

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Odontologia

Janaina Carla Pereira

**Efeito do tipo de cimento de fixação e
configurações de retentores intra-radiculares na
adesão à dentina radicular em diferentes
profundidades**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em odontologia, Área de concentração em Reabilitação Oral.

Uberlândia, 2007

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Odontologia

Janaina Carla Pereira

**Efeito do tipo de cimento de fixação e
configurações de retentores intra-radiculares na
adesão à dentina radicular em diferentes
profundidades**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em odontologia, Área de concentração em Reabilitação Oral.

Orientador: Prof. Dr. Carlos José Soares

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Carlos José Soares
Prof. Dr. Alfredo Júlio Fernandes Neto
Prof.Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti

Uberlândia, 2007

Dedico este trabalho

A Deus

“Você se fez presente em todos os momentos, firmes ou trêmulos. E passo a passo, pude sentir a Sua mão na minha, transmitindo-me segurança necessária para enfrentar o meu caminho e seguir...”

Vinícius de Moraes

Ao meu pai, Fernando

Hoje, especialmente, gostaria de sentir seus beijos e abraços, seu olhar de orgulho, suas palavras de satisfação, seus aplausos. A saudade é imensa, muitas vezes sufocante, fica o vazio que tenho a certeza que nunca será preenchido. Mas, a lembrança de sua voz, seu sorriso, seu jeito, suas manias, seu carinho, dedicação, conselhos, o beijo de boa noite, jamais se apagaram de minha memória e coração.

E reconheço que o mérito desta conquista começou pelo seu amor em me dar a vida e o exemplo a ser seguido. Este amor que me tornou uma pessoa capaz de chegar até aqui e de concretizar esse sonho! Este amor que transcende o tempo e os céus e que me dá a certeza de que estará sempre ao meu lado! E hoje, sou a continuidade de seus ensinamentos, sua luta e de seu brilho. Obrigado é pouco! Fica minha emoção, meu amor, minha saudade e a certeza de que o futuro dirá muito mais que qualquer palavra.

A minha mãe, Beatriz

Sempre se mostrando forte e disposta a me estimular nos momentos de fraqueza e insegurança, com palavras e gestos de amor e carinho. Trabalhando para que os passos desta conquista pudessem ser realizados, sacrificando em muitos momentos os seus sonhos em favor dos meus. Essa vitória está se concretizando graças a você, que é exemplo de simplicidade, humildade, dedicação, caráter, humanidade e fé. Você é o meu bem maior, que Deus permitiu que fosse minha mãe, e o agradeco sempre por isso.. Sei que tais palavras não são suficientes para demonstrar minha gratidão, mas essas certamente evidenciam meu amor por você.

Aos meus irmãos, Carol e Rubinho

Pelo simples fato de existirem dão mais brilho a minha vida. Vocês sempre estiveram presentes em todos os momentos de minha vida. E saibam que essa atitude é muito importante para minha segurança e conforto. Obrigada pelas palavras de carinho, apoio e incentivo. É muito bom saber que sempre posso contar com vocês.

Ao meu esposo, Cleber

Sempre disposto a me ajudar, a cuidar de mim e me fazer feliz. Agradeço por sua dedicação, amor, carinho, companherismo, compreensão, apoio nos momentos de cansaço e por tornar minha vida mais alegre. Obrigada pela confiança e atenção demonstrada em todos os momentos.

Agradeço a Deus pela família maravilhosa que me proporcionou!

Amo muito vocês!

Minha homenagem

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos José Soares

Meu pai da Odontologia.

Agradeço pelo exemplo de capacidade, profissionalismo, caráter, competência, dedicação, humanidade, e acima de tudo pela confiança depositada em mim, incentivo, compreensão, companheirismo, carinho e amizade.
A você, a quem tive a grande oportunidade de ter como amigo e orientador, expresso minha eterna gratidão, admiração e respeito.

“Um excelente educador não é um ser humano perfeito, mas alguém que tem serenidade para se esvaziar e sensibilidade para aprender.”

Meus agradecimentos especiais

Ao Prof. Dr. Alfredo Júlio Fernandes Neto pelos ensinamentos e conselhos transmitidos, pela forma de auxiliar seus alunos e seriedade que conduz seus trabalhos. Obrigada por me mostrar que além da educação, a vida também é uma grande escola. E que devemos enxergar os singelos momentos, a força que surge nas perdas e a grandeza dos pequenos gestos.

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, que apesar do pouco que o conheço, pude perceber sua serenidade, educação e competência.

Aos membros da banca da qualificação, Prof. Dr. Paulo Sérgio Quagliatto, Prof. Dr. Roberto Elias Campos e Prof. Dr. Célio Jesus do Prado, pelos ensinamentos, auxílio e incentivo transmitidos.

Ao André Silva, pelo grande auxílio na realização das microscopias.

Murilo e Ellyne, pelas palavras e gestos de carinho e amizade, sempre dispostos a me ajudar. Quero que saibam que mesmo distantes sempre irei torcer pela felicidade e sucesso de vocês. E estarão sempre em meu coração.

Aos colegas do mestrado, em especial ao Paulo César, Veridiana, Gisele, Daniel, Júlio e Nadim, pelo aprendizado, crescimento, amizade e por tantos momentos alegres e construtivos.

À Abigail, sempre bem humorada e disposta a ajudar. Obrigada pela forma carinhosa de me auxiliar.

A todos componentes do grupo de Biomecânica, pelos momentos de aprendizado, auxílio, alegria e coleguismo.

Meus Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, que se caracteriza pelo incentivo à extensão, ensino e pesquisa, sendo, portanto um exemplo a ser seguido.

Ao Prof. Dr. Elliot W. Kitajima, responsável pelo Núcleo de Apoio a Pesquisa em Microscopia Eletrônica de Varredura Aplicada a Agronomia NAP-MEPA da Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, que foi de fundamental importância na realização das microscopias.

À empresa 3M-ESPE pela doação do material necessário para realização das cimentações dos retentores intra-radiculares.

À empresa ÂNGELUS, pela doação dos retentores intra-radiculares e do cimento de fixação solicitados para realização desse trabalho.

À FAPEMIG pelo suporte financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

“Os sonhos são como uma bússola, indicando os caminhos que seguiremos e as metas que queremos alcançar. São eles que nos impulsionam, nos fortalecem e nos permitem crescer.”

Augusto Cury

SUMÁRIO

LISTAS.....	11
I. Figuras.....	11
II. Tabelas.....	13
III. Siglas e Abreviaturas.....	14
IV. Palavras estrangeiras.....	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	21
3. PROPOSIÇÃO.....	43
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
4.1 – Seleção e preparo das raízes.....	46
4.2 – Instrumentação e obturação do canal radicular.....	47
4.3 – Preparo do espaço para o retentor intra-radicular.....	48
4.4 – Técnica de cimentação.....	49
4.5 – Preparo das amostras para o teste de micropush-out.....	53
4.6 – Ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão – micropush-out	53
4.7 – Análise estatística – Teste de micropush-out.....	55
4.8 – Preparo das amostras e análise em MEV.....	55
5. RESULTADOS.....	57
6. DISCUSSÃO.....	62
7. CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	70
ANEXOS.....	75

LISTAS DE FIGURAS E SIGLAS

I. FIGURAS

Figura 1 – Seleção dos dentes: Critério da similaridade externa (A), mensuração e seccionamento do dente (B), critério da similaridade interna (C).

Figura 2 – Instrumentação (A) e obturação com cones de guta-percha e cimento à base de hidróxido de cálcio do canal radicular (B).

Figura 3 – Preparo do espaço para o retentor intra-radicular e selamento superficial com ionômero de vidro.

Figura 4 – Figura 4 – Tratamento do substrato dentinário: condicionamento ácido (A), secagem com pontas de papel absorvente (B), aplicação sistema adesivo (C), fotoativação do adesivo (D), inserção do cimento e do pino no canal radicular (E) e fotoativação do cimento (F).

Figura 5 – Manipulação do cimento: cápsula RelyX Unicem (A), cápsula posicionada no ativador (B), mistura do cimento em misturador de alta frequência (C) e cápsula posicionada no aplicador (D).

Figura 6 – Seccionamento das raízes com disco diamantado de dupla face montado em micrótomo de tecido duro.

Figura 7 – Posicionamento da amostra para ensaio de micropush-out.

Figura 8 – Preparo das amostras para análise em microscopia eletrônica de varredura: inclusão das amostras em resina epóxica (A), amostras após acabamento com lixas de carbeto de silício e polimento com panos de feltro (B), amostras metalizadas (C).

Figura 9 – Interface adesiva entre pino cimentado com RelyX ARC e dentina radicular no terço cervical (C) homogênea, e presença de fendas nos terços médio (M) e apical (A).

Figura 10 – Interface adesiva entre pino cimentado com Cement Post e dentina radicular nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) uniforme em toda extensão do canal radicular.

Figura 11 – Interface adesiva entre pino cimentado com RelyX Luting 2 e dentina radicular nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) uniforme em toda extensão do canal radicular.

Figura 12 – Interface adesiva entre pino cimentado com RelyX Unicem e dentina radicular nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) delgada e uniforme em toda extensão do canal radicular.

Figura 13 - Interface adesiva entre pino cimentado com Maxicem e dentina radicular nos terços: cervical (C), médio (M) e apical (A). Pode ser observada presença de bolhas e cimento com aspecto não polimerizado, principalmente, na região apical.

II. TABELAS

Tabela 1. Resistência adesiva média (desvio padrão) em função do Pino, do cimento e da localização.

Tabela 2. Composição química e características dos cimentos de fixação.

III. SIGLAS E ABREVIATURAS:

Kgf – Unidade de força - carga aplicada (quilograma força).

mm – Unidade de comprimento (milímetro).

mW/cm² – Unidade de densidade de luz (miliwatts por centímetro quadrado).

mm/min – Unidade de velocidade (milímetro por minuto).

nº – Número.

N – Unidade de pressão – carga aplicada (Newton)

p – Probabilidade.

± – Mais ou menos.

& - e (comercial)

α – Nível de confiabilidade.

% – Porcentagem.

°C – Unidade de temperatura (graus Celsius).

º – Unidade de angulação (graus)

MEV – Microscopia eletrônica de varredura.

h – Horas.

s – Segundos.

min – Minutos.

µm – Micrometro.

MPa – Megapaschal.

IV. PALAVRAS ESTRANGEIRAS

ANOVA – Análise de variância.

Bond – Adesivo.

Dual – Sistema de cura que associa dois tipos de polimerização (dupla polimerização).

et al. – Abreviatura de “et alii” (e colaboradores).

Microbrush – Pequeno pincel aplicador de substâncias fluidas.

Micropush-out – Ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão utilizando amostras com tamanhos reduzidas.

Primer - Modificador de superfície.

Push-out – Ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão (carregamento de compressão).

Stubs – suportes porta-amostras no microscópio.

Tags – Prolongamentos de resinas.

RESUMO

Este estudo avaliou o efeito do tipo de cimento de fixação e da configuração de retentores intra-radiculars na adesão à dentina intra-radicular em diferentes profundidades. Cento e vinte raízes receberam tratamento endodôntico e foram aliviadas para fixação de retentores intra-radiculars de fibra de vidro nas configurações: serrilhado/paralelo Reforpost X-Ray (S); e liso/cônico Exato Cônico (L). Os pinos foram fixados com cimentos: RelyX ARC (ARC), RelyX Luting 2 (LU), RelyX Unicem (UN), Maxicem (MAX) e Cement-Post (CP). As raízes foram seccionadas transversalmente, obtendo-se 2 discos de 1mm de espessura por terço da porção radicular aliviada: cervical (C), médio (M) e apical (A), e submetidos ao teste de micropush-out com velocidade de 0,5mm/min. Os valores de resistência adesiva (MPa) foram submetidos à análise de variância em esquema de parcela subdividida e teste de Tukey ($p<0,05$). Houve diferença significativa entre os tipos de cimentos ($p<0,0001$), entre as localizações ($p<0,0001$) e a interação cimento x localização foi significativa ($p<0,0001$). A configuração do pino não influenciou nos valores de resistência adesiva. Os cimentos LU e UN apresentaram os maiores valores de adesão em toda extensão da dentina radicular. Os cimentos ARC e CP apresentaram valores de adesão no terço cervical semelhantes, contudo, a resistência adesiva decresceu no sentido coroa-ápice para o ARC. O cimento MAX apresentou os menores valores de adesão.

Palavras-chaves: cimento de fixação, dentina intra-radicular, microscopia eletrônica de varredura, pinos de fibra de vidro, teste de micropush-out.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of different types of luting cement and post configuration on the bonding to intra-radicular dentin in different depths. One hundred and twenty roots received endodontic treatment and were post space preparation for fixation of glass fiber post in the configurations: serrated/parallel Reforpost X-Ray (S); and smooth/conical Exato Cônico (L). The posts were fixed with cements: RelyX ARC (ARC), RelyX Luting 2 (LU), RelyX Unicem (UN), Maxicem (MAX) and Cement-Post (CP). The roots were sectioned transversally, getting two disks of 1mm of thickness for third of the root portion: cervical (C), medium (M) and apical (A), and submitted to the micropush-out test with speed of 0.5mm/min. The bond strength values (MPa) were submitted to the analysis of variance in scheme of subdivided parcel and Tukey test ($p \leq 0.05$). There was significant difference among the cements types ($p < 0.0001$), among the localizations ($p < 0.0001$) and the interaction cement x localization was significant ($p < 0.0001$). The post configuration did not influence the bond strength values. The cements LU and UN presented the highest values of bonding in all extension of root dentin. The cements ARC and CP presented similar bonding values in cervical third, however, the bond strength decreased in the crown-apex direction for the ARC. The cement MAX presented the lowest values of bonding.

Keywords: luting cement, root dentin, scanning eletron microscopy, glass fiber posts, micropush-out test.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A restauração de dentes tratados endodonticamente com grande destruição coronária constitui-se em grande desafio à prática clínica (Schwartz & Robbins 2004). Estes dentes apresentam-se, geralmente, enfraquecidos devido à perda de estrutura dentária (Bouillaguet et al. 2003) e redução de resistência mecânica da dentina (Soares et al. 2007), resultando em maiores riscos de falhas biomecânicas quando comparados aos dentes com vitalidade pulpar (Akkayan & Gülmez 2002, Kalkan et al. 2006).

Os pinos intra-radulares, largamente empregados na reabilitação de dentes tratados endodonticamente (Grandini et al. 2005), induzem alteração no padrão de distribuição de tensões na dentina radicular (Asmussem et al. 2005). Os pinos de fibra de vidro podem ter variação de anatomia e configuração superficial (Fernandes et al. 2003). Pinos cônicos requerem remoção de menor quantidade de estrutura dental devido à semelhança anatômica com o canal radicular (Schwartz & Robbins 2004). Por outro lado, pinos paralelos apresentam maior retenção que pinos cônicos (Al-Harbi & Nathanson 2003, Schwartz & Robbins 2004), porém exigem maior desgaste de estrutura dental.

Um complexo estrutural e mecanicamente homogêneo, formado pela interação entre pino, cimento, sistema adesivo e dentina radicular determina o sucesso do procedimento restaurador (Pest et al. 2002). A seleção do cimento é dependente da situação clínica associada às propriedades físicas, biológicas e de manipulação do material (Attar et al., 2003). A fixação dos pinos de fibra, realizada por meio de cimento resinoso é dependente da efetiva união entre estes componentes e o substrato dentinário (Ferrari et al. 2001). Estes sistemas apresentam excelentes propriedades mecânicas, boa resistência de união e baixa solubilidade. Contudo, essas características podem ser comprometidas pela dificuldade de irradiação direta de luz em regiões profundas, sendo necessário emprego de cimentos de dupla ativação ou de ativação química (Foxton et al. 2003, Kalkan et al. 2006). Cimentos de ionômero de vidro também são utilizados para fixação de retentores intra-radulares, e possuem vantagens como a adesão físicoquímica ao dente (Attar et al. 2003), liberação de flúor para a estrutura dental

adjacente, coeficiente de expansão térmica e módulo de elasticidade próximos aos da dentina (Xie et al. 2000). Atualmente, cimentos resinosos auto-condicionantes surgem com o objetivo de combinar vantagens dos cimentos de ionômero de vidro com as dos cimentos resinosos. A profundidade da camada desmineralizada promovida por estes materiais é equivalente à profundidade de penetração do monômero, o que minimiza a nanoinfiltração, além disso os túbulos dentinários não são abertos permanentemente, resultando em menor sensibilidade técnica (Gerth et al. 2006).

Diante deste contexto, são geradas as hipóteses de que a configuração do pino de fibra de vidro e o tipo de cimento de fixação influenciam na resistência adesiva dos pinos intra-radiculares à dentina, em função da profundidade do canal radicular. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência adesiva à dentina radicular de pinos de fibra de vidro liso e serrilhado fixados com diferentes cimentos resinosos convencionais, autocondicionantes e de ionômero de vidro, em diferentes profundidades.

REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

Nakamichi et al., em 1983, avaliaram a possibilidade da utilização de dentes bovinos como substitutos a dentes humanos. Foi analisada a resistência adesiva de cinco cimentos de ativação química e física, e duas resinas compostas em dentes humanos e bovinos. Embora os valores obtidos pelos dentes bovinos fossem ligeiramente inferiores, não se verificou diferença estatisticamente significativa. Os autores concluíram que dentes bovinos podem ser utilizados como substitutos a dentes humanos, uma vez que são mais fáceis de serem obtidos.

Ferrari et al., em 2000, avaliaram a morfologia dentinária de canais radiculares previamente e após uso de técnicas adesivas objetivando a análise da morfologia dos túbulos dentinários nas paredes do canal, a influência da densidade dos túbulos na formação da camada híbrida, o aumento da área de superfície após o condicionamento ácido, e a identificação de possíveis áreas onde possam ocorrer problemas na adesão. Trinta dentes anteriores foram divididos em 3 grupos: 1- análise em MEV para estudo da morfologia dentinária, sem nenhum tratamento; 2 e 3 – as amostras foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 15s, sendo as amostras do grupo 2 analisadas em MEV logo após o condicionamento e as do grupo 3 após tratamento com sistema adesivo (All-Bond 2- Bisco) e fixação do pino de fibras de carbono com C & B (Bisco). Os autores avaliaram a interface quanto à formação da camada híbrida e prolongamentos resinosos. Os resultados mostraram variabilidade desses parâmetros em função da localização da dentina radicular. Diferença estatística na densidade dos túbulos foi observada dependendo da localização. No terço cervical, a densidade dos túbulos dentinários foi significativamente maior do que as do terço médio e apical. O diâmetro dos túbulos foi decrescendo gradualmente à medida que se aproximava do terço apical, sendo de 2,5 μm na região coronária e no terço médio previamente ao condicionamento ácido e 3,5 μm após condicionamento. Na região apical o diâmetro dos túbulos aumentou de 2,0 para 3,0 μm após o condicionamento. Após a realização do condicionamento ácido, a

área de superfície de contato aumentou 202% no terço cervical, 156% no terço médio e 113% no terço apical. A camada híbrida foi significativamente menor nas áreas de menor densidade tubular. Na região apical a espessura da camada híbrida foi menor que nas regiões com alta densidade tubular. No terço cervical a espessura da camada híbrida foi de 4,5 μm , no terço médio 2,5 μm e no apical 1,2 μm .

Xie et al., (2000), determinaram a resistência flexural (FS), resistência compressiva (CS), tração diametral (DTS), dureza Knoop (KHN) e resistência ao desgaste de cimentos de ionômero de vidro. A superfície fraturada foi examinada por meio de microscopia eletrônica de varredura e relacionada com as propriedades mecânicas e microestruturais dos cimentos. As medidas de FS, CS, DTS, KHN e resistência ao desgaste foram obtidas após armazenamento das amostras em água destilada à 37°C por 7 dias. Os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina exibiram altos valores de resistência flexural e tração diametral, e substancial deformação plástica em compressão. Os cimentos de ionômero de vidro convencionais tiveram altos valores de KHN e superior resistência ao desgaste para vários materiais, mas apresentaram fratura em compressão. Consideráveis correlações não foram observadas entre os valores de resistência flexural e resistência compressiva para os cimentos convencionais. Microestruturas mais integradas, como por exemplo, melhor união entre partículas de vidro e matriz polimérica, resultou em altos valores de resistência flexural, resistência à tração diametral e resistência ao desgaste; esta também aumentou com o aumento do tamanho das partículas de vidro. Partículas menores e baixa porosidade microestrutural foram relacionadas com alta resistência compressiva e KHN.

Ferrari et al., em 2001, avaliaram a efetividade de procedimentos adesivos no interior do canal radicular na fixação de pinos de fibra de vidro, quanto à formação de tags resinosos, extensões laterais adesivas e camada híbrida. Foram selecionados 40 dentes anteriores tratados endodonticamente, divididos

aleatoriamente em 4 grupos (n=10): G1- One Step (Bisco), aplicado com pincel do próprio fabricante e LC (polimerizado antes da aplicação do cimento resinoso) + Dual-Link Resin Cement (Bisco); G2 – One Step (Bisco), aplicado com fino microbrush e LC + Duo-Link Resin Cement (Bisco); G3 - One Step (Bisco), aplicado com pequeno pincel e não polimerizado por luz + Duo-Link Resin Cement; G4 – All Bond 2 (Bisco) + cimento resinoso C & B (grupo controle). Os autores observaram que na interface do G1 foi possível visualizar maior porcentagem de camada híbrida que nos demais grupos. Em G2, G3 e G4 a morfologia da camada híbrida se apresentou mais uniforme nos primeiros dois terço do canal radicular. A formação de camada híbrida se apresentou semelhante entre os grupos no terço cervical. Nos terços apical e médio do grupo 1 a formação de tags resinosos foi mais evidente que nos demais grupos. Nos terços apicais dos grupos 2,3 e 4, os tags resinosos apresentaram morfologia menos uniforme e de pequena extensão que nos outros dois terços. Portanto os autores concluíram que o microbrush permitiu formação mais uniforme da camada híbrida e “tags” de resina ao longo do canal radicular.

Akkayan & Gülmez, em 2002, avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes sistemas de pinos. Quarenta caninos superiores humanos (n=10) foram tratados endodonticamente e restaurados com pinos de titânio, fibras de quartzo, fibras de vidro e zircônia. Todos os pinos foram cimentados com sistema adesivo Single Bond (3M-ESPE) e cimento resinoso de dupla polimerização RelyX ARC (3M-ESPE). Os dentes foram restaurados com núcleo de preenchimento de resina e coroas metálicas cimentadas com cimento de ionômero de vidro. As amostras foram montadas em blocos de resina acrílica e acoplados a máquina de ensaio mecânico. Carga compressiva com velocidade de 1mm/mim foi aplicada em ângulo de 130º ao longo eixo do dente, até ocorrer a fratura. Os dentes restaurados com pinos de quartzo exibiram resistência à fratura significativamente maior que os demais grupos. Dentes restaurados com pinos de fibra de vidro e pino de zircônia foram estatisticamente semelhantes. Fraturas que permitem o reparo foram observadas

nos dentes restaurados com pinos de fibra de vidro e de quartzo, por outro lado fraturas catastróficas foram observadas nos dentes restaurados com pinos de titânio e zircônia.

Braga et al., em 2002, realizaram estudo de microdureza de cimentos, quando se utiliza diferentes métodos de polimerização, verificando a influência desses métodos de ativação em algumas propriedades mecânicas dos cimentos testados. Nesse trabalho foi avaliada a resistência flexural, o módulo de elasticidade e a dureza Knoop de quatro cimentos resinosos: Enforce (Dentsply) e Variolink II (Vivadent), que foram testados empregando-se polimerização química, dual e fotopolimerização apenas, sendo que neste último caso, foi utilizada somente a pasta base de cada cimento; RelyX ARC (3M-ESPE), com polimerização química e dual; e o C&B (Bisco), ativado quimicamente. Todos os ensaios foram realizados após 24h de armazenamento em água a 37°C em recipientes que bloqueiam a penetração de luz. A resistência flexural foi obtida pelo teste de flexão de três pontos e o módulo de elasticidade calculado pelos valores da carga correspondentes aos deslocamentos específicos (deformação) da amostra durante o ensaio de flexão, antes que fosse fraturada. A dureza Knoop foi medida nos fragmentos obtidos após o teste de flexão, realizando cinco marcações em cada amostra, com uma carga de 25g por 15 segundos. Os resultados demonstraram para a resistência flexural do RelyX ARC com dupla polimerização apresentou valores estatisticamente maiores que os outros grupos, e o Variolink II quimicamente ativado apresentou os menores valores, sendo os outros grupo similares entre si, inclusive para o cimento C&B. Em relação à microdureza: o RelyX ARC e o Variolink II necessitam de fotoativação para obter altos valores de dureza, entretanto o Enforce mostrou dureza similar para a polimerização química e dual, sendo que os grupos ativados apenas por luz apresentaram menores valores comparados aos outros modos de ativação. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada no módulo de elasticidade dos diferentes grupos. Nenhuma correlação foi encontrada entre a resistência flexural e dureza, indicando que outros fatores além do grau de

polimerização como volume de carga e tipo de monômero interfere na resistência flexural dos compósitos. Os autores concluíram que os cimentos de ativação dual dependem da fotoativação para obtenção de maiores valores de dureza.

Pest et al. (2002), com o objetivo de comparar o desempenho dos cimentos resinosos quimicamente ativáveis e fotoativáveis, avaliou resistência adesiva, por meio de ensaio mecânico de push-out e as interfaces adesivas por meio de MEV. Foram utilizados 50 dentes uniradiculares extraídos e tratados endodonticamente, que tiveram pinos de fibra de carbono e de vidro fixados com diversos sistemas adesivos, materiais de fixação e resinas compostas de baixa viscosidade. O canal foi preparado com 8,0 mm de comprimento. As amostras selecionadas para avaliação em MEV, foram seccionadas no sentido do longo eixo do dente e preparadas para avaliação da camada híbrida e análise da formação dos prolongamentos de resina. Todos os grupos apresentaram altos valores de resistência adesiva entre 26,18 e 30,61 MPa. No entanto, houve diferenças significativas entre os cimentos resinosos e as resinas compostas. A análise das MEV possibilitou verificar que com o uso de compósitos resinosos quimicamente ativáveis, poucas bolhas observadas estavam na extremidade do pino e nunca na interface adesiva. Os melhores resultados foram observados com os pinos de fibra de vidro associados às resinas compostas fotoativadas utilizadas como agentes de fixação.

Vichi et al. (2002), realizaram estudo com objetivo de avaliar a influência de dois pincéis aplicadores de sistema adesivo na formação da camada híbrida na cimentação de pinos de fibra. Foram utilizados 20 dentes tratados endodonticamente e divididos em dois grupos (n=10) de acordo com o pincel utilizado na aplicação do sistema adesivo Scotchbond (3M-ESPE): microbrush (pincel delgado) e pincel de plástico, seguindo a orientação do fabricante. O sistema adesivo foi fotopolimerizado previamente à cimentação do pino, e este cimentado RelyX ARC (3M-ESPE). As amostras foram seccionadas e analisadas em MEV quanto à formação de camada híbrida e quanto à morfologia dos

prolongamentos de resina e extensões laterais do adesivo. Os resultados demonstraram porcentagem maior de formação de camada híbrida no grupo que utilizou microbrush, e uniformidade ao longo dos três terços radiculares. No grupo que utilizou o pincel de plástico não foi detectada camada híbrida na região apical. Não houve diferença estatística significativa nos terços cervical e médio entre os dois grupos, mas o terço apical do grupo 1 demonstrou significativamente maior formação de tags que no grupo 2. Os autores recomendam o uso de pincéis aplicadores de diâmetros pequenos para assegurar a qualidade dos procedimentos adesivos em toda a extensão do canal radicular.

Al-Harbi & Nathanson (2003), avaliaram a retenção de pinos intra-radiculares à estrutura dental e ao núcleo de preenchimento. Os pinos testados foram: pinos de resina (Fibrekor- FR, Luscent- LU, Twin Luscent Anchor- TLU), pinos de cerâmica (Cerapost- CR, Cosmopost- CO) e pinos de titânio (Parapost XH- Ti). Na parte 1 deste estudo, foi avaliada a retenção do núcleo de preenchimento de resina (Bis-Core) (n=12) e os diferentes tipos de pinos. Na parte 2, 60 (n=12) caninos humanos foram tratados endodonticamente e o espaço para o pino foi obtido com brocas correspondente a cada tipo de pino. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso C & B, e dois grupos adicionais de Ti cimentados com C & B e com fosfato de zinco serviram como grupo controle. Em ambas as partes do estudo foi utilizado teste de tração com velocidade de 0,5 mm/mim até ocorrer falha do sistema. A retenção do núcleo de preenchimento retido com Ti foi maior que nos demais pinos, por outro lado entre os pinos estéticos a retenção foi maior com FR. Os pinos de fibra TLU e FR apresentaram valores de retenção à estrutura dental semelhantes aos Ti cimentados com cimento resinoso e significativamente maior que Ti cimentados do fosfato de zinco. Os pinos de cerâmica apresentaram os menores valores de retenção.

A resistência à flexão, módulo de elasticidade, radiopacidade e pH de cinco categorias de cimentos odontológicos foram estudadas por Attar et al. em 2003. Os cimentos avaliados foram: 1) fosfato de zinco (Flecks, Keystone M); 2)

ionômero de vidro convencional (Fuji I, GC Corporation); 3) ionômero de vidro resinoso (RelyX Luting, 3M ESPE); 4) resinosos de dupla ativação (Calibra, Dentsply e RelyX ARC, 3M ESPE) e resinoso quimicamente ativado (C&B Resin Cement, Bisco). As amostras dos cimentos resinosos duais foram ativadas pela fotopolimerização por 60s, com luz halógena de intensidade de 440W/cm², e no modo químico, apenas pela misturas das pastas base e catalisadora. A resistência à flexão e o módulo de elasticidade foram obtidos após 24h e três meses de armazenagem em água destilada à 37°C respectivamente. A radiopacidade foi avaliada 24h após a confecção das amostras, e o pH medido imediatamente após e nos períodos de 1, 5, 15 e 30 minutos, 1, 2, 3, 4, 6 e 24 horas. Os autores observaram que todos os cimentos apresentaram resistência flexural superior ao cimento de fosfato de zinco nos dois tempos avaliados. Os cimentos resinosos apresentaram maiores valores de resistência à flexão que os demais cimentos avaliados. Os valores de resistência à flexão foram estatisticamente maiores para os cimentos fotoativados após 24h e três meses, quando comparado aos quimicamente ativados. Para o cimento RelyX ARC, as amostras com ativação química somente, apresentaram menor módulo de elasticidade quando comparadas às amostras fotopolimerizadas. O cimento resinoso químico (C&B resin cement) foi o único cimento avaliado que não foi significativamente mais radiopaco que a dentina. O pH do cimento de fosfato de zinco e do cimento de ionômero de vidro convencional foram inicialmente os mais ácidos, entretanto, após 24h, apresentaram os valores mais básicos. Os autores concluíram que exceto o cimento resinoso químico, todos os cimentos analisados apresentaram radiopacidade suficientemente maior que a dentina, permitindo diagnóstico radiográfico eficaz. Além disso, os cimentos resinosos duais testados mostraram alta resistência flexural, alta rigidez, baixa acidez inicial e adequada radiopacidade, entretanto a fotopolimerização foi necessária para otimizar as propriedades físicas e mecânicas desses materiais.

Bouillaguet et al. (2003), avaliaram a resistência adesiva de cimentos resinosos à dentina radicular em função do fator cavitário, processo de

polimerização e tipo de material de fixação, e profundidade em direção a região apical. Quarenta e oito dentes caninos e pré-molares humanos tiveram suas coroas separadas da raiz na junção amelo-cementária, permanecendo remanescente radicular de 12 mm que foi obturada com guta-percha e cimento obturador à base de resina (AH Plus). Os canais foram preparados para inserção dos pinos. As amostras foram divididas em dois grupos: 1- raízes intactas e 2- raízes fracionadas. Para o grupo das raízes intactas os pinos foram fixados utilizando procedimento clínico padrão. Para o grupo das raízes que utilizaram fração da raiz planificada o pino foi inserido diretamente no canal. A fixação dos pinos foi realizada utilizando as associações de sistema adesivo Single Bond e RelyX ARC , ED Primer e Panavia F, Metabond e Fuji Plus. Todas as raízes foram seccionadas em fatias de 0,6 mm de espessura e as do grupo de raízes intactas desgastadas no sentido mésio-distal e então tracionadas até ocorrência da falha. Todos os cimentos mostraram valores significativamente menores de resistência adesiva em raízes intactas comparadas com as raízes fracionadas. Os autores concluíram que as tensões da contração de polimerização interferem na resistência adesiva, assim como a resistência adesiva é diminuída próxima à região apical.

Em 2003, Dong et al., estudaram a influência do modo de polimerização de sistemas adesivos, na resistência de união de cimentos resinosos autopolimerizados, à dentina. A resistência de união ao cisalhamento dos cimentos resinosos Calibra (Dentsply/Caulk) e RelyX ARC (3M/ESPE) polimerizados apenas pela ativação química, em combinação com os sistemas adesivos Scotchbond Multipurpose Plus (3M/ESPE); Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk), IntegraBond (Premier) e Single Bond (3M/ESPE) em dentina bovina, foi determinada. Os sistemas adesivos foram utilizados de duas formas: 1) fotoativado – polimerização com luz halógena com intensidade de 500 mW/cm²; 2) ativação química, aplicando o catalisador de cada sistema. O Single Bond foi o único agente de união empregado apenas no modo fotopolimerizável. A resistência de união foi avaliada após 24h. O pH de cada sistema adesivo e seus

componentes foi medido. Nenhuma relação consistente foi encontrada entre a resistência de união à dentina e o modo de polimerização dos sistemas adesivos ou o tipo de agente de união, quando cimento resinoso químico foi utilizado. Entretanto, algumas combinações de sistemas adesivos e cimentos resinosos produzem menor resistência de união. Quanto maior a acidez do sistema adesivo, menor resistência de união pode ser obtida, quando um cimento resinoso químico é utilizado. Assim os autores concluíram que algumas combinações entre sistemas adesivos e cimentos resinosos levam à diminuição da resistência adesiva à dentina, podendo ser clinicamente significativa.

Fernandes et al., em 2003, em uma revisão de literatura destacaram como fatores determinantes na seleção de pinos em dentes tratados endodonticamente o comprimento e a anatomia da raiz, a largura do pino, a configuração do canal e a adaptação do pino no interior deste, a quantidade de estrutura coronária remanescente, forças de torção, tensão, pressão hidrostática, a configuração e a forma do pino, o material do pino, a compatibilidade de materiais, a capacidade de adesão, a retenção do núcleo de preenchimento e a estética. Dentre os fatores, os autores relatam que os pinos cônicos permitem uma preservação otimizada da estrutura dental devido à semelhança anatômica do pino com o canal radicular. Contudo, efeito cunha, concentração de tensões na porção cervical da raiz e baixa retenção têm sido relatados. Por outro lado, pinos paralelos demonstraram maior retenção e tensões mais uniformes ao longo do canal radicular. Porém, concentração de tensões no ápice do pino foi relatada, especialmente em raízes estreitas e afiladas, devido à remoção de estrutura dental na região apical da raiz. Assim, pinos paralelos com ápice cônicos permitem preservação de dentina na região apical e retenção ao longo do canal radicular. Os autores ainda destacaram que o sistema de pinos ideal deve apresentar propriedades físicas similares às da dentina, máxima retenção com o mínimo de remoção de estrutura dental, distribuição de tensões uniformemente ao longo do canal radicular, mínima tensão na cimentação, resistência ao

deslocamento, retenção com o núcleo de preenchimento, fácil uso, estético e custo reduzido.

Foxton et al. (2003), avaliaram a resistência adesiva por meio de ensaio de tração nas diferentes regiões do dente, utilizando material resinoso de dupla ativação e diferentes adesivos foto ativados e de dupla ativação com diferentes métodos de polimerização. Foram utilizados 19 dentes pré-molares humanos que após remoção da coroa foram preparados com brocas Parapost e divididos em dois grupos: G1- (n=15) submetidos a teste de microtração com amostra na forma de palito e G2- (n=4) a teste de microdureza. A exposição à luz de ambos, adesivo e resina composta, resultou em valores de resistência adesiva significativamente maior que a ativação apenas química. A exposição à luz também aumentou significativamente a dureza Knoop de ambas as regiões coronal e apical. A fotoativação de adesivos e resinas duais é necessária para otimizar a adesão a dentina radicular.

Prado, em 2003, avaliou a correlação entre as infiltrações cérvico-apical e ápico-cervical com técnicas de preparo para pino e o efeito antimicrobiano do cimento AH Plus (Dentsply, USA). Foram utilizadas 68 raízes que foram instrumentadas e obturadas, divididas em dois grupos (n=30): G1- espaço para o pino intra-radicular preparado pela técnica imediata; e G2- espaço para o pino intra-radicular preparado pela técnica mediata. Utilizou-se o método de diafanização e avaliação em lupa estereoscópica. Os resultados possibilitaram observar infiltração em todas as amostras. O cimento AH Plus exibiu atividade antimicrobiana para as bactérias testadas. O autor concluiu que o alívio do canal deve ser preferencialmente feito imediatamente após a obturação.

Goracci et al. (2004), desenvolveram trabalho com o objetivo de comparar diferentes técnicas na capacidade de medir de forma exata a resistência de pinos de fibras fixados dentro dos canais radiculares por meio de microtração utilizando amostras na forma de palito e ampulheta, e a técnica de micropush-out.

Foram utilizados 30 dentes anteriores superiores humanos, que foram tratados endodonticamente e fixados pinos de fibra de vidro com dois cimentos resinosos (n=15): GA - Excite DSC /Variolink II e GB - RelyX Unicem. Para cada grupo a resistência adesiva foi medida utilizando a técnica de microtração com palito, com ampulheta e com push-out. Foi observado grande número de falhas pré-maturas (16,9% no GA, 25,5% no GB) e alto desvio padrão na técnica de microtração utilizando amostras em formato de ampulheta. Quanto a técnica de microtração utilizando amostras no formato de palito, apenas 5 palitos foram obtidos a partir de 6 raízes, onde os espécimes restantes falharam prematuramente, ainda na etapa de corte. Em relação ao teste push-out não houve falhas prematuras, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável e as diferenças regionais de resistência adesiva nos níveis radiculares puderam ser mensurados. Relativamente, baixos valores de resistência adesiva foram observados para os pinos cimentados. Os autores concluíram que quando se pretende medir a resistência adesiva de pinos de fibras cimentados o teste de push-out parece mais confiável que as técnicas de microtração.

Kumbuloglu et al. (2004), avaliaram a microdureza Vickers e resistência flexural de três pontos, e resistência à compressão, dos cimentos Panavia F (Kuraray), Variolink 2 (Ivoclar/Vivadent), RelyX Unicem (3M/ESPE), RelyX ARC (3M/ESPE), e um cimento de policarboxilato de zinco como grupo controle – Durelon (3M/ESPE). Os testes foram realizados após uma semana de armazenamento. Além disso, foi investigado o grau de conversão dos cimentos resinosos comparando as formas de ativação química e dual, pelo teste de espectroscopia por infravermelho (FTIR). Os testes de microdureza Vickers foram realizados sob carga de 0.1 N durante 10 segundos, realizando 15 endentações em cada amostra. RelyX Unicem mostrou os maiores valores de dureza (44HV), e o Variolink 2 apresentou os menores (32HV). Os maiores valores de resistência flexural foram obtidos com o Variolink 2 (90Mpa), e os menores valores foram obtidos com o Durelon (28Mpa). Os maiores valores de resistência à compressão foram apresentados pelo RelyX Unicem (145Mpa), e os menores pelo Durelon (41

Mpa). Para as duas formas de ativação (química e dual), o RelyX ARC mostrou o maior grau de conversão (81% e 61% respectivamente) e o RelyX Unicem teve os menores valores (56% e 26% respectivamente). Porém, para todos os cimentos resinosos duais, o modo de ativação dual possibilitou grau de conversão mais alto, que o modo de ativação químico. Os autores concluíram que cimentos com características químicas semelhantes, se diferem em suas propriedades físicas. Além disso, o método de polimerização influencia no grau de conversão dos cimentos resinosos duais.

Schwartz & Robbins, em 2004, em uma revisão de literatura teceu algumas considerações a respeito de pinos e restauração de dentes tratados endodonticamente. O autor relatou que estudos clássicos consideraram a dentina de dentes endodonticamente tratados substancialmente diferente de dentina de dentes vitais. Pensou-se que a dentina de dentes tratados endodonticamente era mais frágil devido à perda de água e colágeno. Entretanto, estudos mais recentes não comprovam tais conclusões, e destacam a perda de integridade estrutural associada com o preparo e acesso para o tratamento endodôntico como causas de fraturas em dentes tratados endodonticamente. A colocação de pinos também pode aumentar as chances de fratura radicular, por estas razões, o pino deve ser usado somente em casos em que há necessidade de reconstrução coronária com extensiva perda de estrutura dental. E princípios importantes devem ser analisados em pinos, como retenção e resistência. Retenção é a habilidade do pino em resistir ao deslocamento de forças verticais, e pode ser influenciada pelo comprimento, diâmetro e anatomia do pino, pelo cimento utilizado, e se o pino é cimentado de forma ativa ou passiva. E resistência é a habilidade do pino e do dente em suportarem forças laterais e rotacionais, e podem ser influenciadas pela quantidade de remanescente de estrutura dental, comprimento e rigidez do pino e presença de férula. O autor também destacou que pinos paralelos são mais retentivos que pinos cônicos, tanto os metálicos quanto os de fibras. E pinos paralelos induzem menor tensão no canal radicular, devido ao menor efeito cunha e conseqüentemente, menor risco de fratura radicular. Por outro lado, os pinos

cônicos requerem menor remoção de dentina devido à semelhança anatômica com o canal radicular, e são indicados primariamente para dentes com raízes delgadas e de morfologia delicada. O autor também relata que a recente tendência tem sido a utilização de cimentos resinosos na fixação de pinos de fibra de vidro, devido ao aumento de retenção e resistência. Contudo, requerem o preparo das paredes do canal radicular com ácido e agentes de união. A cimentação de pinos deve ser feita com cimentos de auto-polimerização ou polimerização dual. E sistemas adesivos de três passos promovem melhor adesão na dentina radicular do que de dois passos.

Abo-Hamar et al. (2005), avaliaram a desempenho adesivo em esmalte e dentina do cimento auto-adesivo RelyX Unicem (RXU), por meio de teste de cisalhamento. O RXU foi comparado com os cimentos resinosos Syntac/Variolink II (SynC/V), ED- Primer II/Panavia F 2.0 (EDII/PF2), Prime&Bond NT/Dyract Cem Plus (PBNT/DyCP), e com o cimento de ionômero de vidro Ketac Cem (KetC). Duzentos terceiros molares foram selecionados. Os dentes foram incluídos em resina acrílica e lixados com lixas de carbetto de silício #600, até obter uma superfície plana de dentina com 4 mm de diâmetro e de 1,5 a 2,00 de distância da polpa, ou uma superfície plana de esmalte. Para cada tipo de substrato, as amostras (n=100) foram divididas em 10 grupos de 10 espécimes cada (com a utilização ou não de termociclagem). A resistência adesiva foi determinada após 24 horas de estocagem, e após termociclagem (6,000 ciclos, 5 -55°C). O RXU apresentou resistência adesiva em dentina estatisticamente não significante à SynC/V, EDII/PF2 e PBNT/DyCP e estatisticamente superior ao KetC. E resistência adesiva do RXU em esmalte foi significativamente menor que SynC/V, EDII/PF2 e PBNT/DyCP, mas superior ao KetC. Após termociclagem, a resistência de união do RXU no esmalte diminuiu significativamente, mas foi ainda superior ao KetC.

Objetivando avaliar as tensões em dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos, Asmussen et al., em 2005, empregou o método de

elementos finitos. O processo descrito é iniciado pela confecção do modelo do dente restaurado com pino, envolvendo dentina, ligamento, osso cortical e trabecular, gengiva, e guta-percha. Os pinos foram gerados simulando pinos de fibra de vidro, titânio ou zircônia e modelados com aproximação aos pinos ParaPost Fiber White, ParaPost XH e Cerapost, respectivamente. Os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco ou cimento resinoso (com adesão ou sem adesão), foi confeccionado núcleo de preenchimento de resina e coroa de ouro. E outras variáveis incluídas como pinos cônicos versus pinos paralelos, módulo de elasticidade, diâmetro e comprimento do pino. O modelo foi assimétrico em 3 dimensões. Uma carga de 100N foi aplicada em um ângulo de 45°, e tração, cisalhamento e tensões de Von Mises foram calculadas. Os autores verificaram tensões menores nos pinos de fibra de vidro, titânio e zircônia, respectivamente. Maiores tensões foram verificadas nos pinos cônicos quando comparados aos pinos paralelos. E as tensões mostraram-se reduzidas com o aumento do módulo de elasticidade, da adesão, e com o aumento do diâmetro e comprimento do pino. Os autores concluem que todos os fatores investigados relacionados aos pinos influenciam na geração de tensões em dentes restaurados com pinos.

Grandini et al. (2005), avaliaram a resistência à fadiga de diferentes tipos de pinos de fibra, e por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) a ultra-estrutura desses pinos foi analisada antes e após o teste de fadiga. Oito tipos de pinos de fibra foram selecionados para este estudo: Easypost (fibra de carbono; Grupo 1), Para Post Fiber White (fibra de vidro; Grupo 2), Fibrekor (fibra de vidro; Grupo 3), Ghimas White (fibra de vidro; Grupo 4), DT Light-Post radiopaque (fibra de vidro pré-tracionado; Grupo 5), FRC Postec (fibra de vidro; Grupo 6), Luscent Anchors (fibra de vidro; Grupo 7), Snowpost (fibra de sílica; Grupo 8). Dez pinos para cada grupo foram utilizados no teste de fadiga e outros 5 pinos foram utilizados em MEV. O teste de fadiga de três pontos, com carga aplicada em ângulo de 90° na frequência de 3 hertz foi empregado utilizando dois milhões de ciclos ou até a fratura do pino. E a análise por MEV avaliou a relação fibra/resina e a dimensão da fibra. O teste de fadiga mostrou diferenças

estatisticamente significativa entre os diferentes pinos. Os grupos 5 e 6 apresentaram melhor performance que os demais grupos, suportando praticamente todos os ciclos de carga aplicada. Os outros grupos fraturaram antes do fim do teste. A análise por MEV permitiu a visualização de vácuos e bolhas nos grupos 1,2 e 7, em ambas as secções longitudinal e de intersecção. As amostras do grupo 1 também apresentaram fendas entre as fibras e a matriz resinosa. Somente os grupos 4, 5 e 6 não apresentaram defeitos estruturais visíveis. Após o teste de fadiga observou-se nas amostras fraturas perda de integridade estrutural. Contudo, os grupos 5 e 6 exibiram apenas pequena depressão circunferencial na área de contato da aplicação da carga após o teste de fadiga.

Akgungor & Akkayan, em 2006, avaliaram a influência de diferentes agentes de união e modo de polimerização na resistência adesiva entre pinos de fibra de vidro e dentina radicular em diferentes regiões do canal radicular. Quarenta caninos superiores foram tratados endodonticamente e aliviados. As raízes foram divididas em 4 grupos (n=10), sendo o canal radicular preparado com os diferentes agentes de união e modo de polimerização: Excite, fotopolimerizado (EX); Excite DSC, polimerização dual (EX-DSC); Clearfil Liner Bond 2V, fotopolimerizado (CL-LC); Clearfil Liner Bond 2V, polimerização dual (CL-DC). Em seguida, pinos de fibra translúcidos (DT Light-Post), com 2,2 mm de diâmetro, foram cimentados com Panavia F. As raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo do dente, obtendo discos correspondentes aos terços cervical, médio e apical da porção radicular aliviada, e submetidos ao teste mecânico de push-out com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os grupos que utilizaram Clearfil Liner Bond 2V, não foram influenciados pela profundidade do canal radicular. A polimerização dual não aumenta os valores de resistência adesiva nos agentes de união. Assim, os autores concluíram que primer auto-condicionante e adesivo fotopolimerizado são recomendados para cimentação de pinos de fibra com cimento resinoso de polimerização dual.

Estudo realizado por Bitter et al. (2006), teve como objetivo investigar os efeitos dos agentes de cimentação e termociclagem na resistência adesiva em dentina do canal radicular. Foram utilizados cento e quarenta e quatro caninos superiores, que receberam pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos: Panavia F, Multilink, Variolink II, PermaFlo DC, RelyX Unicem e Clearfil Core. Cada raiz foi seccionada em 6 discos de 1 mm, representando os terços cervical, médio e apical do canal radicular. E foram submetidos ao teste de push-out e termociclagem. A resistência adesiva foi significativamente afetada pelo agente de cimentação, região da raiz e pela termociclagem. O cimento RelyX Unicem apresentou alta resistência adesiva quando comparado aos demais materiais. A região apical do canal radicular apresentou resistência adesiva significante maior que nas regiões dos terços cervical e médio. Após termociclagem, para o RelyX Unicem, um aumento signficante na resistência adesiva foi detectada para as regiões dos terços médio e apical.

Gerth et al. (2006), analisaram as propriedades físicas e químicas do cimento RelyX Unicem (3M/Espe) considerando os elementos que o compõe, morfologia superficial, reação de polimerização e a união com hidroxiapatita. Os principais componentes foram analisados por XPS (espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios-X) e EDX (raio-x por energia dispersa) e os menores componentes foram identificados com ICP-OES (espectrometria de emissão ótica com plasma de argônio induzido). A morfologia foi examinada por microscopia eletrônica de varredura e os produtos da reação de polimerização examinados usando GPC (cromatografia gasosa). XPS também foi aplicada para estudo do mecanismo de união à hidroxiapatita. Segundo os autores cada componente possui uma função especializada, o que explica propriedades biológicas e mecânicas do cimento. A partir disso, verificaram que o RelyX Unicem é composto por partículas inorgânicas sólidas e componentes orgânicos líquidos. A cura dual consiste de monômeros de metacrilato especial com grupos de ácidos fosfóricos unidos e pelos menos 2 duplas ligações (C=C) insaturadas. Esses ésteres metacrilatos fosfóricos são encontrados na fase líquida em combinação com

dimetacrilatos, acetato, estabilizadores e iniciadores. As partículas inorgânicas consistem de uma rede de vidro de Al-Si-Na, com a incorporação de estrôncio e lantânio. Além disso, o RelyX Unicem é composto de aproximadamente 2% de Ca(OH)_2 , o que pode induzir mineralização, aumentar o efeito antimicrobiano e diminuir os níveis de acidez pós-presas. Um índice de 10% de fluoreto foi detectado, o que pode contribuir na redução das taxas de cáries secundárias. O mecanismo de união do RelyX Unicem se dá pela quelação de íons cálcio com grupos ácidos, produzindo adesão química com hidroxiapatita da estrutura dental.

Kalkan et al. (2006), comparou a resistência de união de 3 tipos de sistema de pinos de fibra de vidro – opaco, translúcido e elétricos (denominados assim devido sua composição química e excelente isolante elétrico) - em diferentes profundidades do canal radicular. Sessenta dentes hígidos uniradiculares foram utilizados. O canal radicular foi tratado endodonticamente e obturado com guta-percha. As raízes foram divididas em 3 grupos experimentais e subdivididos em 2 subgrupos de acordo com o tempo testado ($n=10$). As raízes foram restauradas seguindo as instruções dos fabricantes com os pinos: pinos de fibra de vidro opacos (Snowpost), pinos de fibra de vidro translúcidos (Fiber Master) e pinos de fibra de vidro elétricos (Everstick). Um primer auto-condicionante (Clearfil Liner Bond) foi aplicado nas paredes do canal radicular, aguardado 30s, e aplicou-se gentilmente jato de ar, e agente de união de polimerização dual (Clearfil Liner Bond, A e B) aplicado. O agente de cimentação de dupla polimerização Panavia F foi misturado por 20 e introduzidos no interior do canal radicular utilizando brocas lentulo. As raízes colocadas em cilindro protegidos de luz, sendo a luz colocada diretamente na superfície cervical e o cimento polimerizado. As raízes seccionadas em seis discos (2 por terços radicular: apical, médio e cervical) e submetidos ao teste de push-out, 24 horas ou 1 semana após a polimerização. Pinos de fibras de vidro opacos e elétricos exibiram resistência adesiva estatisticamente semelhante e superiores aos pinos de fibra de vidro translúcidos, e resistência adesiva maior foi observada no terço cervical para os pinos translúcidos e elétricos. Nos pinos de fibra de vidro opaco,

não houve diferença significativa nos terços cervical e médio. A análise por microscopia permitiu a visualização de camada híbrida e numerosos tags resinosos em todos os grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa em função do tempo em todos os grupos.

Menezes, em 2006, avaliou a influência da composição do cimento endodôntico e o tempo decorrido entre a obturação e fixação do pino de fibra de vidro na adesão à dentina intra-radicular. Sessenta raízes de incisivos bovinos foram instrumentadas e divididas aleatoriamente em 5 grupos (n=12): 1- (C1) sem obturação, controle; 2- (S1) obturação com cimento a base de hidróxido de cálcio (Sealer 26) e fixação imediata do pino; 3- (S7) obturação com Sealer 26 e fixação do pino após 7 dias; 4- (E1) obturação com cimento a base de óxido de zinco e eugenol (Endofill) e fixação imediata do pino e 5- (E7) obturação com Endofill e fixação do pino após 7 dias. Os pinos de fibra de vidro (Reforpost) foram fixados por meio de sistema adesivo convencional (Scotchbond Multi-Use) e cimento resinoso dual (RelyX ARC). Em cada grupo, 10 raízes foram seccionadas transversalmente, obtendo dois discos de 1 mm de espessura para cada terço: cervical (TC), médio (TM) e apical (TA) da porção radicular aliviada, e submetidos ao teste mecânico de micropush-out com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os outros 2 dentes de cada grupo foram analisados por microscopia eletrônica de varredura, para análise da interface adesiva. O autor concluiu que o cimento de óxido de zinco e eugenol interferiu negativamente na adesão do cimento resinoso à dentina radicular em toda sua extensão quando o pino foi cimentado imediatamente e no terço apical quando o pino foi fixado após 7 dias. E a resistência adesiva decresceu no sentido coroa-ápice em todos os grupos estudados.

Segundo Schwartz (2006), em revisão de literatura relata que uma das tendências recentes na endodontia tem sido o desenvolvimento de materiais obturadores adesivos, na tentativa de promover maior selamento efetivo coronário e apicalmente. Materiais utilizando tecnologia adesiva dentinária têm sido solicitados na odontologia restauradora e, por conseguinte sendo adaptado como

materiais de obturação. Esta revisão discutiu obstáculos para união efetiva no sistema do canal radicular, os progressos que têm sido realizados e possíveis estratégias para melhoria destes materiais no futuro. Assim, o autor aponta como limitações da adesão à dentina a contração de polimerização, que é maior dentro do canal radicular devido sua geometria desfavorável, a deteriorização ao longo do tempo e a incompleta infiltração adesiva.

Ceballos et al. (2007), avaliaram o comportamento mecânico de cimentos resinosos usados na fixação de pinos de fibra de vidro em função do modo de polimerização. Técnica de nanoindentação foi aplicada para determinar dureza e módulo de elasticidade de amostras em forma de disco de três tipos de cimento: quimicamente ativado, fotoativado e de dupla ativação. Os resultados obtidos foram comparados à análise microscópica do sistema pino-cimento-dentina. As medidas por nanoindentação indicaram que cimento fotopolimerizável exibiu dureza e rigidez maior, por outro lado são mais friáveis. O cimento quimicamente ativado foi o material com maior habilidade para suportar deformações sem danos, embora sua dureza e módulo de elasticidade fosse significante menor. O cimento de dupla polimerização apresentou a melhor combinação das propriedades.

Hikita et al. (2007), avaliaram a efetividade de união em esmalte e dentina de 5 agentes de cimentação adesiva por meio de ensaio mecânico de microtração. Foram utilizados terceiros molares humanos, nos quais blocos de resina composta foram cimentados usando Linkmax (GC), Nexus 2 (Kerr), Panavia F (Kuraray), RelyX Unicem (3M/ESPE) ou Variolink II (Ivoclar-Vivadent), seguindo somente as instruções dos fabricantes. Para alguns agentes de cimentação, procedimentos de aplicação modificados também foram testados, resultando em quatro outros grupos experimentais: Prompt L- Pop + RelyX Unicem, Scotchbond Etchant + RelyX Unicem, Optibond Solo Plus Activator + Nexus 2 e K-Etchant gel + Panavia F. Os autores concluíram que uma adequada efetividade adesiva à estrutura dental pôde ser obtida após 24 h de estocagem em água para todos os

agentes de cimentação testados em que um correto procedimento adesivo foi realizado. Contudo, alguns fatores influenciaram negativamente na efetividade adesiva como a não fotopolimerização do adesivo antes do cimento separadamente, o uso de adesivo fotopolimerizável convertido em uma versão de polimerização dual, uso de agentes de cimentação com baixo potencial autopolimerizável, condicionamento da dentina com ácido fosfórico antes da aplicação de RelyX Unicem, e utilização de RelyX Unicem em esmalte sem condicionamento com ácido fosfórico.

Piwowarczyk et al. (2007), avaliaram resistência adesiva dentinária a longo prazo de sete agentes de cimentação de polimerização dual: cimento a base de resina modificada por poliácido (PermaCem), cimentos resinosos (RelyX ARC, Panavia F, Variolink II, Nexus 2, Calibra) e cimento resinoso auto-adesivo (RelyX Unicem). Os cimentos foram preparados seguindo as instruções dos fabricantes. O subgrupo 1 (n=10) foi testado após 150 dias de estocagem em água a 37°C (T1), e o subgrupo 2 (n=10) foi testado após 150 dias de estocagem em água a 37°C associado a ciclagem térmica com 500 ciclos entre 5 e 55°C (T2), ambos utilizando o teste de cisalhamento. Os autores concluíram que a resistência de união é dependente do sistema adesivo/agente de cimentação ou cimento auto-adesivo utilizados, e que os agentes de cimentação de dupla polimerização conseguem resistência de união maior quando a ativação por luz é utilizada durante a polimerização.

Soares et al., em 2007, avaliaram a influencia do tratamento endodôntico nas propriedades mecânicas da dentina, utilizando testes de resistência flexural e resistência máxima à tração. Foram utilizadas 80 raízes bovinas, que foram divididas em tratadas endodonticamente (ET) e não tratadas endodonticamente (NT). Os testes foram realizados imediatamente (T1), 7 dias (T2), 15 dias (T3) e 30 dias (T4), após a extração e obturação do canal radicular. As raízes foram seccionadas axialmente em duas metades. Em uma das metades, foi confeccionada barra de espessura média 16 x 2,5x 2mm de dentina radicular

para a realização de ensaio flexural de 4 pontos em máquina de ensaio com velocidade de 0,5 mm/mim. A outra metade, foi seccionada perpendicularmente ao seu longo eixo em 4 fatias de 1mm com constrição central, e as amostras submetidas ao ensaio de microtração em máquina de ensaio com velocidade de 0,5 mm/mim. Os resultados indicaram que o tratamento endodôntico potencializado pelo tempo decorrido após a realização da obturação do canal radicular altera negativamente a resistência máxima à tração e flexural da dentina.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

A proposta deste estudo foi analisar por meio de ensaio mecânico de micropush-out a resistência adesiva de retentores intra-radiculares pré-fabricados de fibra de vidro à dentina, variando:

Configuração do pino:

1- cilíndrico, paralelo, com ápice cônico e retenções mecânicas circunferenciais,

2- cônico progressivo, liso.

Material de fixação:

1- cimento resinoso de dupla ativação,

2- cimento resinoso de tripla presa e auto-condicionante,

3- cimento resinoso de dupla ativação e auto-condicionante,

4- cimento resinoso de ativação química,

5- cimento de ionômero de vidro;

Profundidade radicular:

1- terço cervical

2- terço médio

3- terço apical

MATERIAIS E MÉTODOS

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 – Seleção e preparo das raízes

Foram utilizados 120 dentes incisivos bovinos com idade semelhante, selecionados a partir de 1092 dentes extraídos e armazenados em solução aquosa tamponada de Timol a 0,2% (Biopharma, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil). Para seleção dos dentes utilizou-se o critério da similaridade de morfologia anatômica externa e interna, no qual o diâmetro do canal radicular deveria ser menor que 1 mm. Os dentes foram limpos e seccionados perpendicularmente ao longo eixo com disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil), sob refrigeração em água, permanecendo remanescente radicular de 15 mm a partir da porção apical da raiz (Figura 1). A polpa foi removida com limas endodônticas sob irrigação com hipoclorito de sódio a 1% para suspensão da matéria orgânica.

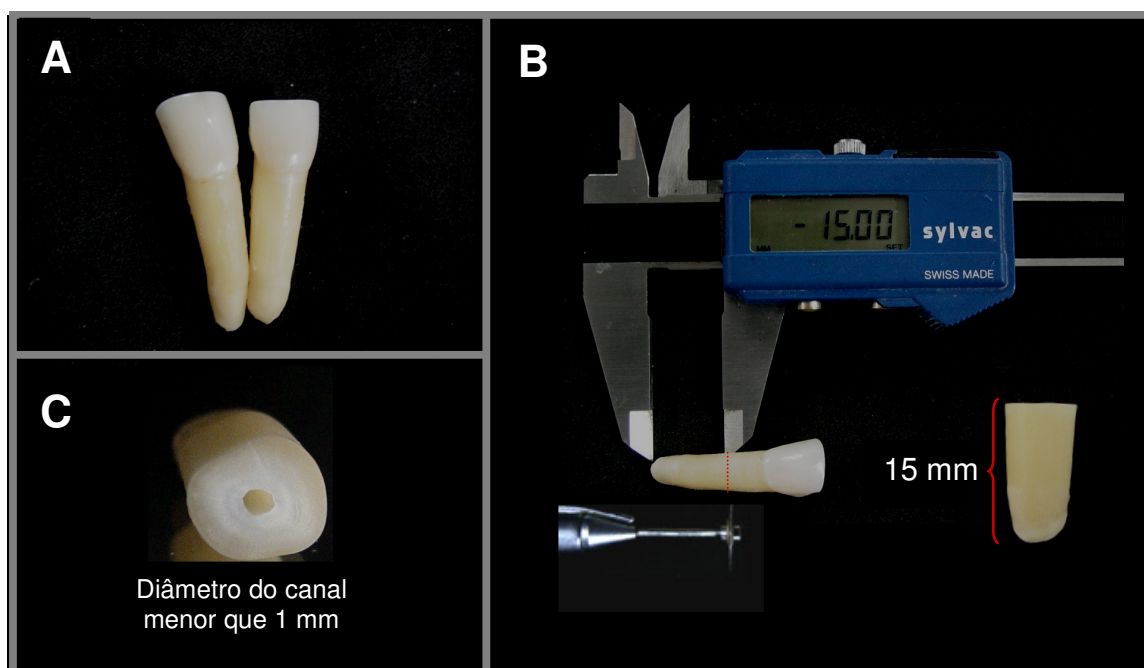


Figura 1 – Seleção dos dentes: Critério da similaridade externa (A), mensuração e seccionamento do dente (B), critério da similaridade interna (C).

4.2 – Instrumentação e obturação do canal radicular

Os canais foram instrumentados pela técnica escalonada utilizando-se de limas Kerr e brocas Gates-Glidden (Malleiffer, Ballaigues, Switzerland) números 2, 3 e 4. Sendo, a Gates-Glidden número 2 instrumentada além do limite apical da raiz, a Gates-Glidden número 3 instrumentada ao nível apical da raiz e a Gates-Glidden número 4 instrumentada 5 mm aquém do limite apical da raiz. Após irrigação com soro fisiológico, o canal radicular foi seco com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil, Lote 647122) e obturado com cones de guta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil, Lote 54713) e cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil, Lote 226529), seguindo a orientação do fabricante, através da técnica de condensação lateral. Em seguida, os excessos de guta-percha removidos, e promoveu-se a condensação vertical com calcadores de Paiva (Figura 2).

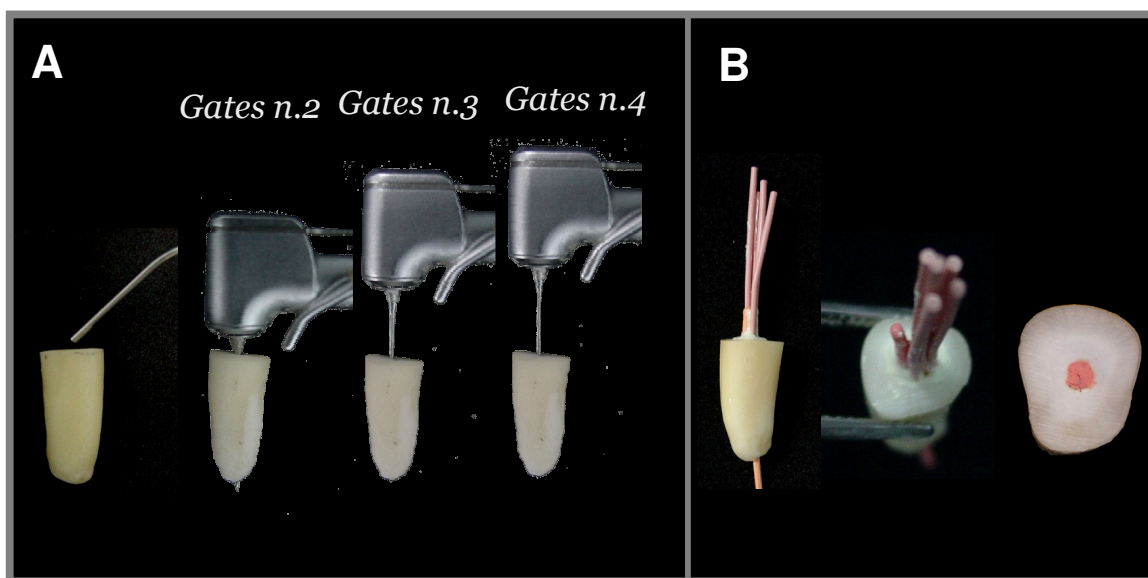


Figura 2 – Instrumentação (A) e obturação do canal radicular com cones de guta-percha e cimento à base de hidróxido de cálcio (B).

4.3 – Preparo do espaço para o retentor intra-radicular

O espaço para o retentor intra-radicular foi obtido imediatamente após a obturação do canal, antes da presa do cimento (Prado, 2003), com alívio de 10mm com remanescente apical obturado de aproximadamente 5mm. Para possibilitar a inserção dos pinos, e ainda proporcionar espessura uniforme do cimento de fixação foram utilizadas brocas tipo largo número 5 (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil, lote 011506) para os pinos de fibra de vidro serrilhados, cilíndricos, paralelos, com ápices cônicos (S) (Reforpost X-Ray, Ângelus, Londrina, Brasil, Lote 5862) e brocas específicas número 2, contidas nos kits para os pinos de fibra de vidro, cônicos progressivo, lisos (L) (Exato Cônico, Ângelus, Londrina, Brasil, Lote 5392). Após o alívio, o canal radicular foi selado superficialmente com bolinha de algodão e cimento de ionômero de vidro (Vidrion R, SS White, Brasil, Lote 0111106) (Figura 3), e então as amostras armazenadas em água destilada a 37^o C por 7 dias.

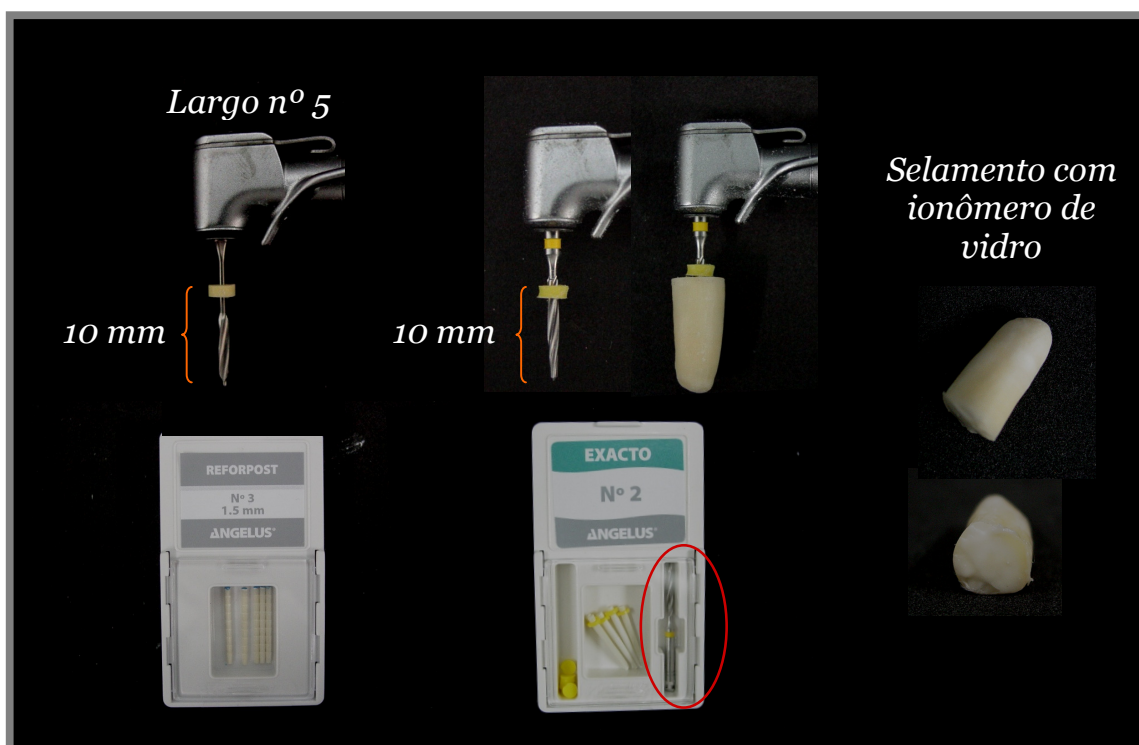


Figura 3 – Preparo do espaço para o retentor intra-radicular e selamento superficial com ionômero de vidro.

4.4 – Técnica de cimentação

Os pinos foram limpos com microbrush embebido em álcool 70% (Féres, Anápolis, Goiás, Brasil) em única aplicação, e após secagem, foi realizada aplicação do silano (Ceramic Primer, 3M-ESPE, St. Paul, USA, Lote 4WC). Para evitar polimerização adicional pela porção lateral externa, as raízes foram recobertas com cera utilidade. Foi realizado o pré-tratamento do canal radicular de acordo com o tipo de cimento utilizado para a fixação:

4.4.1 - Cimento resinoso de dupla ativação (RelyX ARC, 3M-ESPE, St. Paul, USA, Lote: FEFR)

Condicionamento do canal radicular com ácido fosfórico a 37% (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 524540) por 15s, irrigado abundantemente com água por 15s e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 647122), seguido da aplicação do sistema adesivo de dois frascos (Adper ScotchBond Multi Purpose, 3M-ESPE, St. Paul, USA, Lote 6PK), que foi utilizado de acordo com Dong et al (2003), sendo aplicadas duas camadas consecutivas de primer com microbrush delgado (Vichi et al. 2002) e, após 20s, aplicação de uma camada de adesivo. A fotoativação foi realizada por 20s na face cervical ao longo eixo da raiz, empregando fonte de luz halógena com intensidade de 750mW/cm² (XL 3000, 3M-ESPE, St. Paul, USA). O cimento preparado, introduzido no interior do canal utilizando broca lentulo (Malleiffer, Ballaigues, Switzerland) montada em contra ângulo e pincelado no pino, o qual foi inserido no interior do canal. Três minutos após a inserção, foi realizada a fotoativação por 40s na face cervical, no sentido do longo eixo da raiz e nas diagonais, simulando as faces incisal, vestibular e palatina, totalizando 120s (Figura 4, A-F). Após a polimerização as amostras foram armazenadas em água destilada a 37° C por 24h.

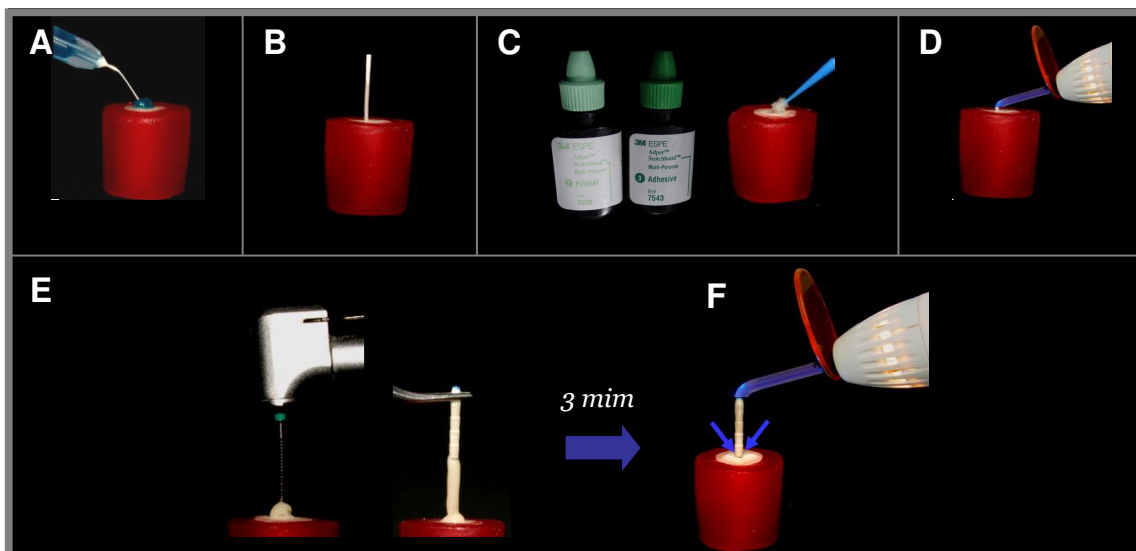


Figura 4 – Tratamento do substrato dentinário: condicionamento ácido (A), secagem com pontas de papel absorvente (B), aplicação sistema adesivo (C), fotoativação do adesivo (D), inserção do cimento e do pino no canal radicular (E) e fotoativação do cimento (F).

4.4.2 - Cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RelyX LUTING 2, 3M-ESPE, St. Paul, USA, Lote: EP6EN)

Canal radicular irrigado abundantemente com água por 15s e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 647122). O cimento preparado, introduzido no interior do canal utilizando broca lentulo (Malleiffer, Ballaigues, Switzerland), montada em contra ângulo e pincelado no pino, o qual foi inserido no interior do canal (Figura 4 – B, E). E foi aguardado o período de 5 minutos para a presa do cimento, e então as amostras foram armazenadas em água destilada a 37° C por 24h.

4.4.3 - Cimento resinoso de tripla presa e auto-condicionante (RelyX UNICEM, 3M-ESPE, St. Paul, USA, Lote: 230412)

Elimina a necessidade de pré-tratamento do dente, sendo o canal radicular irrigado abundantemente com água por 15s e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 647122) (Figura 4 - B). O sistema

Aplicap e Maxicap, do RelyX UNICEM, compõe-se respectivamente de um ativador para ativação de cápsulas e de um aplicador para a aplicação do conteúdo de mistura da cápsula. O cimento é preparado introduzindo a cápsula Aplicap no ativador Aplicap, sendo a alavanca do ativador baixada e mantida assim por 4 segundos, após isso, a cápsula é misturada num misturador de alta frequência por 15 segundos. Depois da mistura a cápsula é introduzida no aplicador Aplicap e seu bico aberto (Figura 5), e o cimento introduzido no interior do canal e também pincelado no pino, o qual foi inserido no interior do canal. Três minutos após a inserção, foi realizada a fotoativação por 40s na face cervical, no sentido do longo eixo da raiz e nas diagonais simulando as faces incisal, vestibular e palatina, totalizando 120s. Após a polimerização as amostras foram armazenadas em água destilada a 37° C por 24h.

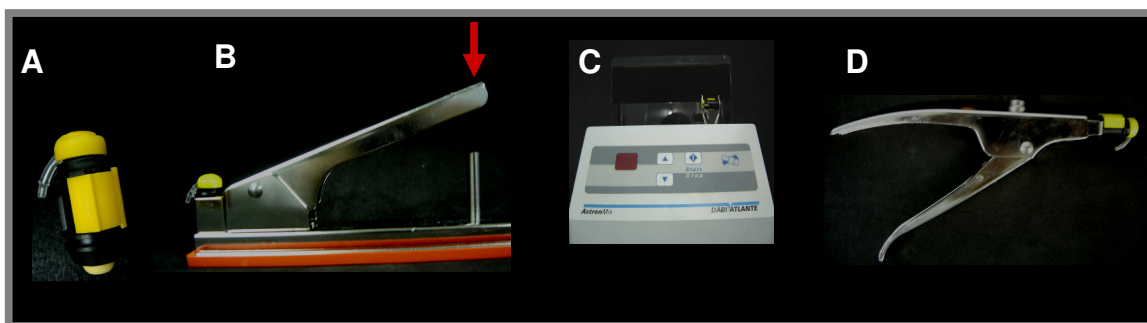


Figura 5 – Manipulação do cimento: cápsula RelyX Unicem (A), cápsula posicionada no ativador (B), mistura do cimento em misturador de alta frequência (C) e cápsula posicionada no aplicador (D).

4.4.4 - Cimento resinoso de dupla ativação e auto-condicionante (Maxicem, Kerr, Orange, USA, Lote:422903)

Elimina a necessidade de pré-tratamento do dente, sendo o canal radicular irrigado abundantemente com água por 15s e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 647122). O cimento preparado, introduzido no interior do conduto utilizando broca lentulo (Malleiffer, Ballaigues, Switzerland), montada em contra ângulo e pincelado no pino, o qual foi inserido no

interior do canal. Três minutos após a inserção, foi realizada a fotoativação por 40s na face cervical, no sentido do longo eixo da raiz e nas diagonais simulando as faces incisal, vestibular e palatina, totalizando 120s (Figura 4 – B, E, F). Após a polimerização as amostras foram armazenadas em água destilada a 37º C por 24h.

4.4.5 - Cimento resinoso de ativação química (*Cement- Post, Ângelus, Londrina, Brasil, Lote: 4302*)

Condicionamento do canal radicular com ácido fosfórico a 37% (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 647122) durante 15s, lavados por 15s e secos com cones de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Brasil, Lote 647122), seguido da aplicação do sistema adesivo de dois frascos (Adper ScotchBond Multi Purpose, 3M-ESPE, St. Paul, USA, lote 6PK), que foi utilizado de acordo com Dong et al (2003), sendo aplicadas duas camadas consecutivas de primer com microbrush delgado (Vichi et al. 2002) e, após 20s, aplicação de uma camada de adesivo. A fotoativação foi realizada por 20s na face cervical ao longo eixo da raiz. O cimento preparado, introduzido no interior do canal utilizando broca lentulo (Malleiffer, Ballaigues, Switzerland), montada em contra ângulo e pincelado no pino, o qual foi inserido no interior do canal (Figura 4 – A, B, C, D, E). Os excessos de cimento foram removidos após 1 mim. Após a presa do cimento, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37º C por 24h.

4.5 – Preparo das amostras para teste de micropush-out

As raízes foram seccionadas transversalmente em seis fatias, com disco diamantado de dupla face (4"x 0,12 x 0,12, Extec, Enfield, CT, USA) montado em micrótomo de tecido duro (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) refrigerado por água, resultando em dois discos de 1 mm de espessura por região aliviada: terços cervical (C), médio (M) e apical (A). As fatias foram obtidas em corte único garantindo superfícies planas (Figura 6).

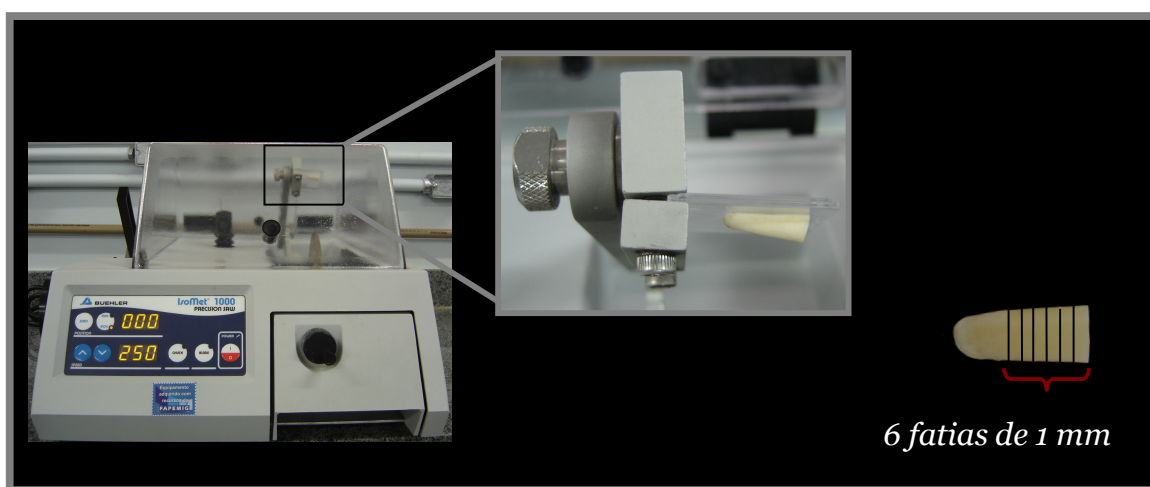


Figura 6 – Seccionamento das raízes com disco diamantado de dupla face montado em micrótomo de tecido duro.

4.6 – Ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão - micropush-out

Para a realização do ensaio de micropush-out foi utilizado dispositivo desenvolvido especificamente para este teste (Menezes, 2006), constituído por base metálica em aço inoxidável com 3 cm de diâmetro, contendo orifício de 2 mm na região central e ponta aplicadora de carga com 1 mm de diâmetro e 2 mm de comprimento. Após o conjunto ser posicionado na base da máquina de ensaio mecânico (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil) contendo célula de carga de 20Kgf, os discos foram posicionados de forma que a ponta aplicadora de carga coincidissem com o orifício da base metálica, e então, submetidos ao carregamento de compressão no sentido ápice/coroa sob velocidade de 0,5 mm/minuto, até

ocorrer falha no sistema (Figura 7). Os valores da força de deslocamento foram obtidos em Newton, e para serem expressos em MPa, foram divididos pela área da interface adesiva, calculada pela fórmula:

$$A = 2\pi r \times h,$$

Onde π é a constante 3.14, r é o raio do pino e h a espessura dos espécimes em mm (Goracci *et al.* 2004).

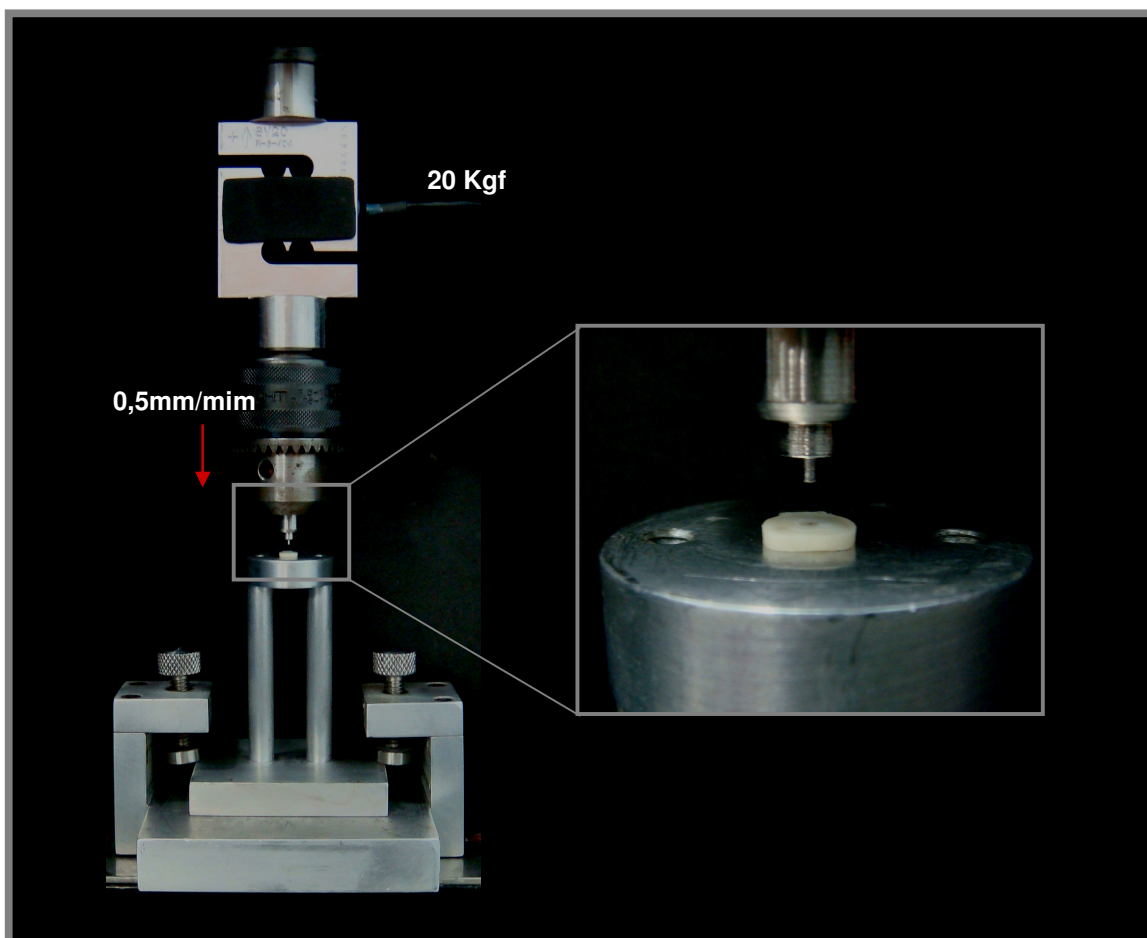


Figura 7 – Posicionamento da amostra para ensaio de micropush-out.

4.7 – Análise estatística – Teste de micropush-out

Após análise exploratória dos dados usando o procedimento PROC LAB do programa estatístico SAS (Institute Inc., Cary, NC, USA, Release 9.1, 2003) foi realizada análise de variância (ANOVA) em esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos fatores de estudo cimento, pino e a interação entre eles e a sub-parcela pela localização e sua interação com os demais fatores. Para que os dados atendessem as pressuposições de uma análise paramétrica foi necessária a transformação logarítmica. As comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 5%.

4.8 – Preparo das amostras e análise em MEV

Duas raízes adicionais de cada grupo que não foram submetidas ao teste de micropush-out e duas raízes de cada grupo que foram submetidas ao teste foram selecionadas. As raízes foram seccionadas transversalmente em cada terço (cervical, médio e apical) da extensão radicular aliviada. Para facilitar a manipulação e o polimento, as amostras foram incluídas em resina epóxica (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA). Após a presa da resina epóxica, as amostras receberam acabamento com lixas de carbetto de silício em ordem decrescente de granulação, #600, 1200 e 2000, durante dez minutos cada, montadas em politriz elétrica giratória Maxigrind (Solotest, São Paulo, SP, Brasil) sob irrigação constante de água, e em seguida polidas com panos de feltro (Arotec S/A indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil), associados com respectivas pastas de polimento com partículas de diamante em ordem decrescente de granulometria 6 μm , 3 μm , 1 μm , 0,5 μm e 0,25 μm (Arotec S/A indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil) diluídas em óleo lubrificante, durante 15 minutos para cada pasta (Figura 8– A,B). Entre a utilização de cada lixa e pasta de polimento e após todos os procedimentos de acabamento e polimento, as amostras eram imersas por 10 minutos em ultra-som (Ultrasonic cleaner 1440D, Odontobrás Ind. Com. de Equipamentos Odontológicos Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com água destilada.

Após o polimento, as amostras foram condicionadas com ácido clorídrico 5 mol/ml por 10s. Em seguida foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 10% durante 10 minutos. Realizado o tratamento, foram desidratadas em soluções ascendentes de acetona a 30%, 50%, 70%, 90% e 100%. As amostras ficaram por 10 minutos em cada solução, sendo realizados três banhos consecutivos na acetona a 100%. Após isso, as amostras foram secas em estufa a 70° C, durante uma hora, antes de serem metalizadas. Para a metalização, as amostras foram fixadas em *stubs* com fita de carbono dupla-face (Electron Microscopy Sciences, Washington, USA). Estas foram então cobertas com fina camada de ouro por meio de metalizadora (MED 10, Balzers Union, Fürstentum, Liechtenstein) (Figura 8-C). Em seguida foram levadas ao MEV (JSM 56000IV, JEOL, Tokyo, Japan) para a captura das imagens das interfaces.

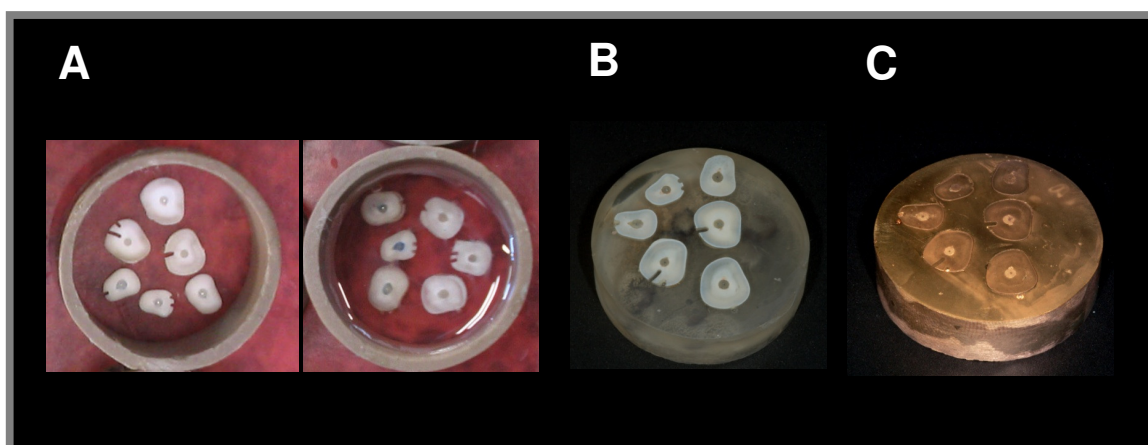


Figura 8– Preparo das amostras para análise em microscopia eletrônica de varredura: inclusão das amostras em resina epóxica (A), amostras após acabamento com lixas de carbeto de silício e polimento com panos de feltro (B), amostras metalizadas (C).

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Os valores médios de resistência adesiva em MPa (média e desvio padrão) para os grupos experimentais estão dispostos na Tabela 1. A ANOVA em esquema de parcela subdividida demonstrou não haver diferença significativa entre os pinos ($p=0,0639$), nas interações entre pino x cimento ($p=0,6454$), pino x localização ($p=0,9068$) e pino x cimento x localização ($p=0,9819$). Houve diferença significativa entre os cimentos ($p<0,0001$), entre as localizações ($p<0,0001$) e para a interação cimento x localização ($p<0,0001$). O teste de Tukey mostrou que pinos cimentados com RelyX Unicem e RelyX Luting apresentaram os maiores valores de resistência adesiva, não sendo influenciados pela profundidade radicular. Pinos cimentados com RelyX ARC e Cement Post apresentaram valores de resistência adesiva no terço cervical semelhantes, contudo, o cimento RelyX ARC apresentou redução significativa da resistência de união nos terços médio e apical. Pinos cimentados com Maxicem apresentaram os menores valores de resistência adesiva, com redução significativa da resistência de união nos terços médio e apical.

Tabela 1. Resistência adesiva média (desvio padrão) em função do pino, do cimento e da localização.

Pino	Cimento	Localização		
		Cervical	Médio	Apical
Exacto - Liso	RelyX ARC	9,78 (2,87) Ab	6,00(1,39) Bc	5,60(1,84) Bc
	RelyX Luting	12,27(4,02) Aa	13,62(2,43) Aa	13,36(3,37) Aa
	RelyX Unicem	13,66(3,26) Aa	14,46(3,31) Aa	13,08(3,58) Aa
	Cement Post	9,28(3,26) Ab	8,34(2,51) Ab	8,54(2,86) Ab
	Maxi Cem	4,88(1,12) Ac	3,57(1,05) Bd	3,16(0,50) Bd
Reforpost - Serrilhado	RelyX ARC	9,67(1,71) Ab	6,30(1,32) Bc	5,75(2,03) Bc
	RelyX Luting	13,73(4,47) Aa	14,40(2,99) Aa	13,97(3,50) Aa
	RelyX Unicem	13,13(3,29) Aa	13,71(2,94) Aa	13,44(3,62) Aa
	Cement Post	8,80(2,50) Ab	9,11(2,54) Ab	8,20(2,85) Ab
	Maxi Cem	5,22(1,37) Ac	3,78(0,94) Bd	3,58(0,87) Bd

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal comparando entre localizações e minúsculas na vertical comparando entre cimentos dentro de cada tipo de pino) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Os resultados obtidos por meio da microscopia eletrônica de varredura complementaram o teste mecânico de micropush-out, ajudando a compreender as possíveis causas de falhas. A análise por MEV mostrou que a interface adesiva na região cervical dos grupos de pinos cimentados com RelyX ARC foi homogênea e pôde-se observar fendas nas regiões do terços médio e apical (Figura 9). Nos grupos de pinos cimentados com Cement Post a interface adesiva em toda extensão do canal radicular mostrou-se uniforme (Figura 10). A utilização de RelyX Luting 2 apresentou interface de união com a estrutura dentinária uniforme e homogênea em toda extensão do canal radicular (Figura 11). Nos grupos de pinos cimentados com RelyX Unicem pôde-se observar camada híbrida delgada, porém uniforme em todo canal radicular (Figura 12), e nos grupos cimentados com Maxicem houve presença de bolhas e massa de cimento não polimerizada, principalmente, na região apical (Figura 13). Em todos os grupos a interação pino/cimento foi considerada satisfatória (Figuras 9-13).

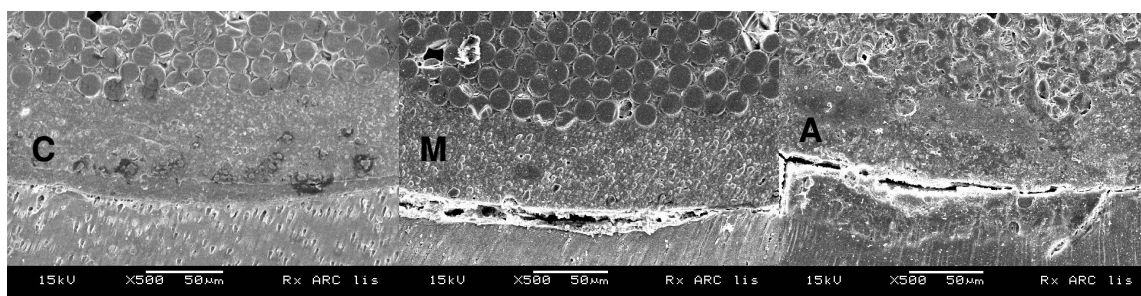


Figura 9 - Interface adesiva entre pino cimentado com RelyX ARC e dentina radicular no terço cervical (C) homogênea, e presença de fendas nos terços médio (M) e apical (A).

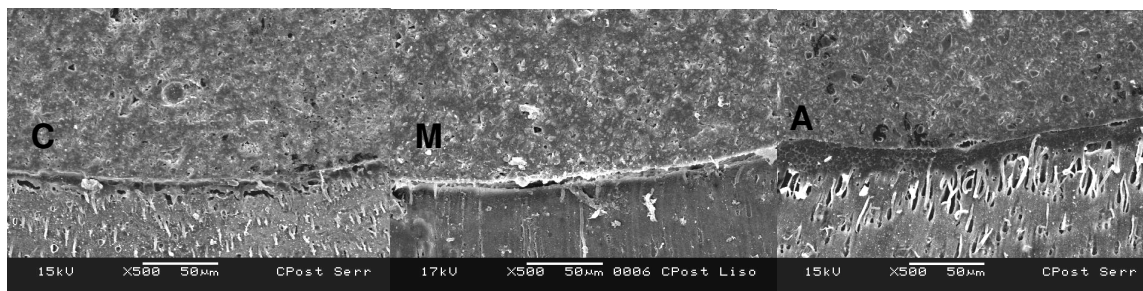


Figura 10 - Interface adesiva entre pino cimentado com Cement Post e dentina radicular nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) uniforme em toda extensão do canal radicular.

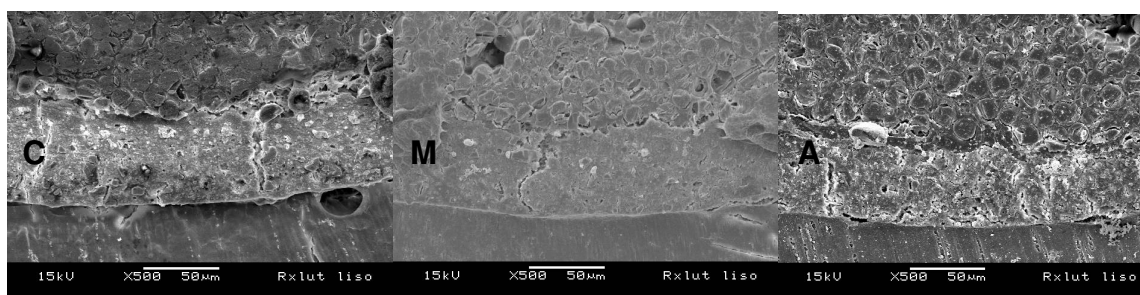


Figura 11 - Interface adesiva entre pino cimentado com RelyX Luting 2 e dentina radicular nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) uniforme em toda extensão do canal radicular.

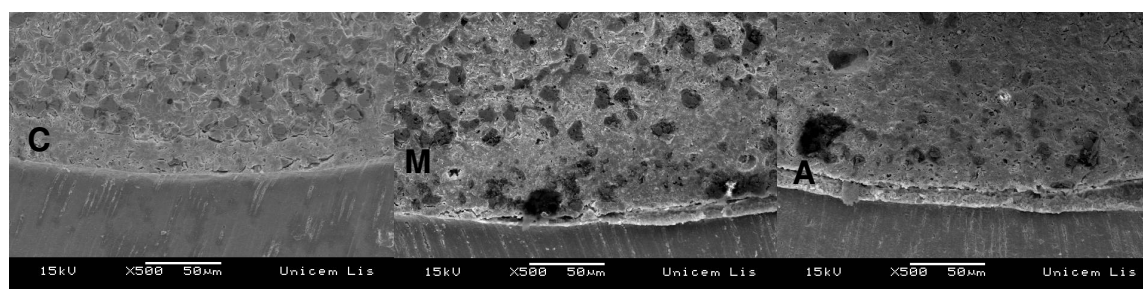


Figura 12 - Interface adesiva entre pino cimentado com RelyX Unicem e dentina radicular nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) delgada e uniforme em toda extensão do canal radicular.

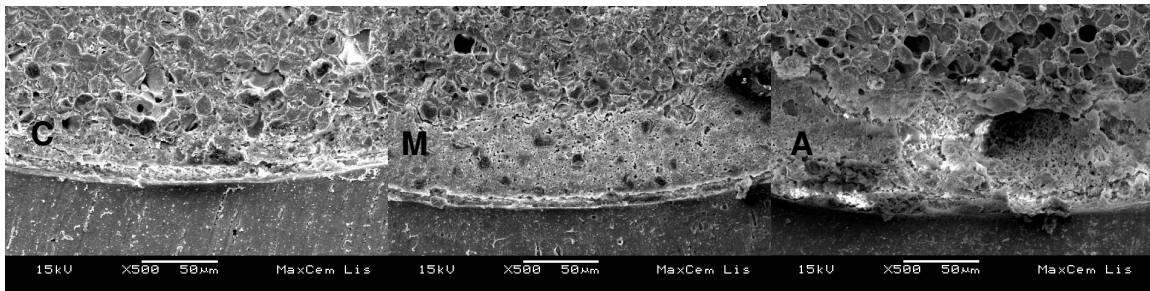


Figura 13 - Interface adesiva entre pino cimentado com Maxicem e dentina radicular nos terços: cervical (C), médio (M) e apical (A). Pode ser observada presença de bolhas e cimento com aspecto não polimerizado, principalmente, na região apical.

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

As hipóteses deste estudo foram parcialmente aceitas. Os resultados indicaram que o tipo de cimento influenciou a resistência adesiva, contudo, a configuração do pino de fibra de vidro não influenciou a resistência adesiva na dentina radicular. A profundidade do canal radicular associada a diferentes cimentos influenciou na resistência de união de pinos de fibra de vidro.

O sucesso da cimentação de pinos de fibras depende da obtenção de união efetiva e durável entre pino-cimento-dentina radicular (Akgungor & Akkayan 2006). A magnitude dessa união é dependente da compatibilidade entre o cimento e o sistema adesivo, a forma de ativação do cimento, a anatomia do canal radicular e o controle de umidade no interior deste (Ceballos et al. 2007), e ainda da densidade e orientação dos túbulos dentinários ao longo da dentina radicular (Ferrari et al. 2000).

Cimentos resinosos de dupla ativação têm sido recomendados para cimentação de pinos de fibra de vidro para compensar a diminuição do efeito da polimerização da luz e permitir a completa polimerização do cimento nas regiões mais profundas do canal radicular (Bouillaguet et al. 2003, Akgungor & Akkayan 2006). Entretanto, para estes tipos de cimentos, apenas a ativação química não é capaz de promover adequada polimerização nas regiões mais profundas, em que a intensidade de luz é ineficaz (Foxton et al. 2003). Como visto no presente trabalho, os valores médios de resistência adesiva para os grupos dos pinos cimentados com RelyX ARC foram semelhantes no terço cervical ao Cement post, cimento quimicamente ativado, porém foram menores nos terços médio e apical. A análise por MEV revelou interface adesiva homogênea apenas na região cervical e fendas na interface adesiva nos terços médio e apical para o Rely X ARC (Figura 9). Nos cimentos resinosos químicos, a polimerização é ativada pelo sistema peróxido-amina, não sendo necessária a exposição à luz (Braga et al. 2002, Attar et al. 2003, Kumbuloglu et al. 2004), garantindo polimerização sem influencia da profundidade do canal radicular (Ceballos et al. 2007). Este fato explica valores médios de resistência adesiva estatisticamente não significante nos grupos de pinos cimentados com Cement Post e interface adesiva homogênea nos terços

cervicais, médios e apicais (Figura 10), demonstrando polimerização uniforme ao longo do canal radicular.

Altas tensões de contração de polimerização de cimentos resinosos na fixação de retentores intra-radulares também têm sido relatadas, devido ao alto valor de Fator-C (Goracci et al. 2004, Kalkan et al. 2006). Especialmente nos materiais polimerizados por fontes de luz, a tensão de polimerização gerada contrária à configuração geométrica do canal radicular pode ser maior que a adesão do cimento resinoso à dentina, criando espaços na interface, comprometendo a efetividade e a integridade da interface adesiva (Goracci et al. 2004, Kalkan et al. 2006). Assim, materiais que apresentam polimerização mais lenta, como os cimentos resinosos químicos, podem reduzir a tensão na interface de união, pois a presa lenta permite melhor escoamento do cimento, atenuando a tensão de polimerização (Bouillaguet et al. 2003, Kalkan et al. 2006).

Atualmente, surgem cimentos resinosos com propriedades auto-condicionantes e auto-adesivas que eliminam a etapa de pré-tratamento, sem a necessidade das etapas de condicionamento e aplicação de sistema adesivo no substrato dentário (Hikita et al. 2007). O cimento RelyX Unicem contém em sua formulação grupos bifuncionais de metacrilato (metacrilatos fosforulados), que devido sua natureza ácida permite a desmineralização e posterior infiltração na superfície dentária, resultando em retenção micromecânica (Abo-Hamar et al. 2005). A manutenção da estabilidade desse sistema inicialmente ácido requer a neutralização durante o processo de presa para evitar a hidrólise excessiva. Isto se dá seguindo o mesmo princípio dos cimentos de ionômero de vidro, no qual moléculas de cargas alcalinas neutralizam as funções ácidas. A adesão à estrutura dental é baseada no princípio de que monômeros reagem com sais básicos e apatita do dente por meio de grupos funcionais de ácido fosfórico modificados. A água formada na neutralização aumenta a hidrofiliabilidade, potencializando a adaptação do cimento à estrutura dental e a tolerância à umidade (Bitter et al. 2006), característica importante na cimentação de retentores intra-radulares. Além disso, no caso do cimento RelyX Unicem, a reação de presa é via radicais livres, que pode ser iniciada pela exposição à luz ou usando

mecanismo óxido-redução, o que os caracterizam como cimentos de tripla presa: reação ácido/base, fotopolimerizável e polimerização na ausência de luz. A partir dessas características, podem-se justificar valores médios de resistência adesiva superiores aos demais cimentos e valores similares nos três terços do canal radicular, assim como formação de camada híbrida uniforme, homogênea e delgada (Figura 12). Assim, o cimento resinoso RelyX Unicem combina propriedades de manipulação e auto-adesão dos cimentos de ionômero de vidro com propriedades adesivas e estéticas de cimentos resinosos, caracterizando-os como alternativa viável na cimentação de pinos de fibra de vidro. Contudo, nos grupos de pinos cimentados com Maxicem os valores médios de resistência adesiva foram inferiores aos demais cimentos. Isso pode ter ocorrido devido às características do material, que apresenta dupla presa, podendo ser a polimerização na presença de luz a maior responsável pela reação de presa deste material ou a permanência do sistema ácido, não ocorrendo neutralização durante o processo de presa, e conseqüente hidrólise excessiva. Além disso, os monômeros ácidos presentes neste grupo parecem não conseguir desmineralização efetiva da dentina e formação de camada híbrida. Pôde-se observar por meio de MEV presença de bolhas, principalmente, nos terços médio e apical do canal radicular (Figura 13).

Valores médios de resistência adesiva estatisticamente semelhantes aos grupos de pinos cimentados com o RelyX Unicem, também foram observados nos grupos de pinos cimentados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, RelyX Luting 2. O mecanismo de união dos cimentos de ionômero de vidro com a superfície dentária é físico-química, na qual formam união iônica com cristais de hidroxiapatita expostos por ácidos fracos presentes na composição do cimento, obtendo-se retenção micromecânica (Schwartz 2006). Contudo, com o acréscimo de monômeros resinosos, a tensão de contração de polimerização poderá se fazer presente, comprometendo a adesão. Porém, o RelyX Luting 2 apresenta presa química, portanto, possui polimerização lenta, e como visto anteriormente, permite o escoamento do material, atenuando a tensão de polimerização. Além disso, a ativação química do cimento de ionômero de vidro

também permite polimerização uniforme ao longo do canal radicular, o que explica os valores semelhantes nos terços cervicais, médios e apicais e interface de união uniforme e homogênea (Figura 11).

A configuração do pino de fibra de vidro não teve influencia na resistência adesiva na dentina radicular. O que pode ser explicado pelo tipo de teste empregado neste estudo, pois o teste laboratorial de micropush-out utiliza amostras de espessuras reduzidas, objetivando mensuração real de pequenas áreas no interior do canal radicular e análise de diferenças nos três níveis do canal radicular, além de possibilitar distribuição mais uniforme das tensões na interface adesiva (Goracci et al. 2004). Dessa forma, outros testes laboratoriais, como por exemplo, o teste de tração que envolva a remoção de todo o pino poderia verificar melhor a influencia da configuração superficial na retenção de pinos de fibra de vidro ao longo do canal radicular.

Pode-se citar como limitações deste estudo a não realização de ciclagem térmica e mecânica que permitem simular de forma mais precisa as situações intra-orais. Também não foram usados dentes humanos, porém, devido às questões bioéticas, dentes bovinos têm sido cada vez mais empregados devido à facilidade de coleta, possibilitam uniformização da idade, além de redução do risco de transmissão de doenças infecto-contagiosas (Nakamichi et al. 1983, Dong et al. 2003). Desta forma, são necessários estudos utilizando ciclagem térmica e mecânica para melhor proximidade com a realidade clínica da avaliação da adesão à dentina dos cimentos de fixação intra-radiculares, e pinos de composição diferente devem ser testados. Além disso, estudos clínicos são necessários para avaliar o desempenho a longo prazo dos protocolos de fixação de pinos.

Considerando os resultados deste estudo, acredita-se que na prática clínica, quando da necessidade de cimentação de pinos de fibra de vidro, os cimentos de ionômero de vidro e os cimentos resinosos auto-adesivos de tripla ativação devem ser os materiais de escolha. A cimentação de pinos de fibra de vidro realizada com cimentos resinosos de dupla ativação possui limitações, contudo, não podem ser totalmente contra-indicados, pois o terço cervical acaba

sendo o maior responsável pela retenção dos pinos cimentados com estes cimentos, sendo a polimerização nesta área adequada, como observado neste estudo. Assim, os clínicos devem se ater à composição dos cimentos empregados na fixação de retentores e ao método de polimerização para que a real integração entre as diferentes estruturas possa ser alcançada e assim efetiva formação de unidade homogênea estabelecida, favorecendo a dissipação de tensões entre as estruturas.

CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES:

Dentro das limitações desta metodologia e após análise dos dados obtidos, pode-se concluir que:

- O tipo de cimento influência na resistência de união de pinos de fibra de vidro;
- A configuração do pino não influenciou nos valores de resistência adesiva;
- O Cimento RelyX Luting e RelyX Unicem apresentaram valores de resistência adesiva superiores aos demais cimentos;
- Cimentos RelyX ARC e Cement Post apresentaram valores de resistência adesiva no terço cervical semelhantes, contudo a resistência adesiva decresceu para o cimento RelyX ARC no terços médio e apical;
- O cimento Maxicem apresentou os menores valores de resistência adesiva, com redução significativa da resistência de união com a profundidade radicular;
- A profundidade do canal radicular associada aos cimentos Cement Post e RelyX ARC influenciou na resistência de união dos pinos de fibra de vidro.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. **Clin Oral Investig.** 2005; 9(3):161-167.
2. 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(5):368-378.
3. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **J Prosthet Dent.** 2002; 87(4):431-437.
4. Al-harbi F, Nathanson D. In vitro assessment of retention of four esthetic dowels to resin core foundation and teeth. **J Prosthet Dent.** 2003; 90(6): 547-555.
5. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. **J Prosthet Dent.** 2005; 94(4):321-329.
6. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. **J Prosthet Dent.** 2003; 89(2):127-134.
7. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. **Int Endod J.** 2006; 39(10):809-818.

8. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent Mater.** 2003; 19(3):199-205.
9. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. **J Oral Rehabil.** 2002; 29(3):257-62.
10. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodríguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. **Dent Mater.** 2007; 23(1):100-105.
11. Dong CC, McComb D, Anderson JD, Tam LE. Effect of mode of polymerization of bonding agent on shear bond strength of autocured resin composite luting cements. **J Can Dent Assoc.** 2003; 69(4):229-234.
12. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. **J Prosthet Dent.** 2003; 90(6): 556-562.
13. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. **Am J Dent.** 2000;13(5):255-60.
14. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. **Dent Mater.** 2001; 17(5):422-429.
15. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. **Oper Dent.** 2003; 28(5):543-551.

16. Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites- A comparative study. . **Dent Mater.** 2006; 22(10):934-941.
17. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur J Oral Sci.** 2004; 112 (4):353-361.
18. 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(2):75-82.
19. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. **Dent Mater.** 2007; 23(1):71-80.
20. 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(1):41-46.
21. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. **Int J Prosthodont.** 2004; 17(3):357-63.
22. Menezes MS. **Influência do cimento endodôntico na adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular.** [dissertação] Uberlândia: Faculdade de Odontologia/UFU; 2006.
23. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res.** 1983; 62(10):1076-81.

24. 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.
25. Prado CJ. **Avaliação da permeabilidade e efeito antimicrobiano da obturação endodôntica remanescente, após o alívio do canal radicular.** [tese] Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia/USP 2003.
26. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. **J Endod.** 2006; 32(12):1125-1134.
27. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. **J Endod.** 2004; 30(5):289-301.
28. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Pereira JC, Pereira CA. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. **J Endod.** 2007; 33(5):603-606.
29. 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(5):355-360.
30. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. **Dent Mater.** 2000;16(2):129-38.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela 2. Composição química e características dos cimentos de fixação.

Material	Fabricante	Características	Composição Química*	Lote
RelyX ARC	3M ESPE, St.Paul, USA	Cimento resinoso adesivo, dupla ativação.	Bis-GMA, TEGDMA, sílica de zircônia (67,5 wt%), pigmentos, amina e peróxido de benzoíla	FEFR
RelyX Luting 2	3M ESPE, St.Paul, USA	Cimento de Ionômero de Vidro modificado por resina, ativação química.	Pasta A: vidro de fluoraluminosilicato, HEMA, água, agente opacificador e agentes redutores. Pasta B: ácido metacrilato policarboxílico, Bis-GMA, HEMA, água, persulfato de potássio, sílica de zircônia.	EP6EN
RelyX Unicem	3M ESPE, St.Paul, USA	Cimento Resinoso auto-adesivo, tripla ativação.	Pó: vidro em pó silanizado, sílica silanizada, hidróxido de cálcio, pirimidina substituída, persulfato, sulfinato, pigmentos, solvente e polímeros. Líquido: fosfato dimetacrilato de glicerina, dimetacrilato, acetato monohidratado de cobre fenol substituído e canforoquinona.	230412
Maxicem	Kerr, Orange, USA	Cimento resinoso auto-adesivo, dupla ativação.	Fosfato de dihidrogênio gliceroldimetacrilato (GPDM), monômeros metacrilato mono, di e tri-funcional, iniciadores, estabilizadores, vidro de Bário, vidro de fluoraluminosilicato, sílica.	422903
Cement Post	Ángelus, Londrina, Brasil	Cimento resinoso de ativação química.	Base: cerâmica de vidro de Bário, sílica pirogênica, Bis-GMA, TEDMA, BHT, aceleradores de polimerização e pigmentos. Catalisador: Cerâmica de vidro de Bário, sílica pirogênica, Bis-GMA, TEDMA, Peróxido de Benzoíla e estabilizantes.	4302

ANEXO 2

SAIDA DO PROGRAMA SAS

The GLM Procedure

Level of Cimento	Level of Pino	Level of Localiza	N	-----Resiste-----	
				Mean	Std Dev
1	1	1	12	9.7841667	2.86684324
1	1	2	12	5.9975000	1.38697922
1	1	3	12	5.6041667	1.84128146
1	2	1	12	9.6683333	1.70952324
1	2	2	12	6.3041667	1.32949381
1	2	3	12	5.7525000	2.03042371
2	1	1	12	12.2716667	4.02014209
2	1	2	12	13.6183333	2.42801390
2	1	3	12	13.3608333	3.37120011
2	2	1	12	13.7341667	4.46870219
2	2	2	12	14.4008333	2.99180231
2	2	3	12	13.9691667	3.50269626
3	1	1	12	13.6566667	3.25959655
3	1	2	12	14.1583333	3.31005035
3	1	3	12	13.0883333	3.57946627
3	2	1	12	13.1266667	3.29124274
3	2	2	12	13.7066667	2.93701250
3	2	3	12	13.4425000	3.62567141
4	1	1	12	9.2791667	3.26319269
4	1	2	12	8.3458333	2.50694112
4	1	3	12	8.5458333	2.85509261
4	2	1	12	8.8041667	2.49784437
4	2	2	12	9.1100000	2.54016105
4	2	3	12	8.2050000	2.85249651
5	1	1	12	4.8791667	1.11999560
5	1	2	12	3.5708333	1.05438874
5	1	3	12	3.1625000	0.50337272
5	2	1	12	5.2258333	1.37315468
5	2	2	12	3.7791667	0.94216828
5	2	3	12	3.5750000	0.86913227
6	1	1	12	3.7033333	1.38098998
6	1	2	12	2.8583333	0.90582793
6	1	3	12	2.6125000	0.71928152
6	2	1	12	4.4741667	1.21307617
6	2	2	12	3.3375000	0.79830645
6	2	3	12	2.6758333	0.25805068

The GLM Procedure

Class Level Information		
Class	Levels	Values
Cimento	6	1 2 3 4 5 6
Pino	2	1 2
Localiza	3	1 2 3
cp	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Number of observations 432

The GLM Procedure

Dependent Variable: logresis

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	167	29.09489212	0.17422091	13.78	<.0001
Error	264	3.33872971	0.01264670		
Corrected Total	431	32.43362183			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	logresis Mean
0.897060	13.32551	0.112458	0.843927

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Cimento	5	25.03661961	5.00732392	395.94	<.0001
Pino	1	0.05992252	0.05992252	4.74	0.0304
Cimento*Pino	5	0.05766612	0.01153322	0.91	0.4737
Cimento*Pino*cp	132	2.26548627	0.01716277	1.36	0.0192
Localiza	2	0.74625509	0.37312755	29.50	<.0001
Cimento*Localiza	10	0.88914869	0.08891487	7.03	<.0001
Pino*Localiza	2	0.00247595	0.00123797	0.10	0.9068
Cimento*Pino*Localiz	10	0.03731787	0.00373179	0.30	0.9819

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Cimento	5	25.03661961	5.00732392	395.94	<.0001
Pino	1	0.05992252	0.05992252	4.74	0.0304
Cimento*Pino	5	0.05766612	0.01153322	0.91	0.4737
Cimento*Pino*cp	132	2.26548627	0.01716277	1.36	0.0192
Localiza	2	0.74625509	0.37312755	29.50	<.0001
Cimento*Localiza	10	0.88914869	0.08891487	7.03	<.0001
Pino*Localiza	2	0.00247595	0.00123797	0.10	0.9068
Cimento*Pino*Localiz	10	0.03731787	0.00373179	0.30	0.9819

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Cimento*Pino*cp as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Cimento	5	25.03661961	5.00732392	291.75	<.0001
Pino	1	0.05992252	0.05992252	3.49	0.0639
Cimento*Pino	5	0.05766612	0.01153322	0.67	0.6454

The UNIVARIATE Procedure
Variable: r

Moments

N	432	Sum Weights	432
Mean	0	Sum Observations	0
Std Deviation	0.08801405	Variance	0.00774647
Skewness	0.13236109	Kurtosis	0.48313594
Uncorrected SS	3.33872971	Corrected SS	3.33872971
Coeff Variation	.	Std Error Mean	0.00423458

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.00000	Std Deviation	0.08801
Median	-0.00149	Variance	0.00775
Mode	.	Range	0.57435
		Interquartile Range	0.10829

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 0	Pr > t 1.0000
Sign	M -2	Pr >= M 0.8853
Signed Rank	S -541	Pr >= S 0.8352

Tests for Normality

Test	--Statistic---		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.994464	Pr < W	0.1208
Kolmogorov-Smirnov	D	0.036219	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.091676	Pr > W-Sq	0.1470
Anderson-Darling	A-Sq	0.647774	Pr > A-Sq	0.0926

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.31335805
99%	0.22454018
95%	0.14971221
90%	0.11038788
75% Q3	0.05260604
50% Median	-0.00148915
25% Q1	-0.05568131
10%	-0.10755927

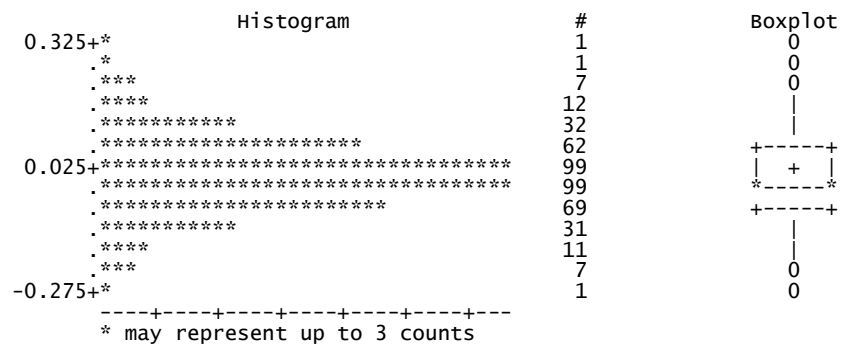
The UNIVARIATE Procedure
Variable: r

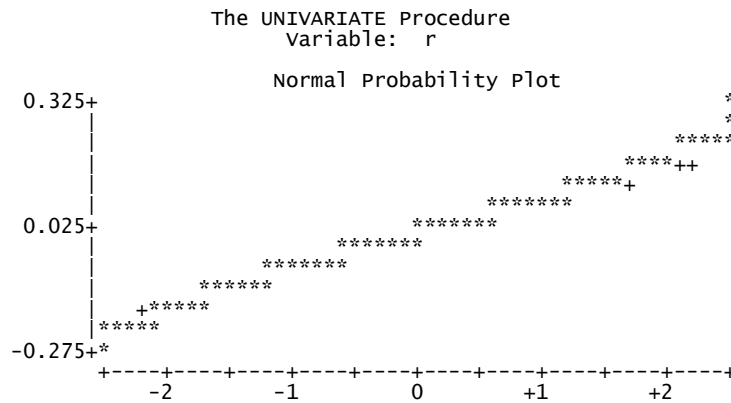
Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
5%	-0.14473581
1%	-0.21455087
0% Min	-0.26099323

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
value	Obs	value	Obs
-0.260993	223	0.224540	84
-0.226807	245	0.233871	235
-0.218566	346	0.240540	381
-0.215909	257	0.254314	102
-0.214551	78	0.313358	281





The GLM Procedure

Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Standard Errors and Probabilities Calculated Using the Type III MS for Cimento*Pino*cp as
an Error Term

Cimento	Localiza	logresis LSMEAN	LSMEAN Number
1	1	0.97659841	1
1	2	0.77865425	2
1	3	0.73042797	3
2	1	1.09325146	4
2	2	1.13871152	5
2	3	1.12333010	6
3	1	1.11530245	7
3	2	1.13435494	8
3	3	1.10804868	9
4	1	0.93382805	10
4	2	0.92461963	11
4	3	0.90050155	12
5	1	0.69071966	13
5	2	0.54956994	14
5	3	0.51793152	15
6	1	0.58575162	16
6	2	0.47500031	17
6	3	0.41408652	18

Least Squares Means for effect Cimento*Localiza
Pr > |t| for H0: LSmean(i)=LSmean(j)

Dependent variable: logresis

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		<.0001	<.0001	0.1779	0.0043	0.0182	0.0360	0.0066	0.0638
2	<.0001		0.9983	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	0.9983		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.1779	<.0001	<.0001		0.9992	1.0000	1.0000	0.9998	1.0000
5	0.0043	<.0001	<.0001	0.9992		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
6	0.0182	<.0001	<.0001	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000	1.0000
7	0.0360	<.0001	<.0001	1.0000	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000
8	0.0066	<.0001	<.0001	0.9998	1.0000	1.0000	1.0000		1.0000
9	0.0638	<.0001	<.0001	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
10	0.9996	0.0084	<.0001	0.0056	<.0001	0.0002	0.0006	<.0001	0.0013
11	0.9959	0.0194	0.0001	0.0022	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	0.0005
12	0.8580	0.1271	0.0019	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	<.0001	0.6638	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	<.0001	<.0001	0.0006	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
16	<.0001	0.0002	0.0217	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Least Squares Means for effect Cimento*Localiza
Pr > |t| for H0: LSmean(i)=LSmean(j)

Dependent Variable: logresis									
i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.9996	0.9959	0.8580	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0084	0.0194	0.1271	0.6638	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001
3	<.0001	0.0001	0.0019	0.9999	0.0006	<.0001	0.0217	<.0001	<.0001
4	0.0056	0.0022	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.0006	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.0013	0.0005	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10		1.0000	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
11	1.0000		1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	1.0000	1.0000		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	<.0001	<.0001	<.0001		0.0293	0.0015	0.3413	<.0001	<.0001
14	<.0001	<.0001	<.0001	0.0293		1.0000	1.0000	0.8770	0.0466
15	<.0001	<.0001	<.0001	0.0015	1.0000		0.9415	0.9996	0.3605
16	<.0001	<.0001	<.0001	0.3413	1.0000	0.9415		0.2519	0.0016
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.8770	0.9996	0.2519		0.9779
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0466	0.3605	0.0016	0.9779	

The GLM Procedure
Least Squares Means

Cimento*Localiza Effect Sliced by Localiza for logresis

Localiza	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
1	5	5.598235	1.119647	65.24	<.0001
2	5	9.698806	1.939761	113.02	<.0001
3	5	10.628728	2.125746	123.86	<.0001

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Cimento	Localiza	logresis LSMEAN	LSMEAN Number
1	1	0.97659841	1
1	2	0.77865425	2
1	3	0.73042797	3
2	1	1.09325146	4
2	2	1.13871152	5
2	3	1.12333010	6
3	1	1.11530245	7
3	2	1.13435494	8
3	3	1.10804868	9
4	1	0.93382805	10
4	2	0.92461963	11
4	3	0.90050155	12
5	1	0.69071966	13
5	2	0.54956994	14
5	3	0.51793152	15
6	1	0.58575162	16
6	2	0.47500031	17
6	3	0.41408652	18

Least Squares Means for effect Cimento*Localiza
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent variable: logresis

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		<.0001	<.0001	0.0402	0.0002	0.0013	0.0035	0.0003	0.0083
2	<.0001		0.9910	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	0.9910		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0402	<.0001	<.0001		0.9953	1.0000	1.0000	0.9986	1.0000
5	0.0002	<.0001	<.0001	0.9953		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
6	0.0013	<.0001	<.0001	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000	1.0000
7	0.0035	<.0001	<.0001	1.0000	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000
8	0.0003	<.0001	<.0001	0.9986	1.0000	1.0000	1.0000		1.0000
9	0.0083	<.0001	<.0001	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
10	0.9977	0.0004	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
11	0.9804	0.0014	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.6504	0.0237	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	<.0001	0.3798	0.9991	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
16	<.0001	<.0001	0.0016	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Least Squares Means for effect Cimento*Localiza
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent variable: logresis

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.9977	0.9804	0.6504	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0004	0.0014	0.0237	0.3798	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	0.9991	<.0001	<.0001	0.0016	<.0001	<.0001
4	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10		1.0000	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
11	1.0000		1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.9999	1.0000		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	<.0001	<.0001	<.0001		0.0026	<.0001	0.1159	<.0001	<.0001
14	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026		1.0000	0.9997	0.6848	0.0051
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000		0.8202	0.9976	0.1271
16	<.0001	<.0001	<.0001	0.1159	0.9997	0.8202		0.0702	<.0001
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.6848	0.9976	0.0702		0.9180
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0051	0.1271	<.0001	0.9180	

The GLM Procedure
Least Squares Means
Cimento*Localiza Effect Sliced by Cimento for logresis

Cimento	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
1	2	0.816860	0.408430	32.30	<.0001
2	2	0.025663	0.012832	1.01	0.3639
3	2	0.008861	0.004431	0.35	0.7048
4	2	0.014217	0.007109	0.56	0.5707
5	2	0.406240	0.203120	16.06	<.0001
6	2	0.363562	0.181781	14.37	<.0001