas e 6 meses. Incluíram os dentes em resina acrílica, armazenando-os em água em estufa a 37°C. Em seguida, seccionaram-se estes em plano horizontal logo abaixo da junção cimento-esmalte com uma lâmina de diamante de 0,3 mm. Realizou-se outro corte logo abaixo deste, obtendo-se duas lâminas de 3,0 mm de espessura, sendo uma em dentina superficial e outra em dentina próxima à polpa-profunda. Realizaram perfurações cilíndricas com brocas de 1,55 mm de diâmetro nestas amostras, sendo possível obter-se de três a quatro perfurações em cada dente. Confeccionaram-se restaurações com resina composta (Prodigy) após 24 horas utilizando um dos seis sistemas adesivos em estudo: Tenure Quick, Probond, One Step, Prime & Bond, Scotchbond MP Plus e Optibond FL. Inseriu-se a resina em dois incrementos, sendo cada um fotoativado por sessenta segundos. Após 24 h e 6 meses com armazenagem em água destilada a 37°C, os discos de 3,0 mm de dentina foram posicionados em uma plataforma de aço com as amostras de 1,5 mm de resina centralizadas em um orifício de 2,0 mm na plataforma. Posicionou-se ponta de aço com 1,0 mm de diâmetro no centro da restauração realizando, então, o deslocamento da resina através de máquina de ensaios hidráulica, com velocidade de 1,0 mm/min. Registraram a força necessária para o deslocamento da resina

em kgf, convertendo esta através da divisão da força pela área da interface da resina composta unida. A aplicação do teste t demonstrou diferenças significativas entre as dentinas superficiais e profundas, tanto após 24 horas quanto após seis meses para todos os sistemas adesivos exceto Tenure Quick. O adesivo Optibond FL apresentou aumento significativo de resistência, sendo mais resistente em seis meses do que em 24 horas, tanto para dentina superficial quanto para profunda, sendo a resistência de união deste também superior a todos os outros adesivos em estudo. Entre os adesivos de frasco único, o Prime & Bond apresentou os maiores valores, seguido do One Step e por último o Tenure Quick, que por sua vez apresentou valores não satisfatórios de união.

Para mensurar e comparar a retenção de pinos intraradiculares serrilhados fixados com cimentos de ionômero de vidro, resinoso e ionômero modificado por resina, Love, Purton⁶⁰, em 1998, utilizaram cinquenta dentes humanos uniradiculares, sem suas coroas, tratados endodonticamente e inclusos em blocos de resina. Realizaram preparos padronizados com 10 mm de profundidade e 1,5 mm de diâmetro para receber pinos metálicos serrilhados de aço inoxidável. Dividiram as amostras em cinco grupos, testando um cimento de ionômero de vidro convencional, dois tipos de cimentos resinosos e dois tipos de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Realizou-se ensaio mecânico pull-out à velocidade de 5 mm/min até deslocamento

do pino. Coletaram-se os dados, realizando análise estatística através do teste T de Student e teste U de Mann-Whitney ($p < 0,01$). Os autores não encontraram diferenças significativas entre os cimentos resinosos e de ionômero de vidro convencional. Por outro lado, os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentaram-se estaticamente inferiores aos demais e não diferiram entre si.

Devido à grande divergência com relação a utilização dos diferentes tipos retentores intra-radulares para dentes tratados endodonticamente, Stockton¹⁰², em 1999, realizou extensa revisão de literatura, buscando formular uma série de diretrizes para auxiliar o cirurgião-dentista na seleção de pinos intra- radulares que poderiam otimizar a retenção ao mesmo tempo que limitaria a chance de ocorrer fratura do remanescente. Baseado nesta literatura, o autor afirma que o dentista deve adequar-se aos requisitos de cada elemento a ser restaurado, e que existe um equilíbrio exclusivo entre maximizar a retenção e manter a resistência à fratura radicular. Com isso, a recomendação através da literatura revista é que a utilização de pinos paralelos e passivos deve ser o sistema de escolha para a maioria dos casos, visto que a passividade induz a menos tensões e o paralelismo promove maior retenção mecânica.

Observando o crescimento da utilização de pinos intra-radulares pré- fabricados, Asmussen et al.⁶ (1999) avaliaram a dureza, limite de elasticidade e resistência à fratura de 3 diferentes tipos de

retentores pré-fabricados, sendo dois pinos de zircônia (Biopost e Cerapost), um pino de titânio (PCR) e um pino de fibra de carbono (Composipost). Cimentaram todos os pinos com Panavia 21 em uma base metálica onde realizaram perfurações de forma a deixar apenas 4,8 mm da porção coronária exposta. Armazenaram os espécimes por 24 horas a 37°C para polimerização final do cimento. Realizaram, então, teste mecânico com os pinos colocados a 45° em relação à base da máquina de ensaios universal, aplicando tensão progressiva com velocidade de 0,5 mm/min, buscando produzir uma curva de força/deflexão. Utilizaram dez amostras em cada grupo e submeteram os dados coletados à análise estatística. Entre os pinos de zircônia, não encontraram diferenças estatísticas, mas estes se apresentaram mais duros e com maior limite de elasticidade do que os pinos de titânio. Os pinos de fibra de carbono obtiveram valores inferiores em todas as propriedades analisadas em relação aos demais. Os resultados também mostraram valor de limite de elasticidade muito próximo aos de resistência à fratura para os pinos de zircônia, indicando que estes pinos mostram-se mais frágeis e não apresentam ductibilidade. Por outro lado, os pinos de titânio e fibras de carbono apresentaram limites de elasticidade menores do que sua resistência à fratura, o que indica comportamento mais plástico e conseqüentemente melhor absorção e distribuição de forças.

Em dezembro de 1999, Mannocci et al.⁶⁷ avaliaram, através de microscopia confocal e eletrônica de varredura, dentes

tratados com pinos de fibra, metálicos e resina composta. Selecionaram 42 pré-molares uniradiculares, tratados endodonticamente e divididos em sete grupos com seis elementos cada. Em cinco grupos, utilizaram-se três diferentes tipos de pinos de fibra de carbono, pino de fibra de vidro e pino de titânio, associados ao sistema adesivo All Bond 2 e cimento resinoso C&B. Para os dois demais grupos, utilizaram-se dois tipos de retentores de fibra de carbono fixados com cimento resinoso Panavia 21. Após três semanas de armazenagem em soro fisiológico, seccionaram-se longitudinalmente as raízes onde se observou uma metade em microscopia confocal e a outra em microscopia eletrônica de varredura. Avaliaram a presença da zona de interdifusão resina-dentina, falhas nas interfaces pino-resina-dentina e a ultra-estrutura dos pinos de fibra avaliados. O exame através da microscopia confocal revelou que os grupos restaurados com o sistema All Bond 2 apresentaram, significativamente, maior porcentagem de formação da zona de interdifusão resina-dentina do que os grupos restaurados com o Panavia 21. Observaram, também, muita semelhança entre o tamanho das fibras e a estrutura dos pinos testados, e que em todas as marcas, encontraram espaços presentes no interior da estrutura destes retentores.

A retentividade dos pinos de fibra ao conduto radicular tem sido objeto de estudos por alguns autores. Drummond²⁶, em 2000, realizou estudo com intuito de comparar, através de teste de tração, a retentividade de pinos metálicos e pinos de fibra às paredes do canal. O

autor também investigou o efeito da ciclagem térmica na resistência flexural destes pinos. Utilizou terceiros molares extraídos com a porção coronária removida e preparou os canais dos dentes. Aplicou-se nos pinos o sistema adesivo All Bond 2, fixando-os com cimento resinoso C&B Cement. Os pinos metálicos de aço não receberam aplicação do sistema adesivo, porém foram fixados com o mesmo cimento resinoso. Utilizaram amostra de vinte dentes por grupo, sendo estes compostos segundo o tipo de retentor utilizado: pinos de fibra de vidro (Fibrekor Post e Light Post), pinos de fibra de carbono (Carbon Post), pinos de fibra de carbono cobertos com partículas de quartzo (Aesthetic Post), e pinos de aço inoxidável. Manteve os dentes em umidade de 100% previamente à realização do ensaio mecânico. Em máquina de ensaios Instron, com velocidade de 2,0 mm/min realizou-se o teste de tração. Obtiveram-se os valores de resistência mensurando a área do pino unida à raiz dividida pela força de deslocamento deste. A análise estatística dos resultados indicou não haver diferenças significativas entre os grupos testados, sendo os resultados de união satisfatórios. Houve, no entanto, decréscimo na resistência flexural dos pinos de fibras após ciclagem térmica. Os autores acreditam que o real significado clínico destes achados ainda deva ser pesquisado.

Para comprovar a eficácia de pinos intra-radulares de fibra de vidro, Ferrari et al.³²(2000) realizaram estudo clínico longitudinal com pacientes que receberam pinos pré-fabricados estéticos de fibras de

vidro e de carbono. Avaliaram, por um período de um a seis anos, pinos de fibra de carbono, Composit, e dois sistemas de pinos de fibra de vidro, Aesthetic e Aesthetic Plus. Incluíram neste estudo 1.304 pinos cimentados em dentes tratados endodonticamente, sendo 840 pinos Composit, 215 Aesthetic e 249 Aesthetic Plus. Utilizaram quatro diferentes combinações de sistemas de fixação e realizaram a restauração final com coroas metalocerâmicas (52%), coroas em cerâmica pura (38%) e o restante com restaurações diretas em compósito. Acompanharam periodicamente estes pacientes em intervalos de seis meses, realizando, em cada retorno, avaliações clínicas e radiográficas dos dentes incluídos na pesquisa. Os dados coletados ao longo das avaliações mostraram insucesso de 3,2% dos casos por duas razões distintas: 25 pinos soltaram-se durante a remoção da restauração provisória e 16 dentes apresentaram lesões periapicais, identificadas pelo exame radiográfico. Não houve diferença estatística entre os quatro grupos estudados. Baseados em suas observações, os autores afirmaram que os pinos de fibra podem ser utilizados rotineiramente para restauração de dentes tratados endodonticamente, e relatam também que fraturas não podem ser correlacionadas com estes tipos de pino.

Em maio de 2000, Ferrari et al.³⁰ realizaram estudo longitudinal do comportamento clínico de núcleos metálicos fundidos e pinos de fibra de carbono Composit após quatro anos. Selecionaram-se duzentos pacientes, posteriormente divididos em dois grupos com cem

dentados cada, tratados endodonticamente. O grupo 1 constitui-se de dentes restaurados utilizando-se pinos de fibra de carbono através de técnica adesiva, enquanto que para o grupo 2 realizaram-se núcleos metálicos fundidos através de técnica tradicional. Para avaliação, chamaram os pacientes após 6 meses, 1, 2 e 4 anos onde se realizavam avaliações clínica e radiográfica, registrando os resultados endodônticos e protéticos. As avaliações mostraram resultados estatisticamente superiores dos pinos de fibra de carbono após 4 anos de acompanhamento, onde os autores concluíram que o estudo indica uma superioridade do sistema Composipost em relação aos núcleos metálicos fundidos.

Informações detalhadas da estrutura dentinária são essenciais para interpretação de dados referentes às investigações com sistemas adesivos, especialmente pelo fato de diversos substitutos aos dentes humanos estarem sendo propostos. Observando isto, Schilke et al.⁹⁴ (2000) comparam o número e o diâmetro dos túbulos dentinários de superfícies preparadas semelhantemente de incisivos bovinos, dentes humanos decíduos e terceiros molares. Para os dentes bovinos, utilizaram a coroa e as raízes. Nas amostras de dentes humanos, utilizaram apenas as coroas. A densidade tubular na região média da dentina radicular bovina apresentou-se maior do que em dentes decíduos, permanentes e porção coronária de incisivos bovinos. Não encontraram diferenças significativas entre os três tipos de regiões coronárias para

densidade tubular e diâmetro dos canalículos. Os resultados sugerem que preparos padronizados utilizando dentes bovinos podem atuar como substitutos aos dentes humanos em estudos de adesão.

Buscando analisar as possibilidades do uso de sistemas adesivos em canais radiculares para obtenção da adesão de sistemas de retenção intra- radiculares, Ferrari et al.³⁴, em 2000, avaliaram *in vitro* a morfologia dentinária de condutos radiculares em termos de orientação dos túbulos dentinários, densidade e aumento da área de superfície após o condicionamento ácido. Para isso, selecionaram-se trinta dentes anteriores divididos em três grupos aleatoriamente, onde utilizaram as amostras do Grupo 1 para análise da morfologia tubular em MEV. As amostras dos Grupos 2 e 3 receberam condicionamento com ácido fosfórico a 32%. Examinaram os dentes do Grupo 2 em MEV sem tratamento posterior ao condicionamento. Já as amostras do Grupo 3 receberam tratamento com sistema adesivo e cimentação de pinos de fibra no canal radicular, sendo então processados para análise da formação da camada híbrida e tags de resina nos túbulos dentinários. Realizaram-se as observações segundo a região radicular, realizando a estimativa de densidade de túbulos e o cálculo do aumento da área disponível para adesão após condicionamento ácido. As observações demonstraram variabilidade da densidade e orientação dos túbulos dentinários em todas as amostras, existindo diferenças significativas nesta densidade dependendo da localização. A área de dentina radicular

disponível para adesão após o condicionamento aumentou em 202% no terço cervical, 156% no terço médio e 113% no terço apical. As amostras do Grupo 3 mostraram que a espessura da camada híbrida depende da densidade tubular, onde se observou que em setores com menor densidade de túbulos dentinários a camada híbrida apresentou espessura significativamente menor que em áreas com maior densidade tubular. Os autores puderam também concluir que o aumento da superfície dentinária após o condicionamento ácido pode ser responsável pela melhora da força de adesão, mas nem todas as áreas apresentaram igual resposta ao condicionamento.

Em dezembro de 2000, Kimmel⁵³ descreveu e ilustrou uma técnica para construir pino e núcleo para retenção de coroas em dentes contendo defeitos estruturais que requeriam suporte de pinos. O autor associou uma fibra de polietileno (Ribbond) de alto módulo de elasticidade e alto peso molecular com pino de fibras de vidro (Fibrekor), sistema adesivo (Optibond) e resina composta de preenchimento quimicamente ativada. Inicialmente realizava o preparo superficial da dentina radicular, seguido pela inserção da fibra de polietileno, saturada de adesivo, ao longo de toda extensão do canal, impregnada com resina composta quimicamente ativada para posterior inserção do pino de fibra de vidro. A técnica descrita permite, segundo o autor, remoção mínima da estrutura dental de suporte remanescente e cria um pino que promova suporte ao núcleo e ao mesmo tempo reforce a raiz internamente. Desta

maneira, raízes com paredes delgadas e frágeis pela destruição por cárie, fratura vertical ou preparo extenso poderiam ser utilizadas como suporte para coroas ou prótese fixa. Concluiu, também, que com a fusão química resultante das paredes internas do preparo aos materiais aplicados em seu interior, cria-se reforço ao longo da raiz e estabilização de pino de corpo único e uniforme.

O desenvolvimento dos sistemas adesivos, bem como o crescimento do seu uso para cimentação de pinos intra-radulares trouxe a necessidade de se medir a força de adesão nas regiões ao longo do conduto radicular. Observando isto, Gaston et al.³⁶, em seu estudo em 2001, verificaram, através de teste mecânico de microtração, se existia diferença na força de adesão de cimentos resinosos (C&B Metabond e Panavia 21) aos terços radulares, cervical, médio e apical. autores concluíram que os sistemas adesivos são semelhantes nos dois quesitos estudados.

Ferrari et al.³¹, em 2001, estudaram, através de microscopia eletrônica de varredura, o mecanismo de união de um sistema adesivo de passo único aplicado de três diferentes maneiras nos três terços radulares, em comparação com o sistema convencional para cimentação adesiva de pinos de fibras de vidro. Os autores avaliaram a formação de prolongamentos de resina, ramificações e camada híbrida; a eficiência de pinos translúcidos na fotoativação do adesivo e do cimento; a eficiência de um micropincel em levar a solução primer-adesivo ao terço

apical do canal preparado; e se os diferentes procedimentos clínicos podem afetar o mecanismo de união. Realizados os procedimentos restauradores, procedeu-se a avaliação através de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram a formação de uma camada de cimento similar, independente da técnica utilizada, variando de acordo com a forma do canal e com a presença de bolhas, e a formação de camada híbrida mais uniforme, utilizando um micropincel, ao longo de toda raiz, com prolongamentos de resina e ramificações laterais. Também observaram que a polimerização do adesivo junto com o cimento através do pino translúcido não é eficiente e que os diferentes procedimentos clínicos testados têm relação direta com o mecanismo de adesão de retentores pré-fabricados de fibra de vidro.

O desenvolvimento de sistemas de pinos pré-fabricados estéticos motivou Akkayan, Gülmez² (2002) a avaliar a resistência a fratura de caninos tratados endodonticamente comparando estes sistemas com pinos de titânio. Para isso, selecionaram quarenta dentes humanos divididos em quatro grupos e restaurados, respectivamente, com pinos de titânio, fibras de quartzo, fibras de vidro e zircônia. Para todos os grupos utilizaram o sistema adesivo Sigle Bond associado ao cimento resinoso RelyX ARC de ativação dual. Após a cimentação dos pinos, confeccionaram núcleos de resina composta e cimentaram coroas metálicas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, Vitremer. Em seguida, os espécimes receberam carga compressiva

inclinada em 130º até fratura. Obtiveram cargas médias de fratura, para cada grupo respectivamente, de 66,95 kgf, 91,20 kgf, 75,90 kgf e 78,91 kgf. Os resultados mostraram que os pinos de fibra de quartzo apresentaram resistência à fratura significativamente maior que os demais pinos. Observaram, também, que os pinos de fibra de quartzo e de vidro apresentaram padrões de fratura mais favoráveis ao reparo, enquanto que os pinos de titânio e zircônia mostraram padrões mais desfavoráveis.

Com intuito de comparar dois procedimentos clínicos para fixação de pinos de fibras em canais radiculares, Vichi et al.¹⁰⁹ (2002) avaliaram a influência de dois tipos de pincéis utilizados para aplicar a solução primer-adesivo em sua capacidade de formação de prolongamentos de resina e camada híbrida, quando utilizados para fixar pinos de fibras translúcidos. Selecionaram vinte dentes tratados endodonticamente, dividindo-os em dois grupos de dez elementos, realizando os seguintes tratamentos: grupo 1, aplicação do sistema adesivo com micro-pincel (microbrush) e fixação do pino com cimento resinoso; grupo 2, aplicação do sistema adesivo utilizando pincel plástico pequeno e cimentação do retentor. Após os procedimentos de cimentação dos pinos, processaram as amostras para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. Observaram a formação de prolongamentos de resina e zona de interdifusão resina-dentina (RDIZ) pelo sistema adesivo utilizado em todas as amostras. As interfaces das raízes do grupo 1 mostraram maior porcentagem ($p < 0,05$) de formação da RDIZ em

comparação ao grupo 2. Detectaram maior uniformidade da RDIZ em todos os terços do grupo 1, enquanto que o grupo 2 não apresentou formação da RDIZ no terço apical. Não encontraram diferenças significativas entre os terços radiculares para os dois grupos, exceto pelo terço cervical do grupo 1 que apresentou formação significativamente maior de prolongamentos de resina do que o terço equivalente do grupo 2.

Buscando avaliar a resistência à tração de pinos intraradiculares em dentes anteriores, Pithan et al.⁸⁴, em 2002, realizaram estudo *in-vitro* através de ensaio mecânico *pull-out*. Selecionaram 45 dentes anteriores decíduos uniradiculares, com a porção coronária cortada 1 mm acima da junção amelo-cementária e tratados endodonticamente. Dividiram as raízes em três grupos de acordo com o tipo de retenção utilizado: resina composta Z-250; fio ortodôntico associado ao compósito Z-250; e pino de fibra de vidro Fibrekor fixado com compósito Z-250. Realizaram preparo do espaço para o pino utilizando ponta diamantada 4137 com profundidade de 3 mm. Realizaram tratamento da superfície dentinária em todas as amostras com sistema adesivo Single Bond, e, em seguida, os tratamentos propostos para cada grupo. Submeteram os corpos de prova ao teste mecânico de tracionamento em máquina de ensaios universal, analisando estatisticamente os dados obtidos. Não encontraram diferenças entre os grupos estudados, e concluíram que o tipo de retenção intra-radicular

utilizada não interferiu na resistência à tração, e observaram mais frequentemente falha do tipo adesiva, correspondendo a 74% da amostra.

Ferrari et al.³³, realizou estudo em 2002 avaliando a eficácia de um micro- pincel como carreador do sistema adesivo na formação da camada híbrida. Utilizaram vinte dentes tratados endodonticamente divididos em dois grupos, um realizando fixação de pinos de fibra com cimento resinoso e aplicação do sistema adesivo com pincel aplicador regular e no outro, realizaram o mesmo procedimento utilizando micro-pincel. Avaliaram a formação da camada híbrida, através de microscopia eletrônica de varredura, nos terços cervical médio e apical para os dois grupos. Observaram formação efetiva desta zona de interdifusão resina-dentina nos terços cervical e médio para os dois grupos, enquanto que no terço cervical do grupo em que utilizaram micro-pincéis, esta formação apresentou-se significativamente maior que para o grupo utilizando pincéis aplicadores regulares.

Através de estudo de microscopia eletrônica de varredura, Vichi et al.¹¹⁰, em 2002, avaliaram a eficiência de três sistemas adesivos de um passo e dois sistemas de três passos na formação da camada híbrida, prolongamentos de resina e ramificações laterais, utilizados para reter pinos de fibras. Os resultados mostraram que todos sistemas adesivos formaram camada híbrida, mostrando-se mais uniformes e detectáveis nos terços radiculares cervical e médio. Detectaram, de forma mais significativa, a morfologia e formação de prolongamentos de resina e

ramificações laterais nos terços cervical e médio do que no terço apical. Entre os cinco grupos, não encontraram diferenças estatisticamente significantes na região cervical. Por outro lado, nos terços médio e apical, observaram prolongamentos de resina significativamente menos evidentes para os sistemas de um passo. Finalmente, concluíram que os sistemas de três passos formam embricamento mecânico mais amplo, quando comparados a sistemas de passo único.

Nos últimos anos, a seleção de materiais para reabilitação de dentes tratados endodonticamente mudou de materiais muito rígidos para materiais com características mecânicas próximas à dentinária, proporcionando uma unidade mecânica mais homogênea, reduzindo o risco de fratura. Baseados nestas verificações, Pest et al.⁸², em 2002, avaliaram, através de ensaio mecânico push-out, a resistência de união entre material de fixação, pino e dentina radicular. Selecionaram-se cinquenta dentes uniradiculares, removendo suas coroas na altura da junção amelo-cementária, realizando, então, tratamento endodôntico destas. Preparou-se o espaço para os pinos, utilizando ponta diamantada cilíndrica, com 8 mm de profundidade. Inseriu-se o material de cimentação no interior do canal utilizando ponta metálica descartável. Em seguida, realizaram-se cortes transversais na raiz, obtendo quatro secções com 2 mm de espessura. Também se prepararam amostras para avaliar a resistência de união entre os materiais de fixação e pinos utilizados. Para isso, ancoraram-se pinos com os materiais cimentantes

em bloco de resina com perfuração central de 3 mm de diâmetro. Realizou-se o teste push-out em todas as amostras e os dados coletados mostraram não existir diferenças estatísticas entre os sistemas adesivos de condicionamento ácido total e os auto-condicionantes utilizados neste estudo. Observou-se, também, que as amostras onde testaram a união entre pino e material de fixação apresentaram altos valores de resistência de união. Através destes resultados, concluiu-se que a técnica de fixação de pinos intra-radulares com resinas compostas mostra-se equivalente ou mesmo superior a técnica de fixação com cimentos resinosos. Realizou-se, também, análise através de microscopia eletrônica de varredura, observando variações entre as zonas de hibridização para os sistemas adesivos utilizados, sendo que o sistema de quarta geração alcançou os melhores resultados, quando comparado aos sistemas auto-condicionantes.

Frente aos diversos protocolos já propostos para cimentação de pinos intra-radulares que utilizam cimentos resinosos, Varela et al.¹⁰⁷(2003) analisaram in vitro o efeito do tratamento com hipoclorito de sódio na adesão e resistência à tração de diferentes técnicas de cimentação de pinos. Para isso, selecionaram-se 120 dentes humanos uniradulares, realizando condicionamento do canal radicular com ácido orto-fosfórico a 37%. Dividiram-se os dentes em dois grandes grupos, com sessenta elementos cada. Para o grupo I, não se realizou tratamento superficial posterior ao condicionamento ácido, e para o grupo

II, aplicou-se hipoclorito de sódio a 10%. Para cada grupo, testaram-se quatro protocolos de cimentação de pinos: sistema adesivo ED Primer e cimento resinoso Panavia 21; ED Primer e cimento resinoso Dual Cement; Panavia 21 somente; e Dual Cement sem sistema adesivo. Avaliaram, através de microscopia eletrônica de varredura, a formação de prolongamentos dentinários, da camada híbrida e a superfície do pino. Realizou-se, também, teste de tração avaliando a resistência de união dos cimentos utilizados. A análise microscópica revelou diferenças morfológicas entre os tratamentos realizados, onde se observou a formação de prolongamentos cônicos para o grupo I e cilíndricos para o grupo II. Encontraram-se variações para os protocolos utilizados, dependendo do tratamento superficial, onde, o cimento Panavia 21, quando aplicado sozinho, mostrou-se mais efetivo no grupo I, e o menos efetivo no grupo II, onde o cimento Dual Cement associado ao sistema adesivo apresentou comportamento superior. Concluiu-se que o tratamento com hipoclorito de sódio não altera a resistência de união no geral, mas em determinados casos pode melhorar a retenção de alguns sistemas.

Cordeiro²³, em 2003 avaliou a resistência ao cisalhamento por extrusão, através de teste push-out, entre dentina intraradicular e pinos de fibra de vidro nas regiões cervical, média e apical de raízes utilizando dois sistemas de cimentação adesiva. Selecionaram-se vinte pré-molares inferiores uniradiculares recém extraídos por razões ortodônticas, hígidos

e livres de trincas. Removeram-se as coroas dos dentes na altura da junção amelo-cementária e, em seguida, a polpa dental utilizando-se limas endodônticas. Prepararam-se os condutos radiculares com brocas de largo número 5, em comprimento de 8,0 mm. Dividiram-se as raízes em dois grupos, com dez elementos cada, onde para o Grupo 1 fixaram-se os pinos utilizando sistema adesivo auto-condicionante ED Primer associado ao cimento resinoso Panavia F, e para o Grupo 2, fixaram-se os pinos com sistema adesivo de frasco único Single Bond em conjunto com cimento resinoso RelyX ARC. Finalizada fixação dos pinos, mantiveram-se as amostras em estufa a 37°C por 24 horas. Removeu-se a porção mais apical das raízes até padronizar o comprimento em 8,0 mm, seccionando transversalmente, em seguida, as raízes, obtendo três discos com 2,7 mm de altura, classificados segundo o terço radicular a que pertencia como cervical, médio e apical. Realizou-se o ensaio mecânico de resistência de união à extrusão em máquina universal de ensaios Instron 4411, onde uma haste metálica com 1,0 mm de diâmetro produziu carga estática com velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino no conduto radicular. Os valores médios de resistência de união por extrusão obtidos não apresentaram diferenças estatísticas no terço cervical da raiz entre os dois materiais avaliados. Nas regiões média e apical do canal, os valores de resistência de união apresentados pela associação Single Bond e RelyX ARC mostraram-se estatisticamente superiores aos valores obtidos pelo sistema ED Primer e

Panavia F. Para os dois sistemas estudados, não se encontraram diferenças estatísticas entre os terços cervical e médio dentro de cada grupo, porém encontrou-se diferença entre estas regiões e o terço apical. Após ensaio mecânico, seccionaram-se os espécimes longitudinalmente para análise em microscopia eletrônica de varredura, observou-se que a zona de interdifusão adesivo/dentina apresentou-se mais espessa para o sistema adesivo Single Bond que para o adesivo auto-condicionante ED Primer. Houve áreas desmineralizadas com presença de túbulos dentinários abertos e parcialmente preenchidos pela resina em ambos os grupos. Também se observaram bolhas, variando tamanho e forma na camada de cimento junto a área da interface de união e mais constantes no terço apical das raízes.

No mesmo ano, Pizi⁸⁵ apresentou estudo avaliando *in vitro* a resistência e o padrão de fratura de coroas cerâmicas Cergogold/Dulceragold, após fixação adesiva sobre diferentes reconstruções. Selecionaram-se sessenta incisivos bovinos, com dimensões médias semelhantes. Realizou-se corte das coroas, padronizando o comprimento das raízes em 21 mm, em seguida, conduziu-se o tratamento endodôntico e a inclusão destas em cilindros de poliestireno, simulando ligamento periodontal. Dividiram-se as amostras incluídas em seis grupos, segundo o tipo de tratamento: (G1) preparo coronário em dentina, (G2) preenchimento com resina composta Z-250, (G3) pino de fibra de vidro Fibrekor, (G4) pino de fibra de vidro

reembasado com resina composta (Fibrekor + Z-250), (G5) núcleo em cerâmica prensada Cergogold, e (G6) núcleo metálico fundido, em liga de cobre-alumínio. Após a reconstrução dos pinos e da porção coronária realizando preparo para coroa total com 60 de expulsividade, moldaram-se estes, confeccionando-se coroas cerâmicas puras. Procedeu-se a fixação das coroas e armazenagem em ambiente com 100% de umidade a 37°C por 24 horas submetendo, então, os corpos de prova ao carregamento de compressão sob ângulo de 135° com velocidade de 0,5 mm/min até fratura. Submeteram-se os resultados a Análise de Variância e, posteriormente, ao teste de Tukey. Observaram-se, também, os padrões de fratura das coroas cerâmicas e dos sistemas de retenção intra-radicular. Encontraram-se os seguintes valores médios de resistência à fratura, em kgf: G1, 42,7 ± 10,3 (a); G6, 42,0 ± 10,9 (ab); G3, 31,7 ± 6,1 (bc); G4, 31,5 ± 4,7 (bc); G5, 27,0 ± 6,4 (c); G2, 22,2 ± 8,6 (c). O grupo com preparo em dentina apresentou os maiores resultados, semelhante ao grupo com núcleos metálicos fundidos. Os dois grupos restaurados com pinos de fibra de vidro apresentaram resultados semelhantes entre si, diferindo apenas do grupo somente com preparo em dentina. O grupo de núcleos em cerâmica e aquele somente preenchido com resina composta apresentaram resultados inferiores. Quanto ao padrão de fratura, os grupos com pinos de fibra apresentaram comportamento semelhante ao grupo com remanescente dentinários na porção coronária, e o único grupo a apresentar fratura radicular com

envolvimento periodontal foi aquele reconstruído com núcleo metálico fundido.

Buscando avaliar a efetividade de retenção de cimentos resinosos, Mezzomo et al.⁷⁵, no ano de 2003, realizaram estudo para investigar a resistência à fratura de dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos com e sem abraçamento cervical, utilizando dois diferentes cimentos: cimentos de fosfato de zinco e resinoso. Cimentaram os núcleos, realizando, em seguida, carregamento com angulação de 45º até fratura do espécime. Submeteram os dados coletados a análise estatística através de análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$). Espécimes com abraçamento cervical apresentaram maior resistência que aqueles sem abraçamento, independente do tipo de cimento utilizado. Não encontraram diferenças entre os núcleos fixados com cimento resinoso e cimento de fosfato de zinco com abraçamento, enquanto que aqueles cimentados com fosfato de zinco sem abraçamento apresentaram-se significativamente inferiores. A partir dos resultados, concluíram que o cimento resinoso apresenta melhor performance que os cimentos de fosfato de zinco.

Segundo Newman et al.⁷⁹ em 2003, a aplicação mais recente dos compósitos reforçado por fibras envolve seu uso como retentores e núcleos, desta forma, este trabalho teve como objetivo comparar o efeito de três sistemas de pinos de compósitos reforçados por fibras na resistência e padrão de fratura de dentes tratados

endodonticamente. Para isso, utilizaram-se noventa incisivos centrais superiores divididos em oito grupos experimentais e um grupo controle de pinos de aço inoxidável, com dez amostras cada. Designaram-se oitenta dentes em dois grupos principais denominados canais estreitos e amplos. Para o grupo de canais estreitos, realizaram-se preparos para cimentação dos pinos Fibrekor, Luscent Anchors e Ribbond, utilizando-se brocas específicas para cada sistema pino a ser cimentado. Já para o grupo com canais amplos, simularam-se condutos com paredes delgadas, sendo os dentes restaurados com os mesmos sistemas utilizados no grupo de canais estreitos. Realizou-se a cimentação dos retentores utilizando cimento autopolimerizável e resina composta fluida fotopolimerizável para aqueles onde se utilizou o Ribbond.. Em todos estes dentes realizou-se a confecção de núcleo padronizado, distribuindo dez elementos para cada tratamento. Confeccionou-se um subgrupo adicional de canais estreitos e amplos, utilizando Ribbond, com dez elementos cada, onde a confecção da porção coronária apresentou formas e tamanhos variados, sendo denominado Ribbond não-padronizado. Montaram-se os espécimes em dispositivo que proporcionavam angulação de 45° , realizando então carregamento, em máquina de ensaios universal, com velocidade de 0,5 mm/min até ocorrer alguma falha do sistema testado. Analisaram-se estatisticamente os valores obtidos, observando não existir diferenças entre os grupos de canais estreitos e amplos, exceto para os retentores de Ribbond. Observaram também que o grupo controle, que utilizou pinos

de aço inoxidável apresentou os maiores valores de resistência. Com isso, concluiu-se que os pinos de aço apresentaram os maiores valores de resistência à fratura, mas em contrapartida verificaram que o padrão de fratura destes pinos é bastante desfavorável, apresentando propensão à fratura radicular, enquanto que os pinos de compósito reforçados por fibras apresentam padrão de fratura ou mesmo deflexão dos pinos favoráveis ao remanescente dentário.

Através de teste de microtração, Bouillaguet et al.¹⁴ (2003) verificaram a força de adesão de cimentos adesivos à dentina radicular em canais radiculares íntegros e ampliados. Selecionaram e prepararam-se caninos e pré-molares uniradiculares humanos para receber pinos de resina reforçada por fibras, posteriormente cimentados com Single Bond e RelyX ARC; ED Primer e Panavia F; C&B Metabond; e Fuji Plus. Após preparo das amostras e ensaio mecânico, os autores verificaram que a força de adesão em canais intactos apresentou-se significativamente inferior aos canais ampliados, e que os cimentos RelyX ARC e Panavia F apresentaram maior força de adesão que os cimentos C&B Metabond e Fuji Plus. Com base em seus resultados, os autores concluíram que o estresse gerado pela contração de polimerização ou problemas de acesso ao canal radicular pode ter determinado a menor adesão aos canais íntegros. Finalmente, sugerem que os canais não devem ter profundidade grande e devem apresentar remanescente coronário suficiente para dar suporte e facilitar os procedimentos de cimentação.

Em setembro de 2003, Albuquerque et al.⁴ publicaram trabalho avaliando o efeito na distribuição de tensões de pinos de diferentes formas e materiais. Compararam três formas, cônica, cilíndrica e cilíndrica em dois estágios, para três diferentes tipos de material, aço inoxidável, titânio e fibra de carbono embebida em matriz de Bis-GMA. Analisaram os materiais através de modelos de elemento finitos bidimensionais. Simularam carga estática de 100N com inclinação de 45º em relação à borda incisal. Os modelos obtidos mostraram que a concentração de stress não afetou significativamente a região adjacente à crista alveolar palatina, independente da forma do pino ou material. No entanto, as concentrações de stress na interface pino-dentina na porção radicular palatina apresentou variações significativas entre os diferentes materiais e formatos simulados. A forma do pino provocou menor impacto nas concentrações de forças enquanto que o material teve maior peso neste aspecto. Pinos de aço inoxidável apresentaram os maiores níveis de concentração de stress, seguido pelos pinos de titânio e fibra de carbono, respectivamente.

Kurtz et al.⁵⁵(2003) avaliaram o efeito do cimento obturador, sistema adesivo e região radicular na resistência ao deslocamento, através de teste push- out, de três pinos intra-radulares estéticos. Selecionaram 24 dentes humanos uniradulares, incisivos centrais ou caninos, realizando tratamento endodôntico, utilizando guta-percha associado aos cimentos Roth's 801 ou AH26. Fixaram os pinos

(Cosmopost, Fibrekor ou Parapost Fiber White) utilizando dois tipos de sistemas adesivos e dois cimentos resinosos. Cortaram transversalmente a raiz em quatro segmentos, realizando ensaio mecânico push-out nas diferentes regiões da raiz para medir a retenção. O pino Cosmopost mostrou-se significativamente menos retentivo que os demais em todas as regiões radiculares observadas. A região radicular cervical de todos os grupos mostrou-se significativamente mais retentiva que as demais regiões. Tanto o cimento endodôntico contendo eugenol quanto os tipos de sistema adesivo utilizado não tiveram nenhum efeito na resistência de união. Por outro lado, o tipo de pino e a região radicular afetaram significativamente a resistência ao deslocamento.

Utilizam-se, comumente, pinos de fibra para restaurar dentes tratados endodonticamente. Evidências científicas já demonstraram que as propriedades mecânicas de dentes restaurados com pinos de fibra, em combinação com cimentos resinosos, que são polímeros com baixo módulo de elasticidade, são melhoradas quando comparada aos pinos metálicos. Em face a estas observações, Prisco et al.⁸⁶ (2003) realizaram estudo avaliando a resistência mecânica de quatro diferentes sistemas de pinos-cimentos através de ensaio mecânico pull-out, associado a simulações utilizando metodologia de análise de elementos finitos. Os resultados mostraram haver diferenças significativas entre a união do pino ao cimento e cimento a dentina, sendo a última inferior, mostrando maior probabilidade de falha nesta região. Observou-

se, também, a ausência de diferenças entre os diversos sistemas testados.

A longevidade de dentes tratados endodonticamente tem melhorado bastante pela contínua evolução da terapia endodôntica e dos procedimentos restauradores, bem como dos materiais disponíveis. Muitos trabalhos demonstram a reabilitação destes elementos utilizando retentores intra-radulares. Observando a grande variedade destes materiais disponíveis no mercado, Fernandes et al.²⁹, em 2003, realizaram extensa revisão de literatura a respeito de todos os aspectos levados em consideração na seleção do tipo de pino a se utilizar para reabilitar dentes com tratamento endodôntico. De acordo com o levantamento, os fatores que influenciam a seleção do tipo de pino são: comprimento radicular, anatomia do dente, largura da raiz, configuração do canal, quantidade de remanescente coronário, forças de torção, fadiga, material do pino, compatibilidade entre materiais utilizados, capacidade de adesão, retenção do núcleo, reversibilidade, estética e tipo de material a ser utilizado na coroa. Baseando-se na literatura revisada, propuseram, também, algumas recomendações clínicas para uso de pinos intra-radulares como a conservação de estrutura dentinária; a indicação de se restaurar canais não circulares ou com severa perda estrutural utilizando núcleos metálicos fundidos; utilizar dispositivos anti-rotacionais em canais circulares; procurar manter compatibilidade entre todos os materiais selecionados bem como buscar a adesão, adequada rigidez e estética,

quando possível; facilidade de aplicação e boa relação custo-benefício, entre outras diversas recomendações descritas pelos autores.

Visando relatar uma nova técnica de confecção de pinos intra-radulares, Grandini et al.⁴³ (2003) relataram caso clínico onde utilizaram novo tipo de pino de fibra em um canal amplo e não circular. Este novo sistema de pino de fibras, denominado Anatomic Post'n Core, baseia-se na modelagem do conduto radicular com resina composta fotoativada, aderida ao pino e posteriormente cimentada. A técnica descrita pelos autores apresenta pequenas variações em relação à técnica convencional de cimentação, incluindo apenas alguns passos, no caso, a moldagem e confecção de um pino individualizado. Para isso, após o preparo do espaço para o pino, segue-se com a lubrificação do conduto e inserção do pino envolvido com compósito fotoativado. Segue-se com a inserção deste no interior do canal, fotoativando o conjunto em posição por vinte segundos, seguindo-se com a remoção do pino e complementação da polimerização por mais vinte segundos. Após a realização destes passos, tanto o retentor individualizado quanto o canal radicular são lavados, seguindo-se com os procedimentos de cimentação adesiva tradicionalmente utilizados para cimentação de pinos pré-fabricados de fibras. Os autores afirmam que o procedimento clínico é simples onde se alcança adaptação superior do retentor às paredes do canal radicular, reduzindo a quantidade de cimento necessária para fixação. Concluíram que a técnica descrita mostra-se eficiente para

utilização rotineira quando o canal preparado apresenta-se amplo ou não perfeitamente circular.

Recentemente, propuseram-se vários tipos de cimentos resinosos para fixação de pinos de fibras aos canais radiculares. Para investigar estes materiais, Barnabé ⁸, em 2003, conduziu estudo com os seguintes objetivos: avaliar a força de união entre materiais de cimentação, dentina radicular e pinos de fibra de vidro, através de teste de extrusão; determinar o modo de fratura destes componentes através de microscopia eletrônica de varredura; e verificar as áreas de bolhas presentes e sua relação com a resistência ao deslocamento. Selecionaram-se sessenta caninos humanos intactos, extraídos por razões periodontais. Seccionaram-se as coroas, preparando as raízes para receber pinos de fibra de vidro (Reforpost e Fibrekor) fixados com cimentos resinosos associados a sistemas adesivos (RelyX ARC/Single Bond, Variolink II/Excite DSC e Panavia F/ED Primer). Dividiram-se, aleatoriamente, os dentes em seis grupos com dez elementos cada, cimentando os dois tipos de pinos com cada sistema de fixação. Seccionaram-se transversalmente as raízes, formando corpos de prova com 2,5 mm de espessura, correspondentes aos terços radiculares cervical, médio e apical, nos quais aferiam-se as áreas de bolhas e posteriormente executava-se os testes de extrusão. Após ensaio mecânico, processaram-se todas as amostras para observação através de microscopia eletrônica de varredura para determinação do modo que

as falhas ocorriam. Determinaram-se as diferenças entre os seis grupos realizando Análise de Variância de três critérios, seguida pelo teste de Tukey. A análise estatística verificou que não houve diferença entre os pinos testados, e a tensão de extrusão variou nos terços cervical, médio e apical de acordo com o sistema adesivo/cimento utilizado. No terço médio não se encontraram diferenças significativas, independente do pino e cimento utilizados. Para todos os grupos, as fraturas ocorreram predominantemente entre o cimento resinoso e a dentina radicular. Os grupos 5 e 6 (Panavia F/ED Primer associado aos pinos Reforpost e Fibrekor) apresentaram áreas de bolha significativamente maiores. Concluiu-se que os pinos, cimentos ou a presença de bolhas não influenciaram a tensão de extrusão; a adesão apresentou-se diferente nas três regiões radiculares estudadas; e as falhas ocorreram entre cimentos adesivos e a dentina.

Com intuito de substituir os pinos metálicos e cerâmicos, desenvolveram-se retentores intra-radiculares de resina reforçada por fibras. Visando avaliar algumas propriedades destes pinos de fibras, Lassila et al.⁵⁷ (2004), investigaram as propriedades flexurais de diferentes tipos destes retentores, comparando-os com um novo pino de fibra disponível no mercado. Selecionaram dezessete diferente tipos de pinos de fibras de carbono ou vidro, de várias marcas (Snowpost, Carbopost, Parapost, C-post, Glassix, Carbonite) e diâmetros (1,0-2,0mm), e um pino de fibras contínuas unidirecionais E-glass (everStick,

1,5mm de diâmetro), atuando como controle. Armazenaram os pinos em umidade relativa ou realizaram termociclagem, seguindo o acondicionamento em água por duas semanas antes do teste de flexão, utilizado para medir a resistência flexural e o módulo de elasticidade dos espécimes. Os resultados mostraram que a termociclagem, marca comercial e diâmetros do pino afetam significativamente a carga de fratura e a resistência flexural. Obtiveram os maiores valores de resistência para o material controle. Encontraram, também, correlação linear entre a carga necessária para fraturar os pinos e seu diâmetro para ambos os tipos de fibras. A termociclagem reduziu em 10% o módulo flexural e em 18% a resistência e a carga de fratura. Frente a estes resultados, os autores ponderaram que o módulo do material é apenas um parâmetro na indução de stress ao tecido radicular. Afirmou-se que, entre diversos fatores, deve-se levar em conta o diâmetro do pino durante a seleção do protocolo restaurador.

Existem muitos questionamentos a respeito de como realizar o tratamento superficial de pinos pré-fabricados. Baseando-se nisso, Sahafi et al.⁹⁰ (2004) avaliaram o efeito de vários tratamentos superficiais em pinos de titânio (Parapost XH), de fibras de vidro (Parapost Fiber White) e de zircônia (Cerapost), na adesão a dois cimentos resinosos (Parapost Cement e Panavia F), utilizando teste de tração diametral. Realizaram três tipos de tratamento superficial: promoção de rugosidade superficial através de jateamento com óxido de

alumínio ou condicionamento com ácido hidrófluorídrico; aplicação de primer (Alloy Primer, Metalprimer ou silano); e a associação entre a criação de rugosidades e a aplicação do primer ou do sistema Cojet. Após tratamento superficial, inseriram-se os pinos, de forma centralizada, em cilindros de cimento resinoso incluídos em um molde de 4,0mm de diâmetro por 4,0mm de altura. Após quinze minutos, a partir do início da manipulação do cimento, removeram-se os espécimes do molde, armazenando-os em água à temperatura de 37°C por uma semana. Seguiu-se com o desgaste dos cilindros até obterem amostra com 3,0mm de altura. Realizou-se ensaio mecânico para determinar resistência à tração diametral do conjunto pino-cimento. Diante dos resultados alcançados, verificou-se que diversos tipos de tratamento aumentaram a união de pinos de titânio ao cimento resinoso. No entanto, a utilização somente dos primers não mostrou nenhum efeito nos valores de união. Observaram, também, que com o tipo de teste utilizado, nenhum dos tratamentos superficiais apresentou efeito sobre a adesão de pinos de fibras de vidro e os agentes cimentantes. Para os pinos cerâmicos, o tratamento com o sistema Cojet proporcionou melhora da união para os dois cimentos, enquanto que o jateamento com óxido de alumínio associado ao silano melhorou a eficiência do cimento Panavia F.

No ano de 2004, Velmurugan, Parameswaran¹⁰⁸, descreveram, através da descrição de um caso clínico, uma técnica de confecção de pino e núcleo individualizados em compósito. Para isso,

realizaram modelagem do conduto com cera, seguindo-se com a moldagem do padrão obtido com elastômero e condensação da resina composta no interior deste molde, polimerizando esta. Pode-se, segundo os autores, realizar polimerização adicional do conjunto pino- núcleo após remoção do molde. Segue-se, então, com a fixação do retentor individualizado utilizando técnica adesiva, associando sistemas adesivos e cimentos resinosos. Através dos resultados apresentados pela técnica empregada, os autores afirmaram que este tipo de retentor mostra-se esteticamente compatível e adere-se à dentina, melhorando a distribuição de forças. Outra vantagem relatada seria a eliminação de diversas interfaces entre diferentes materiais.

Em outra abordagem restauradora para confecção de pinos estéticos individualizados, Iglesia-Puig, Arellano-Cabornero⁵⁰, em 2004, descreveram uma técnica utilizada para criar pinos e núcleos anatômicos (APC) reforçados com fibras. Relataram caso clínico, onde a presença de uma lesão de cárie destruiu o apoio coronário de uma coroa metalo-cerâmica, mas preservou as margens do preparo. Para solucionar este caso, utilizaram técnica que consiste na obtenção de pino e núcleo individualizados para adaptar tanto ao canal radicular quanto à coroa já confeccionada. Utilizaram o sistema Anatomic Post'n Core (RTD), composto de um pino de fibras de quartzo, translúcido e radiopaco embebido em matriz de resina epóxica, e uma resina composta para núcleos APC Core. Para obtenção do APC, realizavam desobturaçã

limpeza e lubrificação do canal, seguida pela inserção do pino de fibra envolvido por compósito, realizando leve pressão para moldagem da forma do canal. Em seguida, polimerizavam o compósito via pino, removendo-o em seguida e complementando a polimerização. Realizaram o mesmo procedimento para adaptação da coroa, fixando, em seguida, o conjunto obtido através de cimentação adesiva. Pelas observações dos resultados da técnica empregada, os autores concluíram que pode-se utilizar este protocolo para readaptar coroas que deslocaram-se. Concluíram, também, que a adaptação do pino às paredes do canal radicular representa papel importante na performance biomecânica da restauração final, e que através desta técnica, podem-se obter pinos bem adaptados em sessão única.

Ao longo dos anos, tem-se estudado extensivamente a restauração de dentes tratados endodonticamente, e este tipo de tratamento ainda permanece bastante controverso. Buscando condensar as informações disponíveis na literatura a este respeito, Schwartz, Robbins⁹⁵, em 2004, realizaram extensa revisão de literatura, pertinente ao assunto, enfatizando os pontos principais para seleção e aplicação destes materiais. Baseados nesta revisão observaram que seguindo certos princípios básicos para reabilitação de dentes tratados endodonticamente, pode-se ter alto índice de sucesso clínico com a maioria dos sistemas disponíveis. Entre estes princípios pode-se citar a ausência de contaminação bacteriana do sistema de canais radiculares;

preservação de tecido dentinário; utilização de pinos com adequada resistência e de menor diâmetro; manter adequado comprimento do pino no interior do canal; realizar abraçamento dentinário e utilizar retentores que apresentem reversibilidade do tratamento. Os autores também relataram que o tipo de cimento utilizado influencia a retenção.

Sahafi et al.⁸⁹, em 2004, realizaram estudo avaliando o efeito do tipo de cimento, composição do retentor, tratamento superficial e a forma do pino, na retenção destes cimentados em raízes de dentes humanos extraídos, e na morfologia do tipo de falha. Utilizaram pinos de titânio (Parapost XH), de fibra de vidro (Parapost Fiber White) e Zircônia (Cerapost), que receberam um de diversos tratamentos superficiais: jateamento com óxido de alumínio, tratamento com CoJet, aplicação do metalprimer II ou jateamento seguido pela aplicação de silano. Cimentaram estes pinos em canais de incisivos e caninos humanos, seguindo com armazenamento das amostras em água a 37°C por sete dias. Determinaram a retenção realizando a extração dos pinos em máquina de ensaio universal, analisando quantitativamente, em seguida, a morfologia de falha dos pinos extraídos através de estéreo-microscopia. Os resultados mostraram que o tipo de cimento, tipo de pino e sua forma influenciaram a retenção e morfologia de falha dos retentores. Indicaram também que pinos com formato paralelo obtiveram, significativamente, os melhores valores de retenção e, devido a limitada adesão do cimento ao canal radicular os tratamentos superficiais nem sempre conseguiram

melhorar a retenção. Concluíram que a seleção do tipo do cimento representa etapa crítica para os três tipos de pinos testados e que para cada material de fixação deve-se realizar diferente tipo de tratamento superficial visando aumento da retenção.

Procurando avaliar a efetividade de retenção de cimentos resinosos, Sen et al.⁹⁶, em 2004, publicaram trabalho onde compararam a retenção de dois diferentes tipos de pinos pré-fabricados fixados ao canal radicular com quatro diferentes tipos de cimentos adesivos resinosos e um cimento de fosfato de zinco. Selecionaram cem incisivos centrais e laterais inferiores humanos, removendo suas coroas ao nível da junção amelo-cementária, dividindo-os em dois grandes grupos, de acordo com o tipo de pino utilizado (Parapost e Flexi-Post). Em seguida, dividiram os grupos em cinco subgrupos para avaliar o efeito de diferentes cimentos (Rely X ARC, Panavia F, Parapost Cement, Flexi-Flow Natural e Adhesor). Prepararam os canais radiculares segundo instruções dos fabricantes, posicionando, então, as amostras em suporte específico para realização dos ensaios de tração, em máquina de ensaio universal à velocidade de 0,638 cm/min, até fratura do espécime. Os dados coletados mostraram retenção significativamente maior para os pinos Flexi-Post fixados com todos os tipos de cimentos. Em ambos os grupos o cimento Rely X ARC mostrou-se estatisticamente superior ao Panavia F, Parapost Cement, Flexi-Flow Natural e Adhesor, respectivamente. O cimento de fosfato de zinco mostrou-se significativamente inferior aos demais. Os

autores concluíram que os cimentos resinosos aumentam significativamente a retenção de pinos pré-fabricados devido ao grande potencial de estabelecer forte adesão à dentina.

Para avaliar a resistência de união de compósitos para núcleo de polimerização dual em diferentes regiões de pinos de fibras de vidro e de quartzo utilizando diferentes tratamentos superficiais, Aksornmuang et al.³, em 2004, utilizaram teste de microtração para mensuração da resistência de união. Para cada tipo de pino, realizaram-se quatro tipos de tratamento superficial: aplicação do sistema adesivo de polimerização dual; aplicação do sistema adesivo dual seguido de fotoativação; aplicação de silano seguido de fotoativação. Como controle, cimentaram os pinos sem tratamento superficial. Fixaram-se os pinos tratados em preparos artificiais realizados em bloco de resina. Após 24 horas de armazenamento em água realizaram oito secções com 0,6 mm de espessura para realização do teste de microtração. Avaliaram-se os segmentos superficiais, médios e profundos para todos os espécimes. Não se encontraram diferenças significativas da força de adesão para as três regiões avaliadas. Observaram melhora da adesão com a aplicação do silano. Concluiu-se que, a força adesiva entre os pinos de fibras e o material resinoso utilizado depende do tipo de pino e do tratamento superficial, independente da região do preparo avaliada.

Existem diversos métodos para avaliação da retenção de pinos intra- radiculares. Com intuito de avaliar algumas destas

metodologias, Goracci et al.⁴² (2004) realizaram estudo comparando teste de microtração, utilizando-se amostras em formato de palito ou ampulheta, e o teste push-out em fatias delgadas, em sua capacidade de medir mais precisamente a adesão de pinos de fibras cimentados ao canal radicular. Selecionaram trinta dentes anteriores superiores, uniradiculares, realizando, em seguida, o tratamento endodôntico e preparo do espaço para pino cilíndrico com 1,6 mm de diâmetro e 9,0 mm de profundidade. Realizaram a cimentação de pinos de fibra de vidro (Ghimas White Posts) e confecção de núcleo de preenchimento em compósito. Em seguida, removeu-se a porção coronária dos dentes abaixo da junção amelo-cementária, perpendicularmente ao longo eixo da raiz. Dividiram os espécimes em dois grupos, de acordo com o material utilizado para cimentar os pinos: Grupo A, pinos fixados com cimento resinoso Variolink II e sistema adesivo Excite DSC; e Grupo B, pinos cimentados com RelyX Unicem. Em cada grupo, realizaram ensaios mecânicos de microtração utilizando amostras em forma de palitos e ampulheta, e do tipo push-out. Os resultados mostraram superioridade do grupo A em todos os testes realizados, denotando maior efetividade do cimento Variolink II. Encontraram grande número de fraturas pré-maturas e um alto coeficiente de variação das amostras onde se realizou teste de microtração com espécimes em forma de ampulheta, o que levou ao questionamento deste tipo de ensaio para aferir a resistência de união de pinos ao canal radicular. O mesmo aconteceu com espécimes em forma

de palito para este tipo de teste. Para o teste push-out, não houve falhas prematuras, o que permitiu que cada amostra pudesse ser analisada, e a variabilidade dos dados mostrou-se limitada. Segundo os autores, este tipo de teste parece ser capaz de registrar, mais realisticamente, os baixos níveis de resistência de união para ambos os materiais utilizados para fixação dos pinos. Concluíram que, levando-se em conta a relativa baixa resistência de união entre pino e dentina, o teste push-out parece mostrar-se mais preciso e realístico para mensurar a união entre pinos de fibras e a dentina intra-radicular.

Em setembro de 2004, Mitsui et al.⁷⁶(2004) publicaram trabalho onde avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de raízes bovinas restauradas com cinco diferentes sistemas de pinos intra-radulares. Selecionaram-se 75 raízes bovinas com dimensões similares, dividindo-as igualmente em cinco grupos, de acordo com o sistema de pinos utilizados: núcleo metálico fundido; pino de titânio; pino de fibra de carbono; pino de fibra de vidro; e pino de óxido de zircônio. Realizaram preparo do espaço para os pinos, seguindo com a cimentação destes, confecção do núcleo em compósito, e posterior inclusão das raízes em cilindros de resina de poliestireno. Submeteram os corpos de prova ao teste de resistência à fratura, realizando força de compressão em angulação de 135º em relação ao longo eixo radicular, com velocidade de 0,5 mm/min. Analisou-se estatisticamente os dados obtidos. Pinos de titânio apresentaram os maiores valores de resistência à fratura quando comparado aos pinos de

fibra de vidro e óxido de zircônia, e valores similares aos de fibra de carbono. Encontraram, também, que os núcleos metálicos fundidos apresentaram resultados estatisticamente semelhantes aos pinos pré-fabricados. Concluiu-se que todos os pinos pré-fabricados apresentaram comportamento semelhante aos núcleos metálicos fundidos. Entre os pinos pré-fabricados, os autores indicaram, como melhor opção, os pinos de titânio e fibra de carbono.

Para avaliar a performance de dois sistemas de fixação resinosos, fotopolimerizáveis e de polimerização dual (controle), utilizados em combinação com um pino de fibra translúcido, Giachetti et al.³⁷ (2004) realizaram ensaio mecânico pull-out e análise através de microscopia eletrônica de varredura. Selecionaram-se quarenta dentes tratados endodonticamente, divididos igual e aleatoriamente em dois grupos. O grupo 1 recebeu sistema fotopolimerizável, utilizando sistema adesivo Excite e resina fluída Tetric Flow. Já o grupo 2 recebeu tratamento com sistema de polimerização dual, constituído do sistema adesivo All Bond 2 e cimento resinoso RelyX ARC. Cimentaram-se pinos de fibras de dupla conicidade (2,1 e 1,4 mm de diâmetro), armazenando-os, em seguida, em solução salina 0,9% à temperatura de 37°C por uma semana. Seguiu-se com o ensaio mecânico pull-out para metade dos espécimes de cada grupo e prepararam o restante para análise microscópica. Analisou-se estatisticamente os resultados através de análise de variância unifatorial seguida pelo teste T para comparação de médias ($p < 0,05$). Não se

encontraram diferenças entre os dois grupos estudados na resistência ao deslocamento, e as observações em microscopia mostraram boa adesão entre pino e dentina para ambos os sistemas testados. Concluiu-se que a escolha por sistemas de polimerização dual ainda representa a forma mais indicada para cimentação de pinos. Por outro lado, discutiu-se, também, que sistemas fotoativados poderiam promover selamento apical mais efetivo assim como uma melhor distribuição de forças ao longo das paredes do canal radicular.

Grandini et al.⁴⁵, em 2005, avaliaram a resistência à fadiga de diferentes tipos de pinos de fibras e suas ultra-estruturas antes e após o teste de resistência à fadiga. Dividiram-se oito grupos, de quinze elementos cada, segundo o tipo de pino de fibras testado. Utilizaram-se dez dos quinze pinos de cada grupo para teste de fadiga, preparando os restantes para análise em microscopia eletrônica de varredura. Para fadiga, empregou-se carregamento em máquina de flexão de três pontos com angulação de 90º em frequência de 3 Hz, até completar dois milhões de ciclos ou até fratura do pino. O ensaio mecânico mostrou diferenças significativas entre os diferentes tipos de pino. Apenas duas marcas comerciais agüentaram, praticamente, todo o ciclo imposto pela metodologia, enquanto todos os outros fraturaram antes do final do teste. As observações em microscopia eletrônica da integridade superficial mostraram a presença de algumas falhas nas secções transversais e longitudinais dos pinos. Baseados nos resultados observados, concluiu-se

que existe grande variação na resposta dos diferentes tipos de pinos de fibras ao teste de fadiga. Discutiu-se que a presença de falhas poderia comportar como região de propagação de trincas, podendo levar à fratura do material. Em contrapartida, não se encontrou correlação entre os resultados do ensaio de fadiga e os parâmetros observados na integridade estrutural dos materiais.

Uma das propriedades desejáveis de pinos pré-fabricados é sua radiopacidade. Em face disto, Soares et al.⁹⁹ (2005) conduziram trabalho comparando, através de radiografias digitais, os níveis de radiodensidade de sete sistemas de pinos pré-fabricados inseridos em canais de dentes bovinos. Selecionaram-se três tipos de pinos metálicos (Flexi-Flange, Radix-Anker e FKG), um pino de zircônia (Cosmopost), um tipo de pino de fibra de carbono (C-Post), um pino de fibra de carbono coberto com quartzo (Æsthetic Post), e um pino de fibra de vidro (Fibrekor Post). Analisaram-se estes pinos, através do sistema de radiografia digital Digora, inseridos ou não no interior do conduto radicular de raízes bovinas, avaliando a radiodensidade nos terços radiculares cervical, médio e apical. Os resultados mostraram que esta propriedade depende da composição do material do pino. Encontraram-se diferenças significativas entre os terços radiculares observados para todos os pinos testados. Entre os sistemas de pinos, também encontraram-se diferenças estatísticas, onde os pinos de zircônia apresentaram os maiores valores de radiodensidade, seguidos pelos pinos metálicos, de fibra de carbono,

fibra de vidro e fibra de carbono coberto com quartzo. Este resultados indicam que pinos com comportamento biomecânico mais favorável apresentam baixos níveis de radiodensidade.

Visando analisar a união entre pinos de fibras pré-fabricados e núcleos de resina composta, Goracci et al.⁴¹ (2005) realizaram pesquisa mensurando a adesão entre dois tipos de retentores de fibras (FRC Postec e Light-Post) e dois tipos de compósitos fluídos (UnifilFlow e Tetric Flow), utilizados como material para núcleo, com e sem tratamento superficial dos pinos com silano (Monobond- S). Testaram-se todas as combinações de tratamento entre os materiais, realizando, então, a medida da resistência de união através do teste de microtração. Analisou-se estatisticamente os dados coletados através de análise de variância em dois níveis, e encontrou-se que somente a silanização dos pinos aumentou significativamente os valores de adesão, bem como diminuiu o desvio padrão das amostras.

Em outro trabalho publicado em 2005, Goracci et al.⁴⁰ testaram a efetividade do uso de sistemas adesivos associados a cimentos resinosos em melhorar a retenção de pinos de fibras fixados em dentes tratados endodonticamente. Utilizaram 36 dentes humanos uniradiculares, que tiveram a porção coronária removida 2,0 mm aquém da junção amelo-cementária. Realizou-se tratamento endodôntico das raízes, removendo, após 24 horas, a guta-percha das regiões cervical e média do canal radicular, realizando preparo do espaço para cimentação

do pino com brocas de tamanho equivalente ao diâmetro deste. Dividiram-se os espécimes em dois grandes grupos, de acordo com o tipo de cimento utilizado (Variolink II ou Panavia 21), dividindo estes em dois subgrupos, onde se testaram o uso ou não do sistema adesivo correspondente ao cimento em questão (adesivo de condicionamento ácido total Excite DSC ou adesivo auto- condicionante ED Primer). Para cimentação dos pinos, realizou-se silanização destes em todos os grupos. Armazenaram-se as amostras em água por 24 horas, seccionando, em seguida, as raízes transversalmente em quatro a seis fatias com 1,0 mm de espessura para realização do teste push-out, através de célula de carga com extremidade cilíndrica de 1,0 mm de diâmetro, à velocidade de 0,5 mm/min até deslocamento do pino. Os resultados mostraram diferenças estatísticas entre os dois grupos, onde os corpos de prova cimentados com Variolink II apresentaram-se superiores àqueles cimentados com Panavia 21. Dentro dos grupos, não se encontraram diferenças para o uso ou não do sistema adesivo, o que os autores atribuíram à remoção incompleta da smear layer e presença de regiões de falhas na interface adesiva. Com base nestas observações, hipotetizou-se que a resistência ao deslocamento de pinos de fibras cimentados ao canal radicular depende bastante da resistência friccional desenvolvida pela adaptação do conjunto às paredes do conduto.

Para comparar a distribuição de forças na dentina e na camada de cimento de incisivos superiores tratados endodonticamente,

Lanza et al.⁵⁶, em 2005, realizaram análise de elementos finitos (FEA) para discutir o papel da rigidez dos pinos e cimentos utilizados na restauração deste dentes. Montou-se modelo tridimensional de elementos finitos de um incisivo central superior, simulando, sobre ele, a aplicação de força estática de mastigação de 10N com angulação de 125º em relação ao longo eixo do dente. Simulou-se a utilização de pinos de aço e fibras de carbono e de vidro fixados com cimentos com diferentes módulos de elasticidade, variando de 7 a 22 GPa. As análises dos modelos obtidos mostraram que em sistemas com maior rigidez, como pinos de aço e fibra de carbono, a distribuição de forças mostra-se contrária à função natural do dente, criando zonas de tração e cisalhamento na dentina e na interface entre cimento e pino. Com carregamento estático em nível fisiológico, o stress não atingiu o limite estrutural do esmalte e da dentina. Por outro lado, os sistemas testados diferenciaram-se significativamente em como respondem e se sustentam ao carregamento até fadiga. Os autores também observaram que a influência da elasticidade do cimento na distribuição de forças mostra-se menos relevante à medida que a elasticidade dos pinos utilizados aumenta.

Em agosto de 2005, Tay et al.¹⁰⁴ publicaram trabalho onde avaliaram, através de um modelo teórico, os fatores geométricos que afetam a adesão à dentina radicular. Para isso, examinaram-se importantes variáveis que influenciam a união entre materiais obturadores

adesivos e as paredes do canal radicular, utilizando modelo de tronco de cone invertido. Encontrou-se que, para um canal preparado com lima endodôntica tamanho 25, com 20 mm de profundidade, o fator-C calculado variou de 46 a 23.461, dependendo da espessura do cimento (500 a 1 μ m, respectivamente), e, quando este fosse preenchido apenas por cimento, encontrou-se valor do fator-C de 32. Baseados em suas observações, os autores concluíram que a interação entre o fator-C e o stress de polimerização predispõe que a união entre cimentos adesivos e dentina seja altamente desfavorável no interior do conduto radicular.

O aumento da popularidade do uso de pinos de fibra para restaurar dentes tratados endodonticamente vem modificando inevitavelmente os procedimentos de fixação destes. Desta forma, Grandini et al.⁴⁴ (2005) realizaram trabalho verificando a efetividade da técnica de reembasamento de pinos de fibras com compósito (pinos anatômicos) para uniformizar e diminuir a linha de cimentação, comparando-os com os mesmos pinos apenas cimentados, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Selecionaram-se vinte dentes superiores uniradiculares, realizando tratamento endodôntico destes para posterior preparo dos canais radiculares para recebimento dos pinos. Realizou-se este preparo com brocas fornecidas pelo fabricante dos sistemas de pinos, com profundidade de 9,0 mm, e em seguida, dividiram-se as amostras em dois grupos com dez elementos cada. Para o grupo 1, que atuou como controle, realizou-se tratamento da superfície dentinária

através do condicionamento ácido total e aplicação do sistema adesivo One Step, seguido da fixação do pino de fibra com cimento resinoso de polimerização dual Duo-Link. Já para o grupo 2, primeiramente procedeu-se com o reembasamento do pino de fibra com resina composta, realizando, previamente, a lubrificação do canal com gel de glicerina, seguida pelo recobrimento do pino com compósito e inserção do conjunto no interior do conduto, para modelagem deste, fotoativando-o por vinte segundos. Em seguida, removeu-se o pino reembasado para finalização da polimerização realizando, posteriormente, o teste para verificar adaptação do sistema. Prosseguiu-se com a limpeza do conduto, seguida do tratamento da superfície radicular e cimentação do retentor da mesma forma que para o grupo 1. Finalizados os procedimentos restauradores, processaram-se as amostras para mensuração da linha de cimentação em MEV. Os resultados mostraram que o grupo de pinos anatômicos apresentou linha de cimentação significativamente menor e mais uniforme nas regiões cervical e média da raiz. Em ambos os grupos, detectaram-se falhas e bolhas no interior do material de cimentação, no compósito utilizado para reembasamento e entre pino e cimento. Concluiu-se que a técnica de reembasamento mostra-se efetiva na diminuição da linha de cimentação, em todos os espécimes, nos terços cervical e médio, excetuando-se o terço apical, que não apresentou diferença estatística com a mesma região do grupo controle. Relatou-se, também, que a

técnica utilizada aumenta em muito pouco o tempo clínico sendo de fácil execução.

Empregam-se, rotineiramente, pinos de fibra, fixados ao canal radicular através de cimentos resinosos para restauração de dentes endodonticamente tratados, tornando importante a avaliação de sistemas de ancoragem intra-radicular. Desta forma Goracci et al.³⁹, em 2005, avaliaram a resistência interfacial de adesão e ultra-estrutura desta interface obtida utilizando três diferentes sistemas de cimentação. Para isso, selecionaram-se 27 dentes humanos uniradiculares, removendo suas coroas e realizando tratamento endodôntico. Preparou-se espaço para os pinos com 9 mm de profundidade e 1,3 mm de diâmetro nos canais radiculares para receberem pino de fibra de vidro translúcido (FRC Postec). Dividiram-se as amostras em três grupos, com nove elementos cada, de acordo com o cimento utilizado: Excite DSC/ Variolink II, ED Primer/Panavia 21 e RelyX Unicem. Após a fixação dos pinos, armazenaram-se as amostras em água por 24 horas à temperatura ambiente, para então conduzir-se o ensaio mecânico *push-out* e avaliação através de microscopia eletrônica de transmissão (MET). Em cada grupo, utilizaram-se sete amostras para teste mecânico e duas para processamento em microscopia. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que os pinos fixados com o cimento resinoso Variolink II apresentaram resistência interfacial significativamente superior ($10,18 \pm 2,89$ MPa) ao Panavia ($5,04 \pm 2,81$ MPa) e ao RelyX Unicem ($5,01 \pm 2,63$

MPa), enquanto os últimos apresentaram-se estatisticamente semelhantes. As imagens da MET da interface entre dentina intraradicular e o cimento Variolink II revelaram que se removeu toda *smear layer*, formando camada híbrida com 8 a 10 μm de espessura. Nos espécimes dos outros grupos, não se observou remoção completa da *smear layer* nem da *smear plug*, e encontraram-se falhas entre a camada híbrida e a camada de adesivo para o Panavia 21 e entre a *smear layer* e a dentina subjacente para o RelyX Unicem. Concluiu-se que o potencial adesivo dos cimentos que utilizam condicionamento ácido total mostrou-se mais efetivo. Afirmou-se, também, que os monômeros resinosos acídicos, responsáveis pelo condicionamento do substrato nos cimentos Panavia 21 e RelyX Unicem mostraram-se incapazes de remover efetivamente a espessa *smear layer* formada na dentina intraradicular durante o preparo do espaço para o pino.

Grandini et al.⁴⁶ (2005) realizaram trabalho clínico longitudinal, avaliando o uso de pinos de fibras associados a compósitos para restaurar dentes tratados endodonticamente. Selecionaram 38 dentes anteriores e 62 posteriores. O protocolo restaurador utilizado incluiu tratamento endodôntico, a cimentação de pinos de fibras translúcidos aderidos ao canal radicular utilizando adesivo simplificado e um cimento resinoso de polimerização dual, e a restauração com resina composta micro-híbrida de uso direto. Para avaliar o tratamento, marcou-se retorno dos pacientes após 6, 12, 24 e 32 meses, avaliando as

restaurações de acordo com parâmetros clínicos e radiográficos pré-determinados. Baseados nos resultados coletados, após 30 meses de atividade clínica, todos os dentes restaurados com pinos de fibras e resinas compostas mostraram resultados clínicos favoráveis e, os autores puderam concluir que a associação destes retentores com compósitos é uma opção de tratamento viável que, a curto prazo, conserva estrutura dentária sadia e permite ao paciente conservar a sua função.

Uma pesquisa foi realizada por Aksornmuang et al.³, em 2006, para avaliar o efeito da fotoativação prolongada de sistemas adesivos utilizados na cimentação adesiva de pinos de resina reforçada por fibra. Os tempos de fotoativação foram de dez e vinte segundos e os sistemas adesivos testados foram de polimerização dual ou fotoativada, com primer autocondicionante. Diferenças significativas na resistência adesiva entre o terço apical e o terço coronal foram observadas somente no grupo tratado com sistema adesivo fotoativado por dez segundos, enquanto que o grupo fotoativado por vinte segundos e o grupo de presa dual não apresentaram diferenças regionais. A resistência adesiva foi maior para os grupos fotoativados por maior tempo (20s).

Também foi relatado que o fator de configuração cavitária, o fator-C, é a razão entre a área de superfície aderida e a área de superfície não aderida dentro da cavidade. Este fator influencia também a resistência de união. Durante a polimerização ocorre contração dos componentes resinosos, criando tensão suficiente para causar

deslocamento do material da dentina. Este fator deve ser levado em consideração também quando for realizada cimentação nos canais radiculares. A configuração geométrica do canal é desfavorável para união, logo esta acaba se tornando um complicador para cimentação dos pinos de fibra de vidro (Schwartz⁹⁵, 2006). Tay et al.¹⁰⁴ em 2005 calculou o fator-C nos canais radiculares variando a profundidade e observou que o fator-C é alto em canais radiculares com 10 mm de profundidade. À medida que diminui a profundidade do canal reduz os valores do fator-C.

Bonfante et al.¹², em 2007, também utilizaram os testes de resistência à tração dos pinos de fibra de vidro, cimentados com cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (RelyX Luting, Fuji Plus) e cimentos resinosos (RelyX ARC e Enforce). Concluíram que os cimentos resinosos obtiveram valores de resistência de união maiores do que os cimentos ionoméricos, porém ambos são capazes de proporcionar retenção clinicamente suficiente para os pinos de fibra de vidro.

Wang et al.¹¹², em 2008, realizaram uma pesquisa para estudar o efeito de dois diferentes pinos de fibra e sistemas de cimentação adesiva na resistência adesiva regional por meio do teste de resistência à extrusão (Push-out). Pinos de fibra de carbono e quartzo foram cimentados utilizando o sistema adesivo (One-Step Plus/Bisco) e cimento resinoso químico (C&B Cement/Bisco) ou o o cimento resinoso auto-adesivo (Rely-X Unicem/3M ESPE). Neste estudo, os pinos cimentados com sistema adesivo e cimento resinoso apresentaram

melhores valores de resistência adesiva, e a região coronal da raiz foi significativamente mais retentiva.

Silva et al.⁹⁸ em 2009, avaliou a resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados à dentina com o uso de um cimento resinoso convencional e um auto-adesivo. Trinta dentes bovinos unirradiculares tiveram as raízes 17mm a partir dos ápices. As raízes foram tratadas endodonticamente e divididas aleatoriamente em 3 grupos (n=10): G1- cimento resinoso convencional RelyX ARC + ScotchBond Multi Uso Plus (SBMP) fotoativado + pino de fibra de vidro; G2- RelyX ARC + SBMP quimicamente ativado + pino de fibra de vidro; G3- cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 + pino de fibra de vidro. Após a cimentação dos pinos, os espécimes foram armazenados por 24 horas em água destilada, à 37°C. As raízes foram cortadas sob irrigação constante para obter de 6 a 9 fatias de 1mm de espessura. O teste de resistência à extrusão foi realizado para medir a resistência adesiva nas fatias da região cervical, média e apical, a uma velocidade de 0,5mm/min. Todos os espécimes foram observados em microscópio ótico de luz para avaliar os tipos de falhas. Os valores foram submetidos à análise de variância a dois critérios (ANOVA) e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As médias gerais dos grupos 1, 2 e 3, respectivamente, (MPa) foram de 4,87 ($\pm 3,65$); 5,89($\pm 3,72$); e 8,50($\pm 4,52$). Os valores de resistência adesiva regional nos terços cervical, médio e radicular, respectivamente, foram: G1- 5,26($\pm 3,44$); 5,11($\pm 3,33$); 5,01($\pm 3,17$); G2- 7,45($\pm 3,82$); 5,88($\pm 2,50$);

4,91(\pm 2,74); G3- 10,11(\pm 3,11); 9,12(\pm 3,70); 4,99(\pm 3,28). Os maiores valores de resistência adesiva foram encontrados com o cimento auto-adesivo. Ao avaliar os terços separadamente, os grupos 2 e 3 obtiveram comportamento semelhante nos terços cervical e médio. No terço apical, todos os grupos tiveram o mesmo comportamento. A resistência de união foi influenciada pelo tipo de cimento utilizado e região radicular, mas não foi alterada pela variação do modo de polimerização do sistema adesivo.

Em 2010, Macedo et al.⁶⁵, com objetivo de avaliar o efeito do reembasamento (pinos anatômicos), do tipo de cimento e profundidade de cimentação sobre a retenção de pino de fibra de vidro. Para confecção das amostras, foram selecionados cento e oitenta incisivos bovinos, que tiveram suas porções coronárias removidas e seus canais tratados endodonticamente. Após tratamento endodôntico, os canais foram alargados com pontas diamantadas 4138 e 4137. As raízes foram divididas inicialmente em dois grupos: G1 - pinos de fibra de vidro sem reembasamento e G2 - pinos de fibras de vidro reembasados com resina composta (pinos anatômicos). Cada grupo foi dividido em três subgrupos de acordo com tipo de cimento utilizado: A - RelyX ARC, B - RelyX Unicem, e C - RelyX Luting. Em cada um destes subgrupos os pinos foram cimentados em três diferentes profundidades dentro do canal: 5 mm, 7,5 mm e 10mm, sendo utilizadas 10 raízes para cada subgrupo (n=10). Depois de preparadas, as amostras foram submetidas a ensaio de resistência à tração em uma máquina de ensaio universal, com

velocidade de 0,5mm/min. Os resultados em kgf foram convertidos em MPa e submetidos ANOVA de três fatores com nível de significância de 95%, e as médias comparadas pelo Tukey. Os resultados demonstraram que não houve diferenças entre os cimentos resinosos RelyX ARC e o RelyX Unicem, quando cimentados em diferentes profundidades. O cimento RelyX Luting 2 apresentou os menores valores de resistência de união. Os pinos de fibra de vidro reembasados (pinos anatômicos) apresentaram valores maiores do que os pinos não reembasados. Através desses resultados pode-se concluir que os pinos reembasados (pinos anatômicos), cimentados a profundidade de 5 mm obtiveram os melhores resultados quando cimentados com os cimentos resinosos RelyX ARC e RelyX Unicem.



Proposição

3 Proposição

Diante dos aspectos levantados na revisão de literatura, este estudo objetivou avaliar a resistência ao cisalhamento por extrusão, por meio do teste push-out, de retentores intra-radiculares pré-fabricados de fibra de vidro, reembasados com compósito ou não e cimentados com dois diferentes cimentos resinosos, avaliando os terços cervical, médio e apical de raízes bovinas.




Material e Método

4 Material e Método

4.1 MATERIAIS

Para confecção dos corpos-de-prova, foram utilizados: retentores intra- radiculares pré-fabricados cilíndricos cônicos de 2 estágios, lisos e translúcidos de fibra de vidro Exacto nº 2 (Angelus, Londrina PR - Brasil); sistema adesivo Adper Scotchbond Multi-Usó Plus associado ao agente silano RelyX Ceramic Primer (3M-ESPE, St. Paul, USA); cimentos resinosos de dupla cura RelyX ARC (3M-ESPE, St. Paul, USA) e autoadesivo RelyX U100 (3M-ESPE, St. Paul, USA) para fixação dos retentores. Para o grupo em que se realizou o reembasamento dos retentores pré-fabricados utilizou-se a resina composta micro-híbrida, Cor A2, Filtek Z-250 (3M-ESPE, St. Paul, SA).

Quadro 1 - Composição do retentor de Fibra de Vidro Exacto Translúcido (Angelus, Londrina PR - Brasil)

Figura	Composição
	Fibra de Vidro 80% Resina Epóxica 20%

4.2 MÉTODO

4.2.1 Seleção e preparo das raízes

Coletou-se 300 dentes incisivos bovinos recém extraídos com raízes retas e livres de trincas, armazenados em timol a 0,5% após limpeza com curetas periodontais. Numerou-se, então, os dentes realizando em seguida a mensuração dos dentes em sua porção radicular em três regiões, cervical (RC), média (RM) e apical (RA), nos sentidos vestibulo-lingual (Rx1) (Figura 1A) e méso-distal (Rx2) (Figura 1B), e comprimento total da raiz (RT), utilizando paquímetro digital Mitutoyo.

Após esta análise, selecionaram-se quarenta dentes com dimensões mais próximas da mediana. Calculou-se também as médias das dimensões dos dentes, anteriormente obtidas, para verificar a distribuição normal das amostras entre os grupos.

Em seguida, removeu-se a porção coronária dos dentes, utilizando disco diamantado (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) (Figura 2), padronizando o comprimento das raízes em 14 mm (Clavijo et al.²⁰, 2009) (Figura 1C).

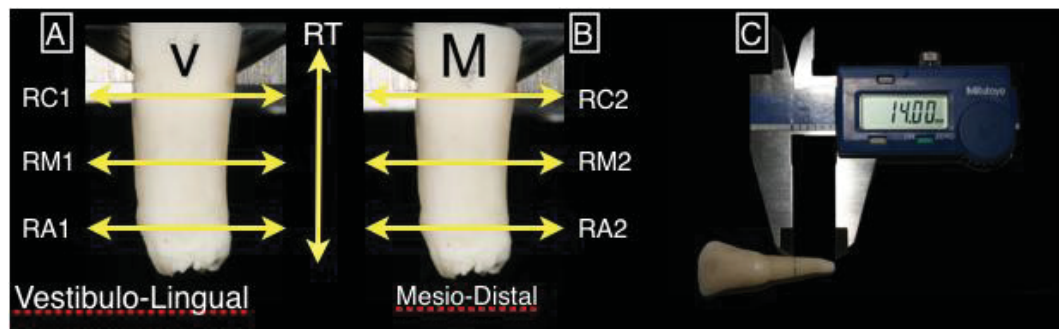


FIGURA 1 - A: Sentido vestibulo-lingual; B: Sentido mésio-distal; C: Padronização do comprimento das raízes em 14 mm.



FIGURA 2 - A: Remoção da porção coronária dos dentes, utilizando disco diamantado; B: Remoção da polpa dos condutos radiculares utilizando-se limas endodônticas tipo Kerr.



FIGURA 3- Raízes enumeradas.

Removeu-se a polpa dos condutos radiculares utilizando-se limas endodônticas tipo Kerr (Dentsply-Maillefer, Tulsa, USA) (Figura 2B), da primeira série até a numeração 40, sob abundante irrigação com hipoclorito de sódio a 1,0% para remoção de debris e matéria orgânica. Após esta etapa, numerou-se as raízes (Figura 3), mantendo-as imersas em água destilada a 37°C em estufa por três dias.

4.2.2 Inclusão das raízes

Para inclusão das raízes, inicialmente obteve-se cilindros de PVC com 20 mm de diâmetro por 20 mm de altura, fixando estes a uma película radiográfica utilizando-se cera rosa 7 (Figura 4A). Fixou-se a raiz à haste de um delineador protético (BioArt, São Carlos, Brasil) com auxílio de broca Gates Gliden (Dentsply-Maillefer, Tulsa, USA) e cera utilidade, de modo que o canal radicular ficasse perpendicular a platina do delineador. Após esta fixação, colocou-se o cilindro de PVC centralizando este na base do delineador e preenchendo-o com resina acrílica autopolimerizável. Após o preenchimento com resina, baixou-se a haste até que a região cervical radicular ficasse nivelada com a superfície de resina acrílica (Figura 4B). Aguardado o tempo de polimerização da resina acrílica, removeu-se o conjunto raiz-resina do tubo de PVC, realizando a numeração do cilindro de resina segundo a numeração prévia da raiz (Figura 4C).

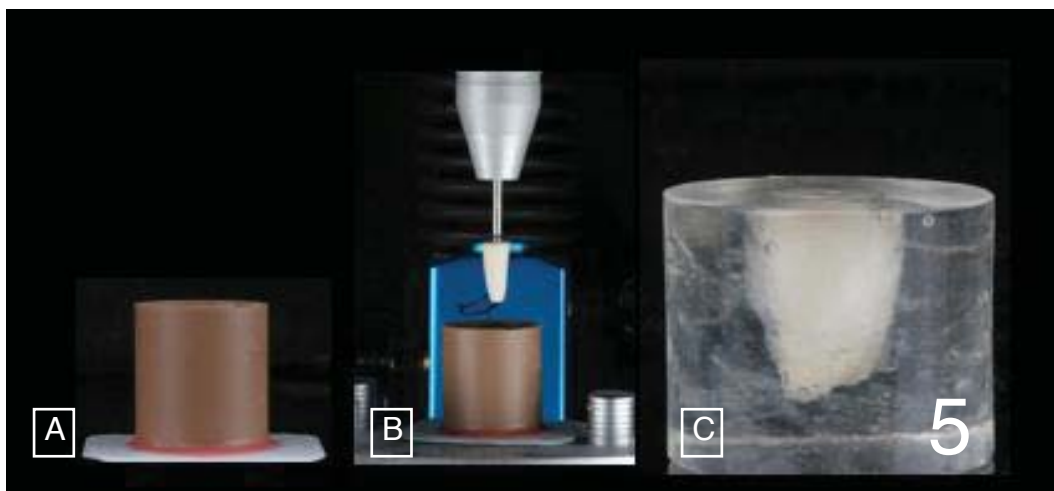


FIGURA 4 - A: Fixação dos cilindros de PVC a uma película radiográfica utilizando-se cera rosa 7; B: Inserção da raiz até a região cervical radicular ficasse nivelada com a superfície de resina acrílica; C: Raiz enumerada após inserção no cilindro.

4.2.3 Tratamento endodôntico

O tratamento endodôntico das raízes foi realizado por instrumentação mecânica, pela técnica Escalonada (step-back) através de limas endodônticas tipo Kerr (Dentsply- Maillefer). O comprimento de trabalho foi localizado 1 mm aquém do forame apical, com batente apical estabelecido no diâmetro 55 e escalonamento programado em 1 mm para os instrumentos no 60, 70, 80 e brocas Gates-Glidden 4 e 5. A irrigação dos canais radiculares foi realizada com hipoclorito de sódio 1%, durante o preparo químico-mecânico. Ao final da instrumentação foi realizada a secagem com cones de papel absorvente n° 55. Os canais foram

obturados com guta-percha, pela técnica de condensação lateral, e cimento endodôntico Sealer 26, manipulado segundo as recomendações do fabricante.

Após o tratamento endodôntico, as raízes foram mantidas em estufa a 37° C com umidade relativa de 100%, até a execução do passo seguinte.

4.2.4 Padronização da fragilização das raízes

Inicialmente, com auxílio de uma sonda milimetrada (Hufriedy, Chicago, III, USA) e lapiseira n°. 0,5, demarcou-se vários pontos de 1,0mm, a partir do cavo- superficial vestibular ao redor de toda raiz (Figura 5). Para desobturação dos condutos radiculares, foi utilizado instrumentos aquecidos (pontas Rhein), broca de Gates-Glidden (Dentsply-Maillefer, Tulsa, USA) número 5, seguida pela utilização da broca Largo número 5 (Dentsply-Maillefer, Tulsa, USA), ambas levadas, em baixa rotação, até a profundidade de 10 mm, distância esta limitada por stops de borracha seguidos de broca largo com diâmetros crescentes.

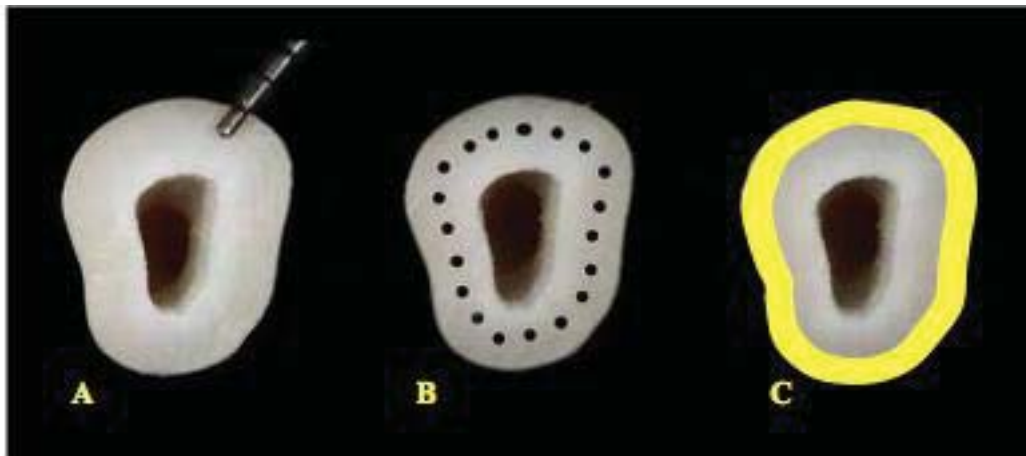


FIGURA 5 - A: Marcação com sonda periodontal 1,0mm de remanescente; B: Pontos demarcados A 1,0 mm em volta da raiz; C: União dos pontos e demarcação do 1,0mm de dentina remanescente.

Posteriormente com pontas diamantadas esféricas 1018 (KG Sorensen) em alta rotação, iniciamos a fragilização das raízes (Clavijo et al.²⁰ 2009), penetrando a ponta diamantada até a distância de 10mm. Em seguida com ponta diamantada tronco cônica de alto calibre 4137 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) ampliou-se os condutos radiculares, finalizando com uma ponta DB -14 (Renfert, Germany) para peça reta do micro-motor sob refrigeração de ar, criando assim uma abertura padronizada para todos os corpos de prova (Figura 6), deixando assim a medida de 1,0mm de dentina em volta de toda raiz e aferindo-se todas as espessuras das raízes com paquímetro digital (Figura 7).

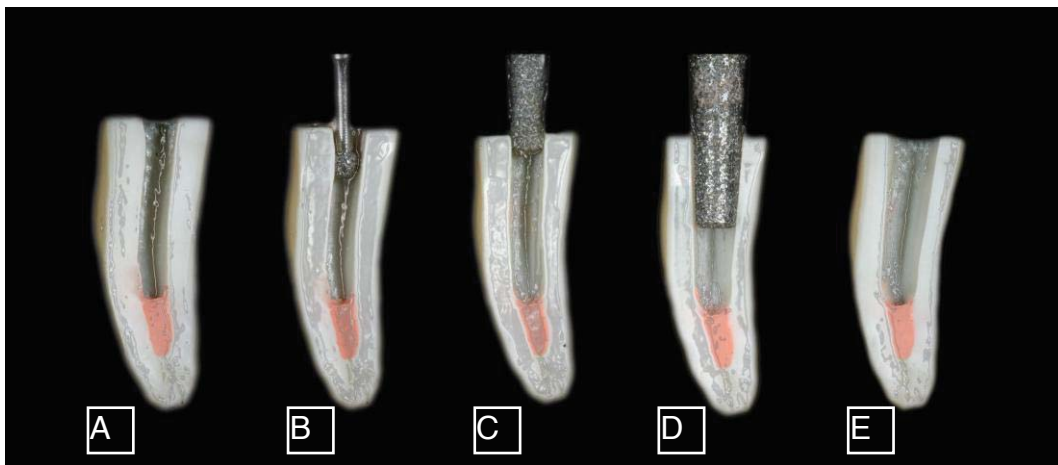


FIGURA 6- A: Raiz desobturada deixando 4,0mm de obturação; B: Início da fragilização com ponta diamantada 1018; C: Ponta diamantada 4137; D: Ponta DB – 14 – Renfert; E: Raiz fragilizada.

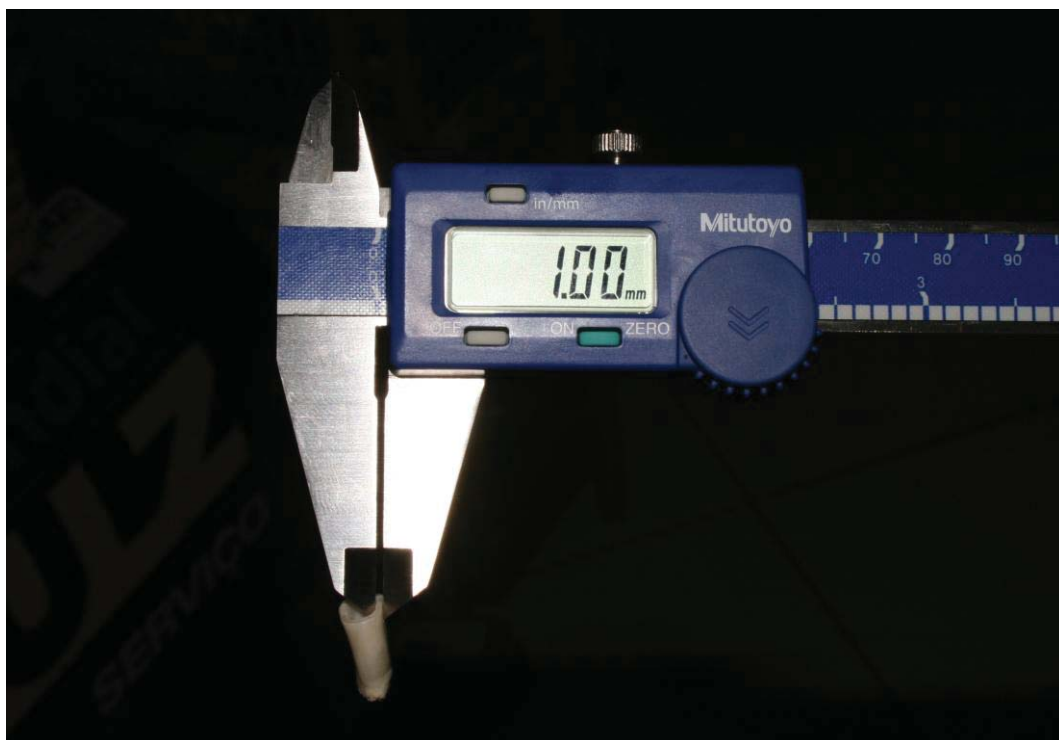


Figura 7-Aferição da fragilização da raiz em 1mm no terço cervical da raiz.

4.2.5 Divisão dos grupos experimentais

Após o preparo dos canais radiculares, estas foram distribuídas, previamente numeradas, através de sorteio, em 4 grupos com dez amostras (n=10) (Quadro 2), ficando a divisão destes da seguinte maneira: grupo 1 constituiu-se de retentores cimentados com RelyX ARC (3M-ESPE, St. Paul, USA) sem reembasamento com resina composta, grupo 2 cimentados com RelyX U100 (3M-ESPE, St. Paul, USA) sem reembasamento com resina composta, e grupo 3 constituiu-se de retentores reembasados com resina composta e cimentados com RelyX ARC (3M-ESPE, St. Paul, USA) e grupo 4 retentores reembasados com resina composta e cimentados com RelyX U100 (3M-ESPE, St. Paul, USA).

Quadro 2 - Divisão dos grupos experimentais

Grupos	Técnica	Cimento
1	Sem reembasamento e cimentado.	Rely-X ARC
2	Sem reembasamento e cimentado.	RelyX U100
3	Com reembasamento e cimentado.	Rely-X ARC
4	Com reembasamento e cimentado.	RelyX U100

4.2.6 Cimentação dos retentores intra-radiculares

4.2.6.1 Preparo da superfície dos retentores de fibra de vidro

Inicialmente, realizou-se o condicionamento da superfície dos pinos de fibra de vidro (Figura 8A) com ácido fosfórico a 35% (3M-ESPE, St. Paul, USA) (Figura 8B) por 30 segundos visando à limpeza superficial. Em seguida, realizou-se lavagem abundante com água (Figura 8C) e secagem, seguida pela aplicação, utilizando-se micro-aplicadores (Vichi et al.¹⁰⁹) descartáveis (microbrush, KG Sorensen, São Paulo, Brasil), do silano (Figura 5B) RelyX Ceramic Primer (3M-ESPE, St. Paul, USA) (Figura 8D). Após um minuto, secou-se, com jato de ar, a superfície do pino por 5 segundos para evaporação do solvente, para posterior aplicação, remoção do excessos com jato de ar por 5 segundos e fotoativação do adesivo Adper Scotchbond Multi-Usó Plus (3M-ESPE, St. Paul, USA) (Figura 8E) por 20 segundos, utilizando-se unidade fotoativadora de luz LED Radium-cal (SDI North America Inc.) (Figura 8F) com intensidade de 1200mW/cm². Este procedimento foi realizado em todos os pinos de fibra de vidro independente dos grupos em que seriam cimentados.

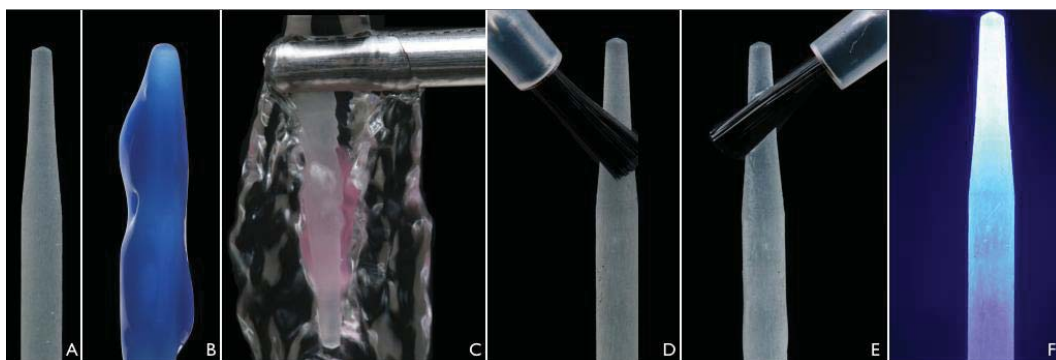


FIGURA 8- A: Pino de fibra de vidro; B: Limpeza com ácido fosfórico; C: lavagem; D: Aplicação de silano; E: Aplicação de adesivo; F: Fotopolimerização.

4.2.6.2 Grupo 1-Retentores cimentados com RelyX ARC sem reembasamento

Preparo da superfície dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro

Seguiu-se os mesmos procedimentos já descrito anteriormente no item 4.2.6.1.

Cimentação dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro

Foi realizado o tratamento interno da dentina do canal radicular, através de condicionamento com ácido fosfórico 35% (Figura 9A) por 15 segundos, lavagem com água em abundância e remoção do excesso com

cones de papel absorvente, tendo a precaução de não ressecar a dentina. Após o condicionamento, foi aplicado o Ativador do Adper Scotchbond Multi-Usó Plus (3M-ESPE, St. Paul, USA) com aplicadores descartáveis (microbrush, KG Sorensen, São Paulo, Brasil), seguido de uma suave secagem com jato de ar por 5 segundos para eliminação do solvente deste e cones de papel absorvente (Figura 9B) para remoção dos excessos. Em seguida, foi utilizado o primer do Adper Scotchbond Multi-Usó Plus (3M-ESPE, St. Paul, USA) (Figura 9C), volatilizando o solvente por 5 segundos com leve jato de ar e cones de papel absorvente para remoção dos excessos, seguido da aplicação do Catalisador (Figura 9D) do mesmo sistema, volatilizando os solventes com jato de ar e cones de papel absorvente para remoção dos excessos. O cimento resinoso Rely-X ARC (3M-ESPE, St. Paul, USA) foi manipulado em um bloco de papel impermeável por 10 segundos e inserido no interior do canal através de lima Kerr numero 50 (Dentsply- Maillefer) (Figura 10A) e sobre a superfície do retentor (Figura 10B), aplicou-se fina camada do cimento. O pino foi posicionado no interior do canal (Figura 10C), estabilizado manualmente, de forma a ficar paralelo ao longo eixo da raiz. Os excessos de cimento foram removidos antes da fotoativação, feita por 40 segundos (Figura 10D) nos sentidos ocluso- apical, vestibular e lingual da raiz.

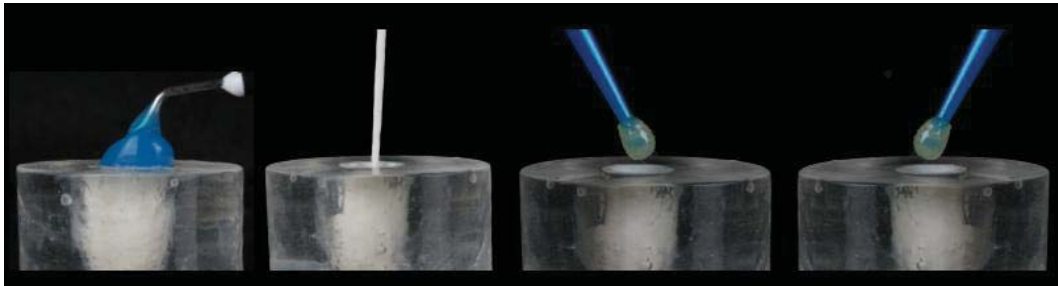


FIGURA 9 - A: aplicação de ácido fosfórico; B: secagem do conduto com cone absorvente; C: Aplicação do primer; D: Aplicação do catalizador.

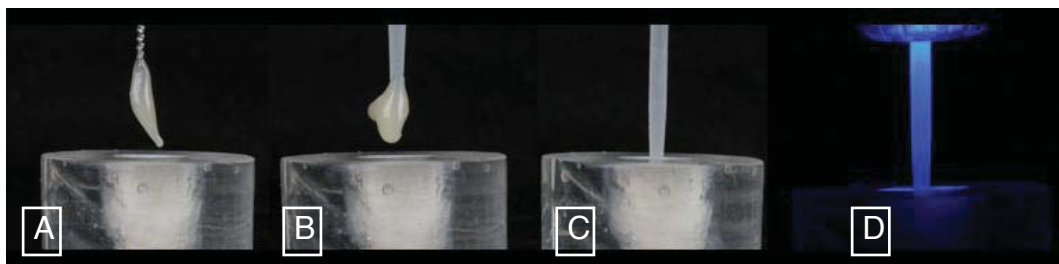


FIGURA 10 - A: Inserção do cimento resinoso Rely-X ARC; B: Fina camada de cimento no pino de fibra de vidro; C: Inserção do pino; D:Fotoativação.

4.2.6.3 GRUPO 2 – Retentores cimentados com RelyX U100 sem reembasamento

Preparo da superfície dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro.

Seguiu-se os mesmos procedimentos já descrito anteriormente no item 4.2.6.1.

Cimentação dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro

O cimento RelyX U100 (3M-ESPE, St. Paul, USA) dispensa preparo prévio da superfície dentária a ser cimentada. Portanto foi realizada apenas irrigação com 10 mL de água destilada e secagem com jato de ar por 5 segundos e cones de papel absorvente para remoção dos excessos. Em seguida foram manipulados as pastas em mesma proporção durante 20 segundos em um bloco de papel impermeável, inserido no interior do canal através de lima Kerr numero 50 (Dentsply- Maillefer) (Figura 11A) e sobre a superfície do retentor, aplicou-se fina camada do cimento (Figura 11B). O pino foi posicionado no interior do canal (Figura 11C), estabilizado manualmente, de forma a ficar perpendicular ao longo eixo da raiz. Os excessos de cimento foram removidos antes da fotoativação (Figura 11D), feita por 40 segundos nos sentidos ocluso- apical, vestibular e lingual da raiz.

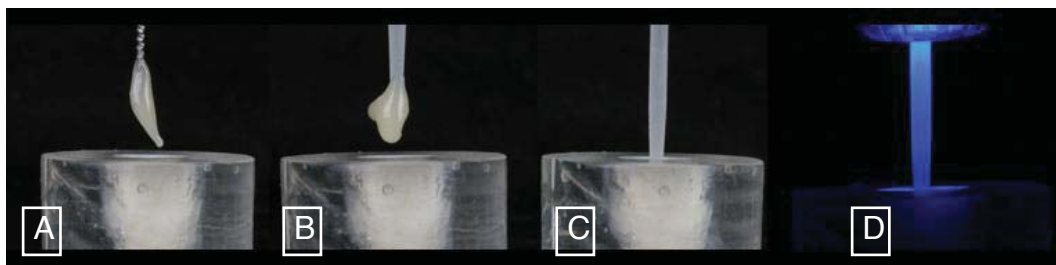


FIGURA 11 - A: Inserção do cimento resinoso RelyX U100; B: Fina camada de cimento no pino de fibra de vidro; C: Inserção do pino; D: Fotoativação.

4.2.6.4 GRUPO 3 – Retentores reembasados com resina composta e cimentados com Rely-X ARC.

Seguiu-se os mesmos procedimentos já descrito anteriormente no item 4.2.6.1.

Reembasamento dos retentores intra-radulares de fibra de vidro com resina composta.

Para confecção do reembasamento, inicialmente realizou-se a lubrificação do conduto radicular com gel lubrificante hidrossolúvel (Figura 12A), envolveu-se o retentor intra-radicular com a resina composta microhíbrida A2, Filtek Z-250 (3M-ESPE, St. Paul, SA) (Figura 12B) levando-se, então, o conjunto no interior do conduto (Figura 12C) marcando a região vestibular do pino e no cilindro de resina acrílica. Este foi retirado e recolocado por duas vezes, removendo o excesso de compósito, fotoativando-o em posição, no interior do conduto, por vinte segundos (Figura 12D). Seguiu-se retirando o conjunto do interior do canal radicular (Figura 13A) fotoativando-o imediatamente por sessenta segundos (Figura 13B), respectivamente, pelas superfícies vestibular e palatina. Após, lavou-se os condutos radiculares com jato de água abundante, por trinta segundos, para remoção do lubrificante, secando-se, então, os canais radiculares. Lavou-se e secou-se, também, os retentores de fibra de vidro reembasados (Figura 13C) da mesma forma.

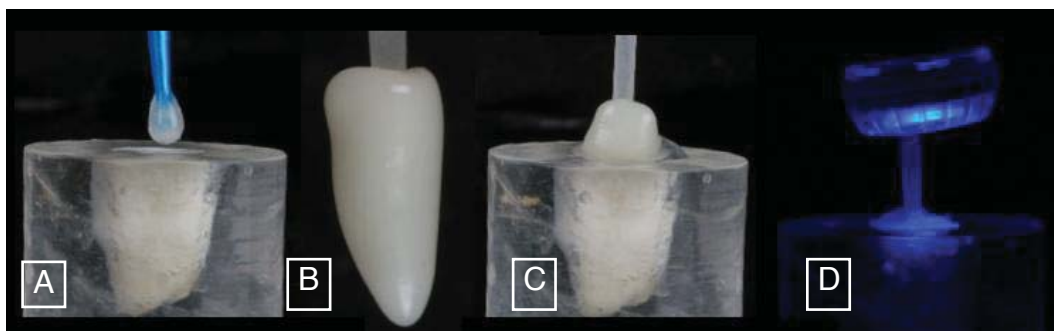


FIGURA 12 - A: Lubrificação do conduto radicular com gel lubrificante hidrossolúvel; B: retentor intra-radicular com a resina composta microhíbrida A2; C: Inserção conjunto no interior do conduto; D: fotoativação por por quarenta segundos.

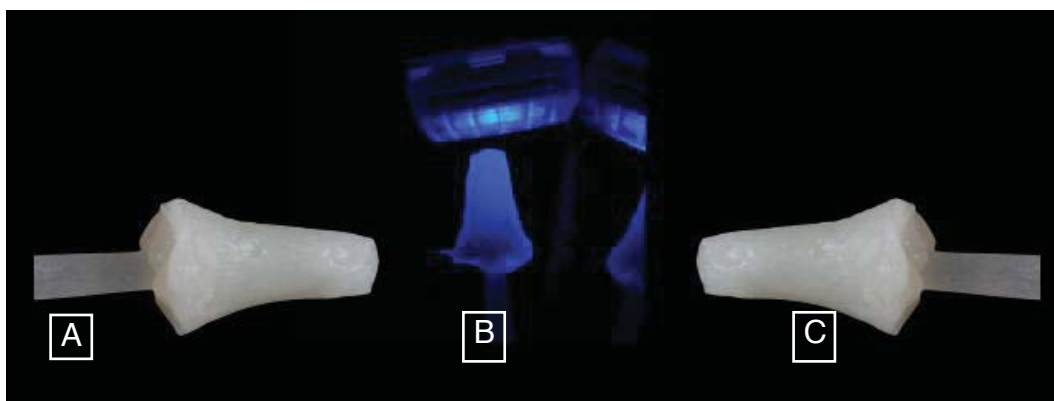


FIGURA 13 - A: Remoção do conjunto do interior do conduto; B: Fotoativação superfícies vestibular e palatina por sessenta segundos; C: Reembasamento finalizado.

Cimentação dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro com resina composta

Em seguida foi realizada a hibridização do conduto radicular com o mesmo protocolo seguido para o grupo 1. Aplicou-se ácido fosfórico (Figura 14A), seguido de lavagem abundante com água e secagem com jato de ar, o sistema adesivo sobre a superfície do pino de fibra de vidro reembasado (Figura 14B), realizando secagem com jato de ar por 5 segundos e foto ativando-o por dez segundos (Figura 14C). O cimento resinoso Rely-X ARC (3M-ESPE, St. Paul, USA) foi manipulado em um bloco de papel impermeável por 15 segundos e inserido no interior do canal através de lima Kerr numero 50 (Dentsply- Maillefer) (Figura 16A) e sobre a superfície do retentor (Figura 16B), aplicou-se fina camada do cimento. O pino foi posicionado no interior do canal (Figura 16C), estabilizado manualmente, de forma a ficar perpendicular ao longo eixo da raiz. Os excessos de cimento foram removidos antes da fotoativação, feita por 40 segundos (Figura 16D) nos sentidos ocluso- apical, vestibular e lingual da raiz.

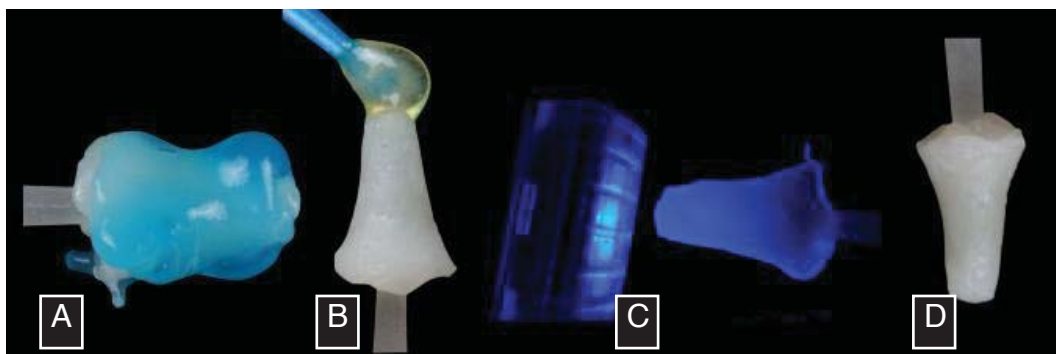


FIGURA 14 - A: Aplicação de ácido fosfórico; B: Aplicação de adesivo; C: Fotoativação do conjunto; D: Pino finalizado.

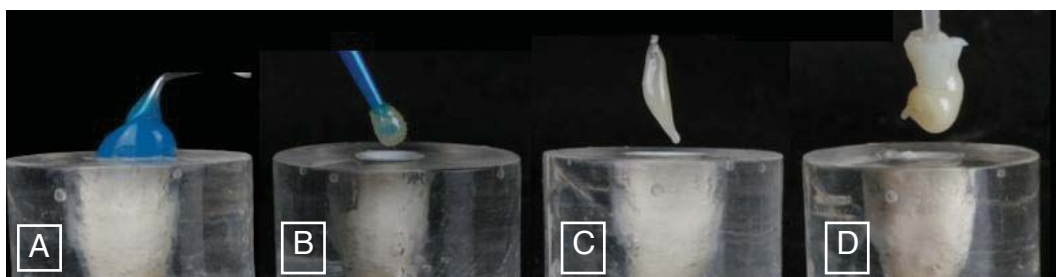


FIGURA 15 - A: Condicionamento ácido; B: Fina camada de adesivo; C: Inserção do cimento; D: Inserção do pino.

4.2.6.5 GRUPO 4 – Retentores reembasados com resina composta e cimentados com RelyX U100

Preparo da superfície dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro

Seguiu-se os mesmos procedimentos já descrito anteriormente no item 4.2.6.1.

Reembasamento dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro com resina composta

Seguiu-se os mesmos procedimentos do grupo 3.

Cimentação dos retentores intra-radiculares de fibra de vidro com resina composta. (Figura 16)

Seguiu-se o mesmo protocolo para o grupo 3 para tratamento do pino reembasado e do grupo 3 para cimentação.

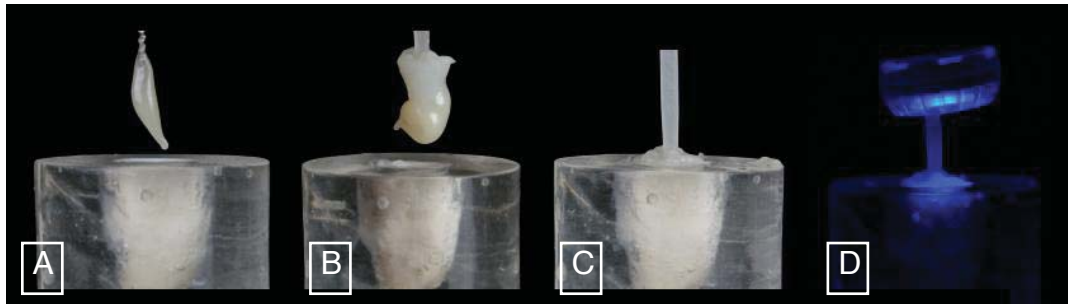


FIGURA 16 -A: Inserção do cimento resinoso; B: Fina camada de cimento no pino de fibra de vidro; C: Inserção do pino; D:Fotoativação

4.2.7 Secção das raízes

Terminada a cimentação dos retentores intra-radiculares, mantiveram-se as raízes através de meio úmido em estufa a 37o C por 48 horas. Realizou-se então três demarcações na superfície radicular, a partir da superfície cervical, distantes três milímetros entre si, ficando a última medida localizada aos nove milímetros, coincidindo com a profundidade do preparo do conduto. Fixou-se os espécimes em máquina de corte Isomet (Buehler UK LTD, Lake Bluff, USA), seccionando perpendicularmente ao longo eixo as raízes em pontos demarcados, obtendo-se três secções, referentes às porções cervical, média e apical, seccionando também o remanescente coronário do pino de fibra de vidro. Após a secção, numerou-se os segmentos de acordo com a numeração

da amostra seguidos da letra referente ao terço seccionado (C, M e A). Após esta etapa, armazenou-se as raízes em estufa a 37°C por 24 horas para posterior realização dos ensaios mecânicos.

4.2.8 Ensaio mecânico

Para o ensaio mecânico utilizou-se máquina de ensaio universal Instron 4411 (Instron Corporation, Norwood, USA) com célula de carga de cinquenta quilogramas. Posicionou-se os espécimes em uma base metálica, que apresentava um orifício maior com vinte milímetros de diâmetro e em seu interior um orifício menor com três milímetros ao centro, mantendo as seções invertidas, com a porção cervical voltada para baixo e a região dos retentores cimentados coincidindo com o orifício menor.

Fixou-se no mordente da máquina de ensaios haste metálica com ponta ativa cilíndrica com um milímetro de diâmetro. Realizou-se então o ensaio *push-out* à velocidade de 0,5 mm.min⁻¹ até o deslocamento do retentor intra-radicular. Obtiveram-se os valores de resistência em kgf, convertendo-se estes para MPa dividindo-se a força necessária para o deslocamento dos retentores pela área do conduto radicular. Tabulou-se os dados para posterior realização da análise estatística, através da Análise de Variância e teste de Tukey, com nível de significância de 5%.



Resultado

5 RESULTADO

5.1 Ensaio mecânico push-out

Para análise dos resultados, obteve-se inicialmente a estatística descritiva, através das médias e desvios padrões da resistência ao cisalhamento nos três terços radiculares para cada grupo. Em primeira análise, pôde-se observar que os retentores reembasados e cimentados obtiveram as maiores médias dos testes em todos os seguimentos, enquanto os pinos apenas cimentados obtiveram as menores médias (Gráfico e Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das tensões de cisalhamento, em MPa

Grupos	Tipo de Cimento	Terço cervical	DP	Terço médio	DP	Terço apical	DP
Cimentados	RelyX ARC	6,22	2,64	4,25	2,01	4,45	2,81
Cimentados	RelyX U100	5,04	2,34	3,06	2,12	3,26	2,38
Reembasados	RelyX ARC	11,85	1,67	11,83	3,84	10,39	2,44
Reembasados	RelyX U100	12,05	1,14	11,98	3,23	10,96	2,14

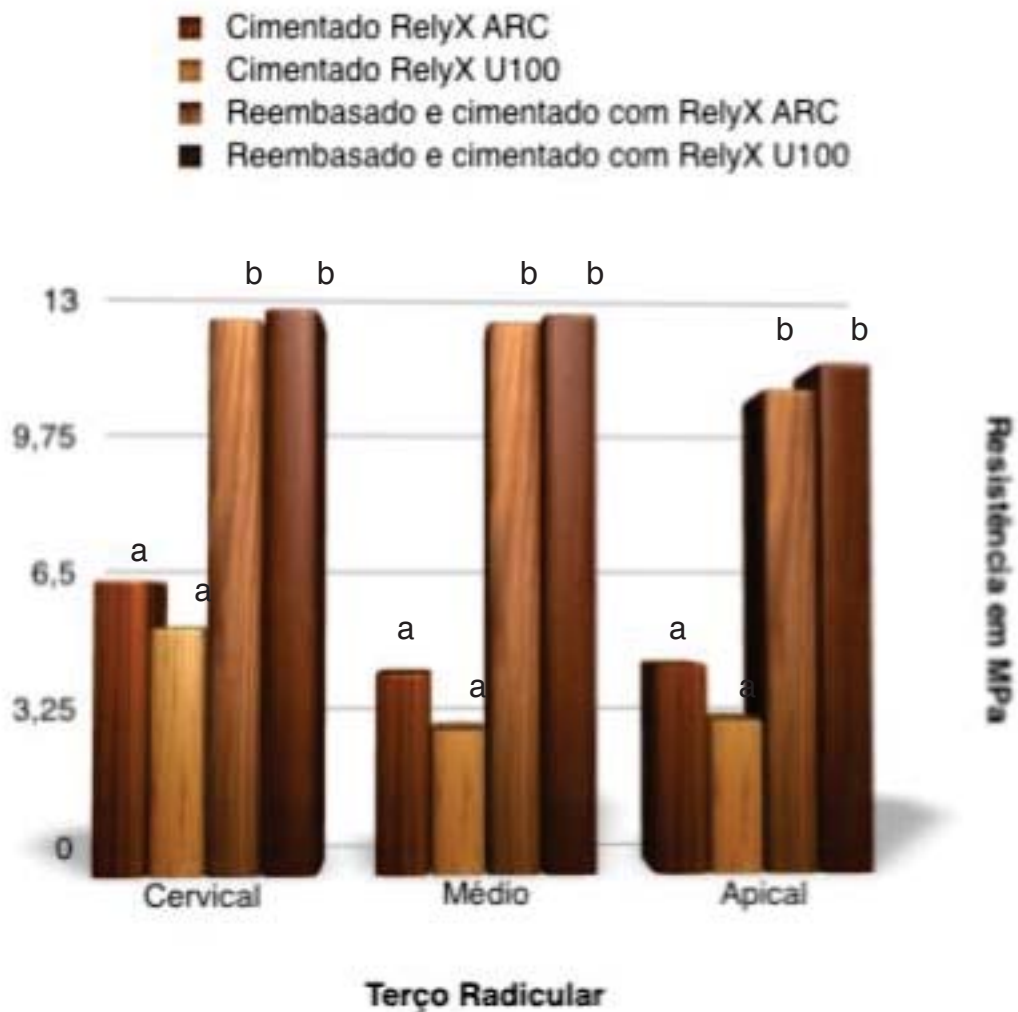


GRÁFICO 1 - Valores médios das tensões de cisalhamento nos respectivos terços.

Com intuito de melhor evidenciar os resultados desta análise, realizou-se então a comparação de médias através do teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$), permitindo a comparação individual entre os critérios tratamento (Tabela 2) e terço radicular (Tabela 3), bem como sua interação (Tabela 4).

Tabela 2 - Teste de Tukey para comparação das médias de resistência entre tratamentos realizados, independente do segmento radicular avaliado

Tratamento	Média de Resistência (MPa)
Cimentado com RelyX ARC	4,99a
Cimentado com RelyX U100	3,78a
Reembasado e cimentado com RelyX ARC	11,34b
Reembasado e cimentado com RelyX U100	11,66b

Grupos com mesma letra não possuem diferença estatística entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade.

Quando comparados os valores médios obtidos para os tratamentos realizados, os retentores não reembasados apresentaram resultados significativamente inferiores de retenção.

Tabela 3 - Teste de Tukey para comparação entre as médias para cada um dos terços radiculares, independente do tratamento realizado

Terços radiculares	Média de Resistência (MPa)
Cervical	8,79 ^a
Médio	7,78 ^a
Apical	7,26 ^a

Grupos com mesma letra não possuem diferença estatística entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade.

Tabela 4 - Teste de Tukey para comparação da interação entre tratamentos e terços radiculares.

Terço	Cimentado RelyX ARC	Cimentado RelyX U100	Reembasado e cimentado RelyX ARC	Reembasado e cimentado RelyX U100
Cervical	6,24 a	5,04 a	11,83 b	12,05 b
Médio	4,27 a	3,06 a	11,81b	11,98 b
Apical	4,46 a	3,26 a	10,39 b	10,96 b

Grupos com mesma letra não possuem diferença estatística entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade.

Ao analisar a interação entre tratamentos e terços radiculares, obteve-se resultados estatisticamente superiores em todos os segmentos

para o grupo de retentores reembasados. Observou-se também maior homogeneidade entre os valores de retenção obtidos para o grupo reembasado em relação aos retentores cimentados (Gráfico 2).

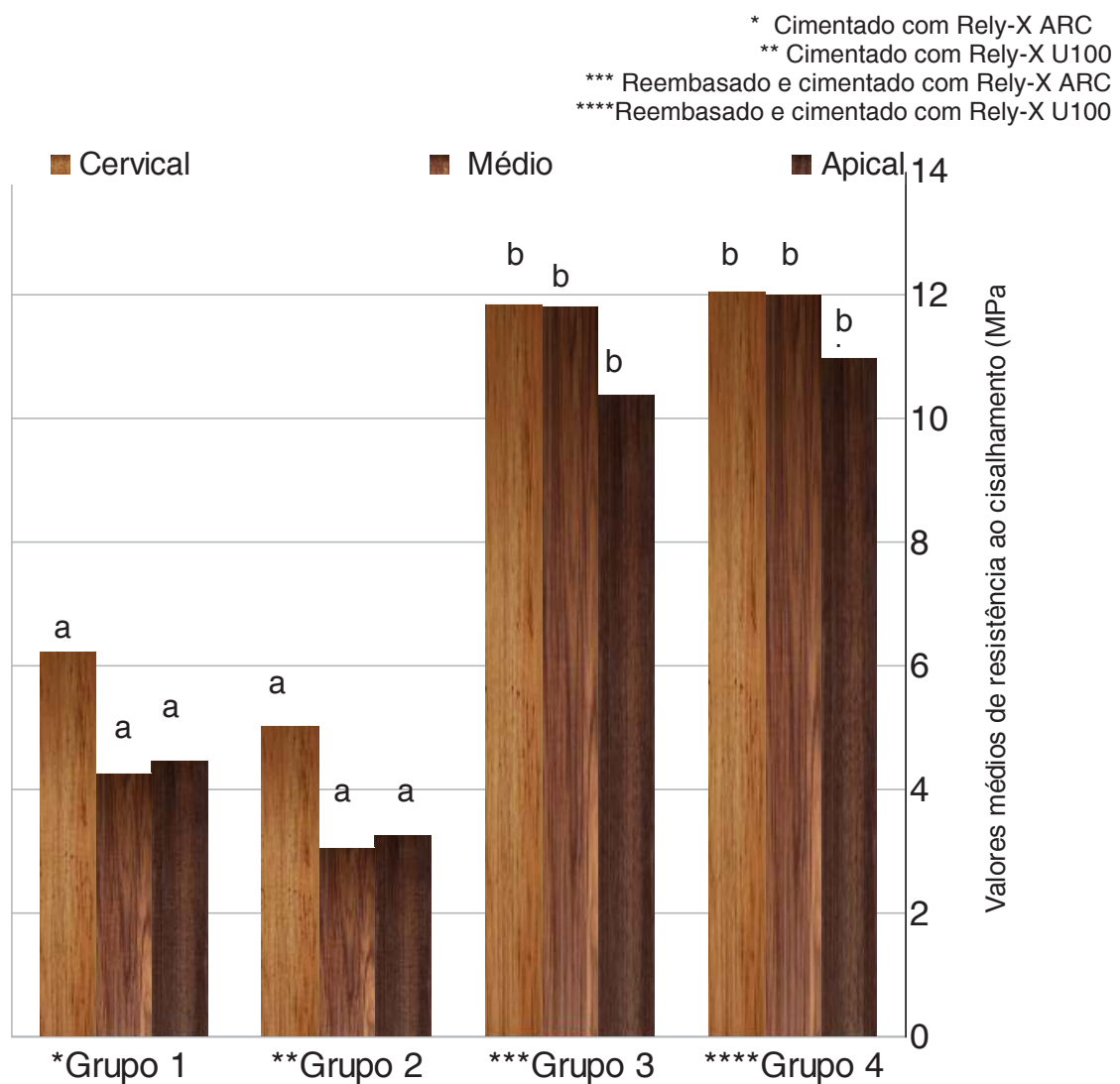


GRÁFICO 2 - Teste de Tukey para comparação entre os terços radiculares.

- Letras diferentes indicam diferença estatística

Discussão

6 Discussão

Os retentores intra-radiculares de fibra de vidro são eficientes retentores para restauração de raízes fragilizadas pelo tratamento endodôntico, pelo sobre corte durante o preparo para colocação dos retentores intra-radiculares ou por restaurações anteriores metálicas que perderam sua retenção (Tanoue et al.¹⁰³, 2007). A principal função dos pinos de fibra de vidro, no entanto, é servir de retenção para coroas, uma vez que, dentes fragilizados apresentam uma estrutura remanescente deficiente para suportar uma restauração, sendo necessário uma retenção adicional dada por retentores intra-radiculares. Esta capacidade restauradora pode ser explicada pelo fato de este tipo de material apresentar módulo de elasticidade próximo da dentina (Freedman³⁵, 2001), o que ajuda a distribuir as tensões geradas pelas cargas funcionais de maneira uniforme, sendo associados a cimentos odontológicos que também apresentam módulo de elasticidade semelhante (Saskalauskaite et al.⁹², 2008). Sua vantagem também é produzir fraturas favoráveis ao reparo, ou seja, fraturas que são passíveis de restaurações futuras, não resultando em perda do elemento dental (Akkayan, Gülmez², 2002; Pizi⁸⁵, 2003; Clavijo et al.²⁰ 2009).

Este trabalho avaliou a resistência de retenção utilizando o teste *push-out*, de retentores intra-radiculares de fibra de vidro, reembasados ou não com compósito restaurador, e fixados com dois tipos

de cimentos resinosos, avaliando os terços cervical, médio e apical de raízes bovinas.

Neste estudo utilizou-se incisivos bovinos ao invés de dentes humanos uniradiculares. Optou-se por dentes bovinos, pois a literatura demonstra a viabilidade de sua utilização em pesquisas (Schilke et al.⁹⁴, 2000). Seu uso proporciona, segundo Pizi⁸⁵ (2003), o controle de algumas variáveis que poderiam prejudicar a uniformidade da amostra, como variações da qualidade dentinária, defeitos de morfologia radicular e do canal, condições de armazenamento durante e após as extrações dentárias, dimensões radiculares e amplitude do conduto. Patierno et al.⁸¹, em 1996 utilizaram em seu estudo dentes bovinos, pois estes apresentam resistência à tração e ao cisalhamento de sua dentina semelhante aos dentes humanos. Adicionalmente, afirmam também que dentes bovinos apresentam grande disponibilidade, permitem controle do tempo entre obtenção e uso e maior uniformidade da dentina devido à ausência de cárie e doenças periodontais, que podem afetar a morfologia dos túbulos dentinários.

Esta padronização das amostras torna-se visível quando observa-se os resultados obtidos neste estudo, em especial os desvios - padrão alcançados em todos os segmentos analisados, e comparamos com trabalhos que utilizaram dentes humanos (Lieberman et al.⁵⁹, 1989; Sahafi et al.⁸⁹, 2004; Kalkan et al.⁵¹, 2006) e seus resultados mostraram maior variação das médias de resistência ao deslocamento e seus

respectivos desvios-padrão. Gaston et al.³⁶, em 2001, consideraram que a reprodutibilidade ou a consistência de estudos que implicam tensões de adesão são indicadas pela amplitude do desvio padrão em relação às médias obtidas, denominando esta proporção de coeficiente de variação, que determina o grau variabilidade dos resultados.

A utilização de retentores intra-radiculares pré-fabricados em canais amplos pode, segundo Aksornmuang et al.³(2004), resultar em uma camada excessivamente espessa de cimento, a qual pode não se apresentar forte o suficiente para resistir ao carregamento oclusal, perdendo, desta maneira, a retenção. Em face a esta problemática, delineou-se o modelo de preparo do espaço para o pino utilizado neste estudo, com as mesmas características para ambos os grupos, confeccionando-se este preparo com dimensões mais amplas. Esta característica visou a simulação de situação clínica onde a adaptação do pino estivesse aquém do diâmetro do preparo (Newman et al.⁷⁹, 2003), com a finalidade de se testar a efetividade da técnica de reembasamento com compósito em melhorar ou não a retenção de pinos de fibra de vidro.

O preparo do conduto para a simulação de raízes debilitadas varia segundo os autores de cada estudo; não há um consenso ou protocolo padronizado sobre como deveria ser este preparo, até porque clinicamente pode haver grande variação no grau e desenho do alargamento do conduto (Soares¹⁰⁰, 1999; Bonilla¹³, 2001; Marchi et al.⁷⁰, 2003; Newmann et al.⁷⁹, 2003; Gonçalves et al.³⁸, 2006; Bonfante

et al.¹², 2007; Maccari et al.⁶⁴, 2007; Marchi et al.⁶⁹, 2008; Moosavi et al.⁷⁸, 2008; Clavijo et al.²⁰, 2009). Assim, a forma do preparo do canal radicular alargado utilizada na presente pesquisa foi baseada em pesquisas anterior que trabalharam com situações de raízes enfraquecida (Clavijo et al.²⁰, 2009). A fragilização do remanescente dentário se deu nos três terços da raiz, pelo fato de que, em raízes enfraquecidas, geralmente estas regiões se apresentam com paredes delgadas, devido a várias razões, como processo carioso, sobre- instrumentação endodôntica, remoção de retentores intra-radulares pré-existentes, entre outras. Todos os dentes utilizados neste estudo tiveram seus condutos preparados com brocas de diâmetro conhecido e com a mensuração cuidadosa da penetração das mesmas foi possível padronizar o preparo em todos os espécimes. O preparo do conduto com 10 mm de profundidade foi adotado por equivaler a cerca de 2/3 do remanescente dentário (Schillinburg, Kessler⁹⁷, 1991; Hu et al.⁴⁹, 2003).

A resistência ao deslocamento de pinos de fibra aderidos aos canais radulares utilizando-se de cimentos resinosos pode ser considerada uma somatória do embricamento micromecânico, adesão e resistência friccional (Pest et al.⁸², 2002). Por esta razão, testes pull-out e push-out têm sido empregados com sucesso como indicadores da resistência interfacial de pinos de fibra aderidos aos condutos radulares (Goracci et al.⁴², 2005). A grande desvantagem do teste pull-out é a impossibilidade de testarem-se diferentes regiões radulares, tornando-

se possível somente analisar a retenção em todo o conduto (Martins⁷², 1995).

Descreveu-se, primeiramente, o teste push-out ou teste de extrusão em estudos odontológicos no ano de 1970. Originalmente, este teste envolvia a extrusão de cilindros de resina aderidos em cilindros de dentina. Descreveu-se, inicialmente, o uso deste tipo de teste para avaliar a adesão à dentina radicular em 1996. No presente estudo, optou-se por este tipo de ensaio mecânico, uma vez que a literatura demonstra que o teste push-out proporciona melhor estimativa da resistência à retenção (Wakefield et al.¹¹¹, 1998) que o teste de cisalhamento plano convencional, pois força a ocorrência de fratura paralelamente à interface dentina- adesivo (Kurtz et al.⁵⁵, 2003), além de permitir a avaliação de diversas regiões radiculares em uma mesma amostra (Baldissara et al.⁷, 2006). Outro ponto levantado por Goracci et al.⁴², em 2005, é a interpretação do teste push-out em comparação ao de microtração quando referido à adesão de retentores intra-radiculares de fibra de vidro ao conduto radicular, uma vez que outros fatores, além da união propriamente dita, contribuem para retentividade, especialmente a resistência friccional ao deslocamento.

As limitações apresentadas pelos retentores intra-radiculares metálicos, sejam eles pré- fabricados (Saupe et al.⁹³, 1996; Ferrari et al.³⁰, 2000; Mezzomo et al.⁷⁵, 2003; Prisco et al.⁸⁶, 2003; Mitsui et al.⁷⁶, 2004) ou fundidos (Chan et al.⁹², 1993; Lui⁶², 1994; Holmes et al.

⁴⁸, 1996; Newman et al. ⁷⁹, 2003; Lanza et al. ⁵⁶, 2005), aliados aos avanços no campo da adesão às estruturas dentárias e aprimoramento de materiais estéticos promoveram o desenvolvimento de pinos intraradiculares que buscassem aliar função à estética (Leary et al. ⁵⁸, 1995; Sahafi et al. ⁸⁹, 2004). Inicialmente, os pinos de zircônia e fibras de carbono passaram a ser indicados (Kurtz et al. ⁵⁵, 2003), e mais recentemente, os pinos de fibras de vidro associados aos cimentos adesivos e núcleos de ionômero de vidro e, principalmente, resina composta (Barnabé ⁸, 2003; Cordeiro ²³, 2003; Schwartz, Robbins ⁹⁵, 2004).

O uso em larga escala de pinos pré-fabricados fixados adesivamente, especialmente os retentores de fibra de vidro, tem sido alvo de muitos estudos. Dever-se-iam indicar estes pinos somente em casos onde sua seção transversal fosse semelhante à do canal (Pest et al. ⁸², 2002; Schwartz, Robbins ⁹⁵, 2004), diminuindo a linha de cimentação e proporcionando maior retenção ao conjunto (Grandini et al. ^{43,44}, 2003 e 2005), mas o que comumente se observa é seu uso indiscriminado, independente das dimensões do conduto radicular (Barnabé ⁸, 2003). Por outro lado, alguns estudos realizados onde cimentava-se pinos de fibra em canais amplos, encontravam-se valores maiores de retenção que em situações onde o pino encontrava-se bem adaptado ao preparo radicular (Chan et al. ¹⁶, 1993; Saupe et al. ⁹³, 1996; Albuquerque et al. ⁴, 2003). Esta observação pode ser explicada pelo fato

de, apesar da semelhança entre os módulos de elasticidade dos pinos, cimentos resinosos e dentina, as propriedades mecânicas de resistência do cimento são inferiores, mas ao mesmo tempo, permitem maior deformação antes de falharem (Ozturk et al.⁸⁰, 2005).

Visto que a cada dia consolida-se mais o crescimento do uso de pinos de fibra de vidro, e que seu principal tipo de falha é a perda de retenção (Ferrari et al.^{30,31}, 2000 e 2000; Mannocci et al.⁶⁸, 2001), propuseram-se algumas técnicas para contornar este problema (Lui⁶², 1994; Martins⁷², 1995; Pithan et al.⁸⁴, 2002; Pizi⁸⁵, 2003; Grandini et al.⁴⁴, 2005; Monticelli et al.⁷⁷, 2006; Wu et al.¹¹³, 2006). Neste estudo, testou-se uma destas técnicas, que é o reembasamento com resina composta (Grandini et al.⁴³, 2003, Clavijo et al.²¹, 2006) destes tipos de retentores. Propôs-se o reembasamento com compósito visando diminuir a linha de cimentação e proporcionar adaptação mais precisa destes pinos às paredes do canal radicular (Lassila et al.⁵⁷, 2004), o que pode promover aumento da retenção, pois melhora-se o embricamento mecânico entre o conjunto restaurador e a dentina radicular (Goracci et al.⁴⁰, 2005; Pirani et al.⁸³, 2005).

A diminuição da linha de cimentação e, conseqüentemente, a substituição de volume maior do cimento por material com propriedades mecânicas melhoradas (Ozturk et al.⁸⁰, 2005), poderia contribuir no aprimoramento de todo o sistema.

Grandini et al.⁴³ (2005) citaram algumas vantagens esperadas por esta técnica, como: a diminuição da linha de cimentação, tornando-a mais uniforme; diminuição da incidência de bolhas e falhas nesta camada de cimento; e ainda, a possibilidade de preservação de estrutura dentária, pois adapta-se o pino ao canal, e não o inverso. Com os resultados alcançados nesta pesquisa, podem-se confirmar estas vantagens citadas por aqueles autores, pois através dos cortes de 1mm observou-se menor incidência de bolhas e falhas para o grupo de retentores reembasados, bem como uma linha de cimentação mais delgada e uniforme. De acordo com Sen et al.⁹⁶ (2004), pinos que promovem justaposição com a superfície dentinária tendem a apresentar maiores forças de retenção, pelo aumento da resistência friccional.

Este aspecto pôde ser verificado quando se analisa os resultados obtidos através das duas técnicas estudadas. Pôde-se observar que a técnica de reembasamento dos retentores de fibra de vidro com compósito proporcionou aumento efetivo da retenção destes em todos os segmentos estudados. Isto demonstra que a presença de uma menor linha de cimentação pode ter sido fator importante para este resultado, uma vez que as propriedades mecânicas dos compósitos restauradores são superiores aos cimentos resinosos, e, desta maneira, a diminuição da quantidade de material com propriedades inferiores pode contribuir significativamente para melhora da retenção dos pinos intraradiculares estudados (Aksornmuang et al.³, 2004; Grandini et al.⁴³,

2005). Grandini et al.⁴⁴ com através microscopia eletrônica de varredura sugeriu que esta diminuição significativa da linha de cimentação para todas as amostras de pinos reembasados, em todos os segmentos avaliados . Pode-se explicar, também, esta melhora da retenção, baseando-se em observações realizadas em estudos, bem como este, utilizando testes push-out como os de Goracci et al.^{40,41}, em 2005, que através dos resultados obtidos, explicaram que a maior contribuição para resistência ao deslocamento está ligada à resistência friccional proporcionada às paredes do canal radicular.

Observou-se que os espécimes do grupo com pinos reembasados com compósito apresentaram-se intactos na interface resina composta-pino de fibra, demonstrando que o elo de ligação entre estes dois materiais mostrou-se suficientemente resistente para suportar a carga necessária ao deslocamento do conjunto. Isso demonstra que o elo mais fraco deste tipo de técnica está na união entre cimento resinoso e paredes do canal radicular (Pithan et al.⁸⁴, 2002; Bitter et al.¹⁰, 2006; Baldissara et al.⁷, 2006). Segundo Ferrari et al.³¹ (2001), isto pode ser devido à discrepância entre a anatomia radicular e o formato do pino. Por outro lado, nos resultados do presente estudo, mesmo quando se melhorou a adaptação do pino, o elo mais frágil do sistema permaneceu na interface adesiva, pois apesar de maior retentividade, continuou sendo a principal causa de falhas o rompimento da adesão.

Para avaliar esta questão, deve-se, a princípio, analisar os grupos estudados, e observar a maior eficácia de retenção quando existe resistência friccional aumentada. Os elementos reembasados com compósito apresentaram menor linha de cimentação, fato este que eleva em grande escala o fator de configuração cavitária (Bouillaguet et al. ¹⁴, 2003; Tay et al. ¹⁰⁴, 2005), e, apesar desta situação proporcionar altas tensões de polimerização e conseqüentemente maior desafio à interface adesiva (Aksornmuang et al. ³, 2004), que muitas vezes pode levar à sua ruptura (Kurtz et al. ⁵⁵, 2003; Giachetti et al. ³⁷, 2004), obteve-se valores significativamente superiores de retenção para este grupo. Isto demonstra que o embricamento mecânico entre o conjunto restaurador e a superfície dentinária radicular mostra-se, muitas vezes, mais efetivo do que quando a retenção depende apenas da adesão às paredes dentinárias. Pirani et al. ⁸³, em seu estudo publicado em 2005 avaliou a formação de gaps interfaciais na interface adesiva de raízes hibridizadas para cimentação de retentores de fibras, e constatou que em todas as regiões radiculares e sistemas avaliados existiu grande formação destes gaps. Com isso, afirmaram que o sucesso clínico associado aos retentores de fibras pouco tem a ver com a adesão à dentina, e, que apesar do alto fator C associado a estes procedimentos, o que realmente parece ser responsável pela retenção é a resistência friccional.

Os resultados encontrados quando comparados os terços avaliados para os dois grupos demonstram superioridade estatística de

todos os terços radiculares do grupo de pinos reembasados quando comparados ao grupo apenas cimentado, inclusive quando analisado o terço apical reembasado em relação ao cervical apenas cimentado. Pode-se atribuir este fato à retenção friccional alcançada pela técnica do reembasamento, pois, segundo Cury et al.²⁴ (2006), pelo fato de existir valores excessivamente altos de fator-C nestas situações, deve-se buscar uma alternativa mais realista para aumentar a resistência ao deslocamento, que seria o aumento do embricamento mecânico.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados seria a dificuldade de controle da umidade presente no interior do canal radicular, fator este de grande influência na formação da camada híbrida e prolongamentos de resina, e, conseqüentemente, na resistência adesiva desta (Kalkan et al.⁵¹, 2006). Segundo Cury et al.²⁴ (2006), a presença de água residual no interior do túbulos dentinários não é completamente removida durante a remoção do excesso de umidade com cones de papel absorvente, fator este que impede a completa formação da camada híbrida. A partir desta observação, pode-se sugerir que os resultados obtidos neste estudo estariam também relacionados com este aspecto, pois para o grupo de pinos apenas cimentados, a formação da camada híbrida poderia ter sido prejudicada pela presença desta água residual, resultando em menor retenção. Em contrapartida, os pinos reembasados proporcionaram maior pressão hidráulica, forçando a água no interior dos

túbulos dentinários e proporcionando uma melhor hibridização das paredes do canal radicular (Giachetti et al.³⁷, 2004).

Estudos analisando a retenção em diferentes segmentos radiculares, como o de Cordeiro²³ (2003) apresentaram valores significativamente inferiores de retenção para o terço apical da raiz, que é influenciado pela dificuldade de acesso e ausência de polimerização ideal dos materiais utilizados, em especial, os cimentos resinosos de polimerização dual e sistemas adesivos (Goracci et al.⁴², 2004). O que contribui para esta diminuição da retenção é o fato da polimerização de cimentos resinosos de ativação dual atingir menor grau de conversão nesta região (Ozturk et al.⁸⁰, 2004), pois existe a incapacidade da energia luminosa alcançar estas profundidades e a quantidade de agente de ativação química presente nestes cimentos ser menor (Aksornmuang et al.³, 2004), o que proporciona esta diminuição da conversão dos monômeros, e, conseqüentemente, uma polimerização incompleta no terço apical (Cury et al.²⁴, 2006). Esta polimerização deficiente traz como conseqüência a diminuição das propriedades mecânicas do cimento, diminuindo a retenção (Pirani et al.⁸³, 2006), especialmente quando a resistência friccional é menor, como pôde-se observar para o grupo de retentores apenas cimentados.

Outro ponto levantado seria a formação de uma camada híbrida de qualidade, fundamental para o sucesso da adesão dos cimentos resinosos à dentina. Os sistemas adesivos são capazes de

produzir esta camada híbrida, por isso devem ser utilizados em conjunto com os cimentos resinosos (Mannocci et al.⁶⁸, 1999). Por outro lado, os sistemas adesivos devem ser selecionados adequadamente para que não ocorra incompatibilidade deste com os cimentos resinosos. Sabe-se que existe a incompatibilidade entre cimentos resinosos quimicamente ativados ou de ativação dupla que empregam base aminas como parte do catalisador e os sistemas adesivos simplificados que apresentam aumento da concentração de monômeros ácidos. (Sanares et al.⁹¹, 2001; Tay et al.¹⁰⁵, 2003; Carvalho et al.¹⁸, 2004; Asmussen, Peutzfeldt⁵, 2006). Neste estudo, quando a cimentação foi realizada com cimento RelyX ARC, que necessitava do condicionamento prévio da dentina, foi utilizado um sistema do Scotchbond Multipurpose (3M-ESPE). Os fabricantes indicam, para cimentação de retentores pré-fabricados, o condicionamento com ácido fosfórico seguido da aplicação do Ativador, Primer e Catalisador. Estas instruções foram utilizadas neste estudo para que não ocorresse a incompatibilidade entre o sistema adesivo utilizado e o cimento RelyX ARC.

Visto que são muitos os passos operatórios para utilização deste sistema, há uma maior sensibilidade de técnica, o que dificulta o trabalho pelos cirurgiões-dentistas que devem estar familiarizados com os procedimentos para realizá-los adequadamente. Para melhorar este inconveniente, muitos fabricantes têm inserido no mercado, cimentos auto-adesivos, que dispensam o preparo prévio do

substrato. Neste estudo, quando a cimentação foi realizada com cimento RelyX ARC no grupo 1 não houve diferenças estatísticas com o cimento RelyX U100 do grupo 2, porém obteve menores valores que os mesmos cimentos no grupo 3 e 4, onde também não obtiveram diferenças estatísticas.

Além dos retentores reembasados diminuírem a espessura de cimento nos canais radiculares, este tipo de tratamento exerce pressão de assentamento sobre o cimento contra as paredes dentinárias, fazendo com que estes penetrem mais no substrato (Chieffi et al.¹⁹, 2007). Diante destas razões, quando se aumenta o volume de cimento o interior do conduto, aumenta-se a probabilidade de inclusão de bolhas (Grandini et al.⁴⁴, 2005).

De acordo com os resultados deste estudo, ficou evidenciado que a técnica de reembasamento teve grande influência sobre a retenção destes em elementos uniradiculares, seja nos terços radiculares individualmente, seja na somatória final de forças necessárias para deslocar estes pinos. Isto pôde ser bem observado comparando os resultados obtidos com retentores fixados apenas com cimento resinoso em relação aos pinos reembasados com compósito e posteriormente cimentados, uma vez que estes últimos apresentaram retenção significativamente mais eficaz em todas as regiões radiculares.

Diante dos resultados podemos indicar o uso de retentores reembasados na prática clínica, cimentados tanto com cimento

resinoso dual ou auto-adesivo, como opção de restauração segura, uma vez que a distribuição das tensões será mais uniforme, evitando a fratura de estruturas fragilizadas, que podem resultar na perda do elemento dentário.

Pode-se considerar como limitação deste estudo o fato de se testar a técnica do reembasamento com resina composta utilizando apenas um tipo de compósito e pino de fibra de vidro, buscando averiguar, basicamente, a efetividade da técnica e cimentação. Seria importante analisar outros tipos de pinos e outros tipos de compósito, bem como sistemas adesivos, procurando determinar, realmente, um protocolo restaurador que proporcione melhor retenção aos pinos de fibra de vidro.

Conclusão

7 Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, a técnica de reembasamento com resina composta mostrou-se efetiva em melhorar a retenção de pinos intra-radiculares de fibra de vidro cimentados em canais radiculares, apresentando valores de resistência ao deslocamento estatisticamente superiores em todos os segmentos analisados em comparação ao pino apenas cimentado. Ainda, não se encontrou diferenças significativas entre os cimentos resinosos e quando comparados os terços radiculares para cada tipo de tratamento realizado.

Referências

8 Referências *

- 1.Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent.* 2006; 95: 368-78.
- 2.Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002; 87: 431-7.
- 3.Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent.* 2004; 32: 443-50.
- 4.Albuquerque R de C, Polleto LT, Fontana RH, Cimini CA. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 936-43.
- 5.Asmussen E, Peutzfeldt A. Bonding of dual-curing resin cements to dentin. *J Adhes Dent.* 2006; 8: 299-304.
- 6.Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent.* 1999; 27: 275-8.
- 7.Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, Scotti R. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin. *J Endod.* 2006; 32: 985-8.
- 8.Barnabé W. Avaliação in vitro da retenção às superfícies radiculares, através da resistência à extrusão, de dois pinos de fibras de vidro cimentados com três cimentos à base de resina [tese de doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

*De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

-
9. Bell-Ronnlof AML, Lahdenpera M, Lassila LV, Vallittu PK. Bond strength of composite resin luting cements to fiber-reinforced composite root canal post. *J Cont Dent Pract.* 2007; 8: 17-24.
 10. 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.
 11. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, do Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fiber posts. *Int Dent J.* 2007; 57: 153-60.
 12. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, do Valle AL. Tensile bond strength of glass fiber posts luted with different cements. *Braz Oral Res.* 2007; 21: 159-64.
 13. Bonilla MEG. Avaliação da resistência à fratura transversal de raízes amplamente destruídas reconstruídas com núcleos [dissertação de mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2001.
 14. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer J, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003; 19: 199-205.
 15. Cailleteau JG, Rieger MR, Ed Akin J. A comparison of intracanal stresses in a post restored tooth utilizing the finite element method. *J Endod.* 1992; 18: 540-4.
 16. Chan FW, Harcourt JK, Brockhurst PJ. The effect of post adaptation in the root canal on retention of posts cemented with various cements. *Aust Dent J.* 1993; 38: 39-45.
 17. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NRFA, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that esigns self-etching primers to dentine. *J Dent.* 2004; 32: 55–65.
 18. Carvalho CAT, Valera MC, Oliveira LD, Camargo CHR. Structural resistance in immature teeth using root reinforcements in vitro. *Dent Traumatol.* 2005; 21: 155–9.

19. Chieffi N, Chersoni S, Papacchini F, Vano M, Goracci C, Davidson CL, et al. The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. *Dent Mater.* 2007; 23: 159-64.
20. Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17: 574-8.
21. Clavijo VGR, Souza NC, Andrade MF, Susin AH. Pinos anatômicos: uma nova perspectiva clínica. *Rev dental press estet.* 2006; 3: 100-21.
22. Clavijo VGR, Monsano R, Calixto LR, Kabbach W, Clavijo EMA, Andrade MF. Reabilitação de dentes tratados endodonticamente com pinos anatômicos indiretos de fibra de vidro. *Rev dental press estet.* 2008; 5: 31-49.
23. Cordeiro NPD. Resistência ao cisalhamento por extrusão – “push-out” – de pinos de fibra de vidro à dentina intra-radicular [tese de doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2003.
24. Cury AH, Goracci C, de Lima Navarro MF, Carvalho RM, Sadek FT, Tay FR, et al. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *J Endod.* 2006; 32: 537-40.
25. D'arcangelo CD, D'amario M, De Angelis F, Cinelli M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber reinforced post system. *J Prosthet Dent.* 2007; 98: 193-8.
26. Drummond JL. In vitro evaluation of endodontic posts. *Am J Dent.* 2000; 13(Spec No): 5B-8B.
27. Eskitascioglu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod.* 2002; 28: 629-33.
28. Faria-e-Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod.* 2007; 33: 1078-81.

-
- 29.Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2003; 90: 556-62.
- 30.Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and core. *Am J Dent.* 2000; 13: 15B-18B.
- 31.Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater.* 2001; 17: 422-9.
- 32.Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2000; 13: 9B-13B.
- 33.Ferrari M, Grandini S, Simonetti M, Monticelli F, Goracci C. Influence of a microbrush on bonding fiber post into root canals under clinical conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94: 627-31.
- 34.Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Crysanti M, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000; 13: 255-60.
- 35.Freedman GA. Esthetic post-and-core treatment. *Dent Clin North Am.* 2001; 45: 103-16.
- 36.Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod.* 2001; 27: 321-4.
- 37.Giachetti L, Scaminaci Russo D, 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.
- 38.Gonçalves LA, Vansan LP, Paulino SM, Sousa Neto MD. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2006; 96: 339-44.
- 39.Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent.* 2005; 30: 627-35.

40. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Adhes Dent.* 2005; 31: 608-12.
41. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater.* 2005; 21: 437-44.
42. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 353-61.
43. Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 243-7.
44. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent.* 2005; 7: 235-40.
45. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater.* 2005; 21: 75-82.
46. 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.
47. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct post and cores: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:380-6.
48. Holmes DC, Diaz-Arnold AM, Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. *J Prosthet Dent.* 1996; 75: 140-7.
49. Hu YH, Pang LC, Hsu CC, Lau YH. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int.* 2003; 34: 349-53.

-
50. Iglesia-Puig MA, Arellano-Cabornero A. Fiber-reinforced post and core adapted to a previous metal ceramic crown. *J Prosthet Dent.* 2004; 91: 191-4.
51. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent.* 2006; 96: 41-6.
52. Keyf F, Sahin E. Retentive properties of three post-core systems. *Aust Dent J.* 1994; 39: 20-4.
53. Kimmel SS. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. *N Y State Dent J.* 2000; 66: 36-40.
54. Kremeier K; Fasen L; Klaiber B; Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater.* 2008; 24: 660-6.
55. Kurtz JS, Perdigão J, Geraldeli S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strength of tooth-colored posts. Effect of sealer, dentin adhesive, and root region. *Am J Dent.* 2003; 16: 31A-6A.
56. Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. *Dent Mater.* 2005; 21: 709-15.
57. Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004; 20: 29-36.
58. Leary JM, Holmes DC, Johnson WT. Post and core retention with different cements. *Gen Dent.* 1995; 43: 416-9.
59. Liberman R, Ben-Amar A, Urstein M, Gontar G, Fitzig S. Conditioning of root canals prior to dowel cementation with composite luting cement and two dentine adhesive systems. *J Oral Rehabil.* 1989; 16: 597-602.
60. Love RM, Purton DG. Retention of posts with resin, glass ionomer and hybrid cements. *J Dent.* 1998; 26: 599-602.
61. Lui JL. A technique to reinforce weakened roots with post canals. *Endod Dent Traumatol.* 1987; 3: 310-4.

-
- 62.Lui JL. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quintessence Int.* 1994; 25: 313-9.
- 63.Lui JL. Enhanced post crown retention in resin composite-reinforced compromised, root-filled teeth: a case report. *Quintessence Int.* 1999; 30: 601-6.
- 64.Maccari PC, Cosme DC, Oshima HM, Burnett LH Jr, Shinkai RS. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19: 30-6.
- 65.Macedo VC, Faria e Silva AL, Martins LR. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod.* 2010; 36: 1543-6.
- 66.Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Muench A. Microtensile bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced composite posts. *J Prosthet Dent.* 2007; 97: 165-72.
- 67.Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M, Watson TF. Confocal and scanning electron microscopic study of teeth restored with fiber posts, metal posts and composite resins. *J Endod.* 1999; 25: 789-94.
- 68.Mannocci F, Sherriff M, Ferrari M, Watson TF. Microtensile bond strength and confocal microscopy of dental adhesives bonded to root canal dentin. *Am J Dent.* 2001; 14: 200-4.
- 69.Marchi GM, Mitsui FH, Cavalcanti AN. Effect o remaining dentin structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. *Int End J.* 2008; 41: 969-76.
- 70.Marchi GM, Paulillo LA, Pimenta LA, De Lima FA. Effect of different filling materials in combination with intraradicular posts on the resistance to fracture of weakened roots. *J.Oral Rehabil.* 2003; 30: 623-9.

71. Martelli H Jr, Pellizzer EP, Rosa BT, Lopes MB, Gonini A Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fiber post. *Int Endod J.* 2008; 41: 685-92.
72. Martins LRM. Avaliação da resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com materiais adesivos [tese de doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 1995.
73. Mendoza DB, Eakle WS. Retention of posts cemented with various dentinal bonding cements. *J Prosthet Dent.* 1994; 72: 591-4.
74. Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent.* 1997; 78: 10-5.
75. Mezzomo E, Massa F, Líbera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence Int.* 2003; 34: 301-6.
76. Mitsui FH, Marchi GM, Pimenta LA, Ferraresi PM. In vitro study of fracture resistance of bovine roots using different intraradicular post systems. *Quintessence Int.* 2004; 35: 612-6.
77. 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.
78. Moosavi H, Maleknejad F, Kimyai S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root reinforcement methods. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9: 30-7.
79. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 360-7.
80. Ozturk N, Usumez A, Usumez S, Ozturk B. Degree of conversion and surface hardness of resin cement cured with different curing units. *Quintessence Int.* 2005; 36: 771-7.
81. Patierno JM, Rueggeberg FA, Anderson RW, Weller RN, Pashley DH. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12: 227-36.

82. Pest LB, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002; 18: 596-602.
83. 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: 891-4.
84. Pithan S, Vieira RS, Chain MC. Tensile bond strength of intracanal posts in primary anterior teeth: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* 2002; 27:35-9.
85. Pizi ECG. Avaliação da resistência e do padrão de fratura de coroas cerâmicas fixadas sobre diferentes reconstruções [tese de doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2003.
86. Prisco D, De Santis R, Mollica F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolais L. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically-treated teeth. *Oper Dent.* 2003; 28: 515-21.
87. Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence Int.* 1996; 27: 93-7.
88. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay F, Cardoso PEC, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater.* 2007; 23: 95-9.
89. Sahafi A, Peutzfeld A, Asmussen E, Gotfredsen K. Effect of surface treatment of prefabricated posts on bonding of resin cement. *Oper Dent.* 2004; 29: 60-8.
90. Sahafi A, Peutzfeld A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. *Int J Prosthodont.* 2004; 17: 307- 12.
91. Sanares AME, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater.* 2001; 17: 542-56.

- 92.Saskalauskaite E, Tam LE, McComb D. Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements. *J Prosthodontol*. 2008; 17: 262-8.
- 93.Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int*. 1996; 27: 483-91
- 94.Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol*. 2000; 45: 355-61.
- 95.Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004; 30: 289-301.
- 96.Sen D, Poyrazoglu E, Tuncelli B. The retentive effects of pre-fabricated posts by luting cements. *J Oral Rehabil*. 2004; 31: 585-9.
- 97.Shillingburg HT, Kessler JC. Restauração de dentes tratados endodonticamente. São Paulo: Quintessence;1991.
- 98.Silva LM. Resistência de união da cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro frente ao teste de remoção por extrusão [tese de doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.
- 99.Soares CJ, Mitsui FH, Neto FH, Marchi GM, Martins LR. Radiodensity evaluation of seven root post systems. *Am J Dent*. 2005; 18: 57-60.
- 100.Soares JCF. Resistência à fratura de raízes enfraquecidas reconstruídas com sistemas restauradores adesivos [dissertação de mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1999.
- 101.Steele GD. Reinforced composite resin foundation for endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1973; 30: 816-9.
102. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent*. 1999; 81: 380-5.

-
103. Tanoue N, Nagano K, Shiodo H, Matsumura H. Application of a pre-impregnated fiber-reinforced composite in the fabrication of an indirect dowel-core. *J Oral Sci.* 2007; 49: 179-82.
104. 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; 31: 584-9.
105. Tay FR, Pashley DH, Yiu CKY, Sanares AM, Wei SW. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etch adhesive. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 27-40.
106. Teixeira ECN, Teixeira FB, Piasick JR. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 1006-12.
107. Varela SG, Rábade LB, Lombardero PR, Sixto JML, Bahillo JDG, Park SA. In vitro study of endodontic post cementation protocols that use resin cements. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 146-53.
108. Velmurugan N, Parameswaran A. Custom-made resin post and core. *Oper Dent.* 2004; 29:112-4.
109. Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endod.* 2002; 28: 355-60.
110. Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater.* 2002; 18: 495-502.
111. Wakefield CW, Draughn RA, Sneed WD, Davis TN. Shear bond strengths of six bonding systems using the pushout method of in vitro testing. *Oper Dent.* 1998; 23: 69-76.
112. Wang JJV, Chen YM, Yip KHK, Smale RJ, Men QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater.* 2008; 24: 372-7.

113. Wu X, Chan ATT, Chen YM, Yip KH, Smales RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mater.* 2007; 23: 479-85.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araraquara, 24 de janeiro de 2011.

VICTOR GROVER RENE CLAVIJO