



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Joanna Puchala

Orientador(a): Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

Ano de Conclusão do Curso: 2006



TCC 295

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA**

Joanna Puchala

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE FIXAÇÃO INDICADOS PARA A
CIMENTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE CARBONO ATRAVÉS DA
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO.**

Monografia apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba – UNICAMP, para
obtenção do diploma de
Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

**Piracicaba
2006**

Dedicatória

Aos meu pais, com todo e meu maior amor, respeito e orgulho, Rosa Maria e Jan, verdadeiros exemplos de vida que, com ilimitada dedicação, tudo fizeram em benefício da minha educação;

Às minhas irmãs, Barbara e Renata, companheiras insubstituíveis;

dedico este trabalho.

Agradecimentos Especiais

Ao orientador, Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, quem tenho o privilégio de conhecer, meu mais profundo reconhecimento e minha gratidão pela paciência, confiança, apoio, estímulo contínuo, broncas, lições, colos, cervejas, risadas e, principalmente, pelo valioso amigo que encontrei.

Aos meus padrinhos, José e Maria Nídia, pelo incentivo profissional e conselhos, como dentistas que são, e pelo amor e presença em todos os momentos de minha vida.

Aos meus mais preciosos amigos, a quem tenho como irmãos, Fred, Rachel, Maria, Nathalia, Samantha, Mariela, Thais, Paula, Mario, Olívia, Mannu e Helena pelo imenso amor, companheirismo, respeito e cuidado.

Agradecimentos

Aos professores da área de Dentística, através dos quais, em todos os momentos, pude sempre aprender e contar.

Ao departamento de Materiais Dentários pela disponibilização de material.

Ao Seu Pedro, funcionário da área de Dentística, pela disposição, paciência e companhia nas inúmeras vezes em que fomos ao matadouro tentar coletar os dentes de boi. E claro, não poderia me esquecer, por ter colocado sua vida em risco, quando não prestava atenção nas inúmeras lombadas rumo ao matadouro, mas que com certeza foram recompensadas com as cantorias ao som de Billy Paul. Momentos inesquecíveis que guardo em meu coração.

Aos amigos do curso de pós-graduação Maria, Lurdinha, Paulo (Batman), Murilo (Robin), André (Mineiro), Cecília e César, sempre prontos a me ajudar. Obrigada pela paciência, amizade, carinho, conversas, festas, cervejadas, infinitas risadas e, por serem acima de tudo, amigos tão especiais.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram-me a desenvolver este trabalho, deixo expressados meus agradecimentos.

Capítulos	página
Listas	07
I. Tabelas	07
II. Figuras	08
III. Siglas e Abreviaturas	09
Resumo	11
1. Introdução	13
2. Revisão de Literatura	17
3. Proposição	29
4. Materiais e Método	30
4.1. Materiais	30
4.2. Método	32
4.2.1. Delineamento Experimental	32
4.2.2. Seleção dos Dentes	32
4.2.3. Preparo dos Canais Radiculares	33
4.2.4. Grupos Experimentais	34
4.2.5. Cimentação	34
4.2.5.1 Fosfato de Zinco	34
4.2.5.2. Cimento Resinoso Auto-Adesivo Universal	35
4.2.5.3. Cimento Resinoso Adesivo	36
4.2.5.4. Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina	38
4.2.6. Ensaio de Resistência ao Cisalhamento por Extrusão à Compressão	40
5. Resultados	42
6. Discussão	44
7. Conclusões	48
Referências Bibliográficas	49
Teses Consultadas	54
Obras Consultadas	55

I – TABELAS

página

TABELA 4.1	Materiais selecionados para a confecção de corpos de prova utilizados no ensaio de cisalhamento por extrusão – Push Out.	31
TABELA 4.2	Resultado do sorteio que definiu a seqüência dos agentes de fixação, em cada grupo experimental, para a cimentação de pinos pré-fabricados em raízes bovinas.	34
TABELA 5.1	Resultado da análise de variância para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de cimentos indicados para a fixação de pinos de fibra de carbono.	42
TABELA 5.2	Resultado da decomposição da análise de variância para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de cimentos indicados para a fixação de pinos de fibra de carbono.	42
TABELA 5.3	Resultado do teste de Variação Múltipla de Tukey para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de cimentos indicados para a fixação de pinos de fibra de carbono (médias originais).	43

FIGURA 4.1	Materiais selecionados para a confecção de corpos de prova utilizados no ensaio de cisalhamento por extrusão – Push Out.	30
FIGURA 4.2	Broca largo nº 5 sendo introduzida no canal radicular para seleção das raízes bovinas.	33
FIGURA 4.3	Plastificação.	33
FIGURA 4.4	Condensação.	33
FIGURA 4.5	Divisão do pó de Fosfato de Zinco.	35
FIGURA 4.6	Consistência adequada do cimento de Fosfato de Zinco indicada pelo fio de 2 cm.	35
FIGURA 4.7	Cápsula no ativador.	36
FIGURA 4.8	Cápsula no Misturador.	36
FIGURA 4.9	Aplicador.	36
FIGURA 4.10	Após 4 gatilhos do aplicador, o material é expelido.	36
FIGURA 4.11	Condicionamento ácido.	37
FIGURA 4.12	Aplicação do Ativador com ponta de papel absorvente.	37
FIGURA 4.13	Cimento sendo depositado no canal com Lentulo.	37
FIGURA 4.14	Posicionamento do pino.	38
FIGURA 4.15	Fotoativação por 40 segundos em cada face.	38
FIGURA 4.16	Rely X Lutting 2, sendo dispensado sobre a placa de vidro.	39
FIGURA 4.17	Cimento sendo depositado no canal com Lentulo.	39
FIGURA 4.18	Posicionamento do pino.	39
FIGURA 4.19 A	Cortes a partir de 1, 5 e 9 mm.	41
FIGURA 4.19 B	Disco obtido a partir do corte em recortadora metalográfica.	40
FIGURA 4.20	Teste de cisalhamento por extrusão – Push Out.	41

III - SIGLAS E ABREVIATURAS

A	área
Apud	em
ARCA	RelyX™ ARC terço apical
ARCC	RelyX™ ARC terço cervical
ARCM	RelyX™ ARC terço médio
Bis-GMA	bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato
°C	Graus Celsius
CIVMR	cimento de ionômero de vidro modificado por resina
cm	centímetro
EMIC	Máquina de Ensaio Universal
et al.	e outros (abreviatura de <i>et alii</i>)
Fig.	figura
FZA	Fosfato de Zinco terço apical
FZC	Fosfato de Zinco terço cervical
FZM	Fosfato de Zinco terço médio
h	altura
HEMA	2-hidroxietilmetacrilato
Kg	quilograma
kgf	quilograma-força
mm	milímetro
mm/min	milímetro por minuto
MPa	Mega Pascal
mW/cm²	miliwatts por centímetro quadrado
n°	número
P	profundidade
R	raio
RXLA	RelyX™ Luting 2 terço apical
RXLC	RelyX™ Luting 2 terço cervical
RXLM	RelyX™ Luting 2 terço médio
RXUA	RelyX™ Unicem terço apical
RXUC	RelyX™ Unicem terço cervical

RXUM	RelyX™ Unicem terço médio
S	sistema de fixação
SBMU	Scotchbond Multi Uso Plus
TEGDMA	trietilenoglicol dimetacrilato
π	constante igual a 3,14
μm	micrômetro

O objetivo deste trabalho foi avaliar quatro sistemas de fixação para a cimentação de pinos de fibra de carbono, em diferentes profundidades, através da resistência ao cisalhamento por extrusão. A coroa foi separada da raiz através de um disco diamantado dupla face no comprimento de 17 mm a partir do ápice. Em seguida, todos os canais radiculares foram obturados através da técnica termoplástica e o material obturador plastificado foi condensado até 5 mm aquém do ápice. As amostras foram distribuídas, aleatoriamente, em oito grupos experimentais (n=4), em seguida, os pinos de fibra de carbono foram fixados, aplicando-se o cimento de zinco, como controle, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina RelyX™ Luting 2, o sistema adesivo Scotchbond Multi Uso Plus e o cimento resinoso RelyX™ ARC, e o cimento resinoso auto-adesivo universal RelyX™ Unicem. As raízes foram armazenadas em estufa a 37°C, por 48 horas. Feito isso, cada dente foi seccionado perpendicularmente ao longo eixo do pino pré-fabricado com disco diamantado de alta concentração adaptado em recortadora metalográfica de modo a se obter uma fatia de cada profundidade, com espessura de aproximadamente 1 mm, retiradas a partir de 1 mm, 5 mm e 9 mm do limite cervical de cada raiz. As amostras foram, novamente, armazenadas em estufa a 37°C, por 48 horas e submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento por extrusão. Os resultados foram submetidos à análise de variância que encontrou F igual a 5,09 significativo em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,0001$). Porém a análise exploratória dos dados – teste de Levene - apontou problemas de heterogeneidade da variância e escala, por isso foi necessário fazer transformação dos dados em logaritmo na base 10, sendo aplicado novo teste de análise de variância. O resultado da decomposição da análise de variância mostrou que houve efeito significativo para o fator Grupos Experimentais e para a interação Grupos x Parcela, demonstrando que os fatores cimentos e profundidade do canal radicular são dependentes. Para evidenciar esse resultado foi aplicado o teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMeans), que apresentou os seguintes resultados: RXUC - 9,914a; RXUM - 9,037ab;

ARCC - 8,671abc; RXUA - 8,631abc; ARCM - 8,274abc; FZM - 6,544abc; FZC - 5,611abc; ARCA - 5,314abc; RXLA - 5,271abc; FZA - 4,746bcd; RXLM - 4.615cd; RXLC - 2.705d. Conclusão: a maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi obtida pelo cimento RelyX™ Unicem no terço cervical, enquanto a menor média foi obtida pelo cimento RelyX™ Luting 2 cervical. Quando se observa o comportamento do mesmo cimento nos diferentes terços radiculares estudados verifica-se que o cimento RelyX™ Luting 2 foi o único a apresentar diferença estatística significativa entre os terços, sendo que a média do terço cervical foi menor do que a média do terço apical.

O sucesso clínico de restaurações indiretas depende de fatores, como as características do preparo, a distribuição das forças mecânicas, a escolha do material restaurador, as condições de higiene bucal e a seleção do agente de fixação adequado (Jivraj *et al.*, 2006). A escolha do cimento, por sua vez, depende da situação clínica e do tipo de material restaurador, levando em consideração suas propriedades físicas, biológicas e de manipulação, visto que a incorreta espatulação do material resulta em alterações nas suas propriedades físicas (Jivraj *et al.*, 2006).

Os cimentos possuem papel importante em restaurações indiretas, já que proporcionam fixação e adaptação marginal (Burke, 2005). As propriedades dos cimentos disponíveis no mercado, como os de ionômero de vidro modificado por resina e os resinosos, são discutíveis (Burke, 2005). Cimentos de ionômero de vidro têm vantagens como adesão físico-química à estrutura dentária e liberação de íons flúor (Swift *et al.*, 2005). Originalmente foram indicados apenas para restaurações Classes III e V, devido ao seu potencial adesivo e anticariogênico, entretanto, sua indicação clínica foi ampliada, passando a incluir procedimentos como a fixação de brackets ortodônticos, selantes de fôssulas e fissuras, bases e restaurações (Philips, 2003). A composição química desse material também foi aperfeiçoada com o tempo e a necessidade de se melhorar suas propriedades mecânicas levou a incorporação de monômeros resinosos, resultando em agente de fixação dual, ativado tanto por luz, como quimicamente, denominado de cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) ou, simplesmente, ionômero resinoso (Philips, 2003).

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina e o cimento resinoso requerem muitos passos de aplicação e são de técnica difícil, sendo que a saliva e até a respiração podem prejudicar a adesão (Behr *et al.*, 2004). Para se conseguir uma adesão adequada é essencial o controle de contaminação e a forma mais fácil de se prevenir essa contaminação é com isolamento do campo operatório com lençol de borracha (Behr *et al.*, 2004).

Por outro lado a cimentação de pinos pré fabricados e a seleção de adesivo apropriado representam um desafio para o clínico (Bouillaguet *et al.*, 2003). A função predominante de um pino intra-radicular é reter a restauração final (Cohen *et al.*, 1998). Assim, a capacidade de cimento fixar o pino irá influenciar no prognóstico da restauração (Cohen *et al.*, 1998), e a forma, o comprimento e o tipo de pino também influenciam na sua fixação (Cohen *et al.*, 1998).

Vários tipos de sistemas adesivos podem ser usados em associação com os cimentos resinosos (Kalkan *et al.*, 2006). Quanto à forma de ativação, os cimentos resinosos podem ser ativados quimicamente, fisicamente, ou pelos dois mecanismos – cimentos duais (Bouillaguet *et al.*, 2003).

Cimentos resinosos de ativação química ou dual têm importante papel na cimentação de restaurações indiretas e pinos intra-radiculares (Tay *et al.*, 2003). Avanços na simplificação de procedimentos representam um progresso contínuo no desenvolvimento e comercialização de materiais dentários (Tay *et al.*, 2003). Isso pode ser exemplificado pelo desenvolvimento de adesivos dentinários, uma vez que sistemas de união mais simples de utilizar e rápidos vêm sendo disponibilizados no mercado (Tay *et al.*, 2003). Tais sistemas têm em comum características como a presença de monômeros ácidos que são adicionados para aumentar o potencial hidrófilo e o condicionamento dental. Monômeros ácidos residuais não polimerizados, presentes na camada de adesivo não-polimerizada pela inibição do oxigênio, podem inibir a polimerização do agente cimentante, quando este apresenta ativação química (Tay *et al.*, 2003), podendo causar desunião na interface cimento-adesivo (Hagge MS, Lindemuth JS, 2001).

A diminuição da força de adesão de compósitos quimicamente ativados à dentina mostrou ser inversamente proporcional à acidez de sistemas de frasco único (Sanares *et al.*, 2001). Evidências sugerem que a capacidade adesiva de cimentos resinosos à dentina é influenciada pela compatibilidade dos tipos de polimerização entre sistemas adesivos e compósitos resinosos (Sanares *et al.*, 2001).

A ativação química de cimentos resinosos ocorre por um mecanismo de polimerização a partir de formação de radicais livres e é tradicionalmente ativado usando um sistema binário de presa por redução e oxidação que

consiste em peróxido e amina terciária (Sanares *et al.*, 2001; Tay *et al.*, 2003, Suh *et al.*, 2003). As interações adversas de sistemas adesivos de frasco único e compostos de presa química parecem ser causadas pela interação entre a amina terciária do compósito e o monômero ácido do adesivo, que inibem a formação de radicais livres, resultando na polimerização incompleta do compósito quimicamente ativado (Tay *et al.*, 2003, Suh *et al.*, 2003).

A ativação física (luz) ocorre pela formação de radicais livres a partir da ativação de canforoquinona (fotoiniciador) pela fonte de luz e reação com a amina terciária, formando radicais livres que irão iniciar a reação de polimerização. (Sanares *et al.*, 2001, Tay *et al.*, 2003, Suh *et al.*, 2003). Entretanto, as aminas terciárias usadas em compósitos fotoativados são geralmente menos nucleofílicas do que aquelas usadas em compósitos quimicamente ativados (Tay *et al.*, 2003, Suh *et al.*, 2003). Dessa forma, a incompatibilidade entre monômeros ácidos e compósitos fotoativados não ocorre na concentração que estes monômeros estão presentes nos sistemas adesivos (Suh *et al.*, 2003). No entanto, reações adversas entre adesivos auto-condicionantes e compósitos fotoativados também foram relatadas (Tay *et al.*, 2003, Suh *et al.*, 2003, Sanares *et al.*, 2001).

Um novo tipo de cimento resinoso RelyX™ Unicem (3M ESPE – Brasil) foi disponibilizado no mercado, tendo apenas uma etapa de aplicação (Burke, 2005). Esse cimento se adere à estrutura dental sem necessidade de condicionamento da superfície preparada (Behr *et al.*, 2004). A matriz orgânica consiste em uma matriz multifuncional de metacrilato e ácido fosfórico, que contribuem para a adesão à estrutura dental por meio de reação com a hidroxiapatita (Philips, 2003) e a sua adesão se dá pela desmineralização e infiltração em substrato dentinário por monômeros ácidos da sua composição, resultando em fixação micromecânica (Munck *et al.*, 2004; Philips, 2003).

Pinos intra-radulares fixados nos canais radulares com cimento resinoso requerem múltiplos passos, como condicionamento ácido, lavagem, aplicação de primer, adesivo e finalmente o agente cimentante (Bateman *et al.*, 2005). Isso consome tempo e é difícil assegurar que o preparo da superfície seja uniforme ao longo de toda sua extensão (Bateman *et al.*, 2005). Um estudo de Ferrari *et al.* sugeriu que sistemas adesivos de três passos são mais efetivos na formação de *tags* de resina quando comparados com sistemas

adesivos de frasco único. O novo cimento resinoso auto-adesivo universal RelyX™ Unicem (3M ESPE – Brasil) tem sido recomendado para cimentação de pinos intra-radiculares, já que propõe maior previsibilidade na fixação destes (Bateman *et al.*, 2005).

Assim é de grande importância o estudo do comportamento dos agentes usados na fixação de pinos pré-fabricados.

2. Revisão de Literatura

Gutmann, em 1992, ressaltou a importância do conhecimento da anatomia e biologia da dentina radicular durante os procedimentos endodônticos e restauradores. Segundo ele, a dentina de dentes despolpados sofre alterações estruturais, resultando em redução de resistência e flexibilidade. Além disso, a instrumentação endodôntica associada ao preparo intra-radicular desgasta e debilita o remanescente dental, deixando-o mais suscetível à fratura. Desta forma, sugeriu que procedimentos restauradores deveriam estar relacionados com a anatomia radicular e o suporte ósseo. Ressaltou a importância de conhecimento de anatomia e biologia da dentina e fez considerações sobre as propriedades de dentes tratados endodonticamente como perda de umidade; alterações de resistência causadas por mudanças na arquitetura e morfologia do dente; conceitos de comportamento biomecânico da estrutura dental sob tensões, natureza da dentina em dentes despolpados; e mudanças na malha de colágeno.

Para Rolf *et al.* no mesmo ano (1992), os pinos pré-fabricados passaram a ser bastante utilizados por apresentarem fácil instalação, tempo clínico reduzido, já que os dentes podem ser preparados em uma mesma sessão clínica, baixo custo e excelente retenção.

Ainda em 1992, Buck; Martins; Sartini Filho sugeriram a utilização de cimentos de ionômero de vidro para preencher o canal radicular, atuando como "dentina artificial", possibilitando a manutenção de raízes que estariam condenadas à exodontia. Após a remoção do tecido cariado, o material preencheria toda a região interna do canal e, posteriormente, seria realizado o preparo intra-radicular para a confecção de núcleo metálico fundido. Ressaltaram que, por se tratar de técnica conservadora, porém recente, seriam necessários experimentos laboratoriais e clínicos para sua utilização como rotina clínica.

O uso de resinas compostas junto a pinos pré-fabricados para a reconstrução de dentes tratados endodonticamente foi discutido por Linde, em 1993, afirmando que estudos clínicos e laboratoriais têm demonstrado que

esses materiais podem proporcionar os mesmos resultados, em termos de função e resistência, que os núcleos de ouro convencionais. Também indicou a resina composta para restaurar raízes debilitadas com finas paredes de dentina, tornando possível a colocação de pinos intra-radiculares.

No mesmo ano, Gordon Christensen discutiu sobre o advento de cimentos resinosos e considerou que por conta de suas inúmeras vantagens, em relação ao cimento de fosfato de zinco, tais como melhores propriedades físicas e menor capacidade de dano pulpar, um número cada vez maior de dentistas tem esse material como o de sua preferência.

Visando investigar a capacidade retentiva de pinos pré-fabricados cimentados com quatro agentes de fixação diferentes, Mendoza & Eakle, em 1994, realizaram um estudo in vitro, onde foram utilizados sessenta caninos superiores humanos extraídos, divididos em quatro grupos de quinze amostras, de acordo com cada cimento utilizado (Panavia, All Bond-2, Ketac-Cem, C&B Metabond). As coroas anatômicas foram removidas e a terapia endodôntica foi realizada com cimento sem eugenol em cada uma das raízes, sendo as mesmas submetidas ao preparo radicular para pino. As raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica e os pinos foram separados dos canais através de uma Máquina de Testes Instron. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre as médias de resistência dos cimentos Ketac Cem e Panavia e nem entre o último e o All Bond-2. O All Bond 2 foi o que apresentou menor retenção em relação aos demais testados. Os autores recomendaram o uso de cimentos resinosos em casos de coroa destruída, quando a microrretenção mecânica é extremamente necessária para assegurar maior longevidade das restaurações.

Darr & Jacobsen , em 1995, investigaram a eficiência do grau de polimerização dos cimentos resinosos duais em condições recomendadas pelo fabricante, e em condições que a fotoativação foi excluída sendo polimerizada somente pela reação química. A dureza foi utilizada para avaliar o grau de conversão após 40 segundos, 10, 20, 30 minutos e também após 4, 24 e 28 horas da polimerização. Nas amostras ativadas quimicamente os testes procederam na mesma sequência do anterior, a partir dos 30 minutos. Os resultados mostraram um aumento rápido da dureza imediatamente após a fotoativação, seguido de um aumento constante até 24 horas. As amostras

polimerizadas quimicamente exibiram aumento constante na dureza durante até 24 horas, sendo que nos 30 minutos iniciais apresentou-se menos dura. Os autores concluíram que a ativação dual foi mais efetiva que a química, e clinicamente as regiões mais profundas de um preparo cavitário podem apresentar áreas mais pobremente polimerizadas.

A rigidez e retenção dos pinos de fibra de carbono no canal radicular foram estudadas por Love & Purton em 1996, utilizando pinos de fibra de carbono com superfície serrilhada, Composiposts e pinos de aço inoxidável, Paraposts que foram cimentados com cimento resinoso Flexi-Flow em raízes humanas e submetidos a teste de tração. Os resultados revelaram que não houve diferença significativa na retenção entre os pinos testados e que a presença de superfície serrilhada diminui a rigidez dos pinos e aumenta a retenção do cimento resinoso.

Utter, Wong & Miller, em 1997, estudaram o efeito dos procedimentos de cimentação na retenção de pinos pré-fabricados. Os materiais utilizados para fixar os pinos foram o cimento de fosfato de zinco associado ou não à técnica de condicionamento ácido da superfície dentinária e o agente cimentante resinoso, sempre após o ataque ácido da dentina. Após a termociclagem, as amostras foram submetidas à força de tração. Observaram que os pinos cimentados com o material resinoso foram significativamente mais resistentes à tração do que os pinos fixados com o cimento de fosfato de zinco e que o condicionamento ácido, antes da utilização desse, não aumentou a sua capacidade de suportar as forças de tracionamento.

Davidson & Mjor, em 1999, descreveram em seu livro, as indicações, contra-indicações e cuidados técnicos da manipulação dos cimentos de ionômero de vidro. Além disso, abordaram as propriedades físicas, químicas e mecânicas do material, sua evolução histórica e as formas de apresentação comercial.

Kramer *et al.* (2000) descreveu o potencial adesivo de agentes cimentantes, levando em consideração as características do material e adesão ao substrato dental. Desta forma, concluiu que compósitos resinosos são o material de escolha para cimentações adesivas, por suas propriedades e comportamento serem superiores a outros materiais e que a adesão à dentina

deveria ser feita através de sistemas adesivos de frascos separados (primer e bond) o que resultaria numa interface uniforme e protegida.

Bouillaguet *et al.* (2001) testaram a seguinte hipótese: a força de adesão de cimentos adesivos à dentina seria diretamente proporcional ao fator de configuração (proporção entre superfície aderida e não aderida), processo de polimerização e tipo de agente cimentante e reduziria em direção ao ápice. Para isso 48 canais radiculares de raízes de caninos e pré-molares humanos, com 12 mm de comprimento foram instrumentados e as raízes divididas em dois grupos: raízes intactas e raízes cortadas longitudinalmente, a fim de expor todo o comprimento de metade do canal. Diferentes combinações de cimentos e adesivos foram usadas: Single Bond/Rely X ARC, ED Primer/Panavia F, C e V Metabond/Fujiplus. Para a cimentação dos pinos no primeiro grupo (raízes intactas), seguiram-se as recomendações do fabricante. Já no segundo grupo (raízes longitudinalmente seccionadas), o pino foi colocado sobre a superfície previamente condicionada, juntamente com o agente cimentante e deixado tomar presa. Após a cimentação as raízes foram cortadas perpendicularmente ao seu longo eixo em secções de 0,6mm (secções do primeiro grupo foram desgastadas até obter anatomia semelhante as do segundo) e submetidas ao teste de microtração. Todos os cimentos testados mostraram força de adesão significativamente menor para raízes intactas, Single Bond/Rely X ARC e ED Primer/Panavia F apresentaram força de adesão significativamente menor em relação ao C e V Metabond/Fuji Plus e considerável perda de força de adesão pôde ser observada em direção ao ápice nos sistemas Single Bond/Rely X ARC e Fuji Plus, o que leva a crer que o stress da contração de polimerização e problemas relacionados ao acesso ao canal contribuem para a baixa força de adesão de cimentos adesivos à dentina intracanal.

Sanares *et al.* (2001) examinaram a interação entre quatro adesivos de frasco único com diferentes graus de acidez e compósitos ativados quimicamente e por luz, por meio de teste de microtração. Pôde-se perceber uma correlação entre a acidez dos adesivos e a força de adesão dos compósitos quimicamente ativados. Falhas ocorreram predominantemente ao longo da interface compósito-adesivo, com micro porosidades na superfície do adesivo e bolhas por entre o compósito. Diante disso, sugeriram a interação

entre monômeros ácidos não polimerizados da camada inibitória de oxigênio do adesivo e os agentes iniciadores do compósito quimicamente ativado.

Tay *et al.* (2003) estudaram a hipótese de que a cobertura com adesivo de frasco único com compósitos duais/fotopolimerizáveis é comprometida pela permeabilidade do adesivo, mesmo quando co-iniciadores são utilizados em conjunto. Para tanto, duas versões de co-iniciadores foram utilizados (A e B), sendo realizado o teste de microtração tanto na dentina hidratada (H) como na desidratada (D). Em ambos os substratos foram aplicados o compósito dual testado em seu modo de polimerização química (Q) e fotopolimerização (F). Para simular o menor grau de polimerização de compósitos de ativação química, sem a interferência de reações químicas adversas, foi realizada a ativação pela luz tardia (FT) em algumas amostras. Assim, foram testados 9 grupos: 1. F-H; 2. FT-H; 3. FT-D; 4. Q-H; 5. Q-D; 6. AQ-H; 7. AQ-D; 8. BQ-H; 9. QB-D. Para estudo em microscopia eletrônica de transmissão (TEM), um compósito fotopolimerizável e um compósito experimental de polimerização química da mesma composição foram utilizadas para os nove grupos. Os resultados mostraram que somente os grupos 3 e 9 não apresentaram diferenças estatísticas nos valores de força de união em relação ao grupo 1 (controle). A avaliação através de TEM revelou discreta presença de bolhas de água preenchidas com prata na interface adesivo/compósito nos grupos 2, 6 e 8 e no interior do compósito do grupo 4. Interações químicas adversas foram verificadas nos grupos 4 e 5, em razão da presença de uma linha de deposição de prata ao longo da interface adesivo/compósito. Em suas conclusões, os autores citaram que a adesão entre pino intra-radicular e a estrutura dental pode ser prejudicada em função da presença de monômeros ácidos residuais, pela incompleta polimerização do sistema adesivo.

Nesse mesmo ano Tay *et al.* investigaram se a incompatibilidade entre um adesivo de passo único, autocondicionante e um compósito de polimerização dual ou química é devido a interação química entre ambos e à permeabilidade do adesivo. Para isso, os procedimentos de adesão foram realizados na superfície oclusal da dentina coronária profunda de terceiros molares extraídos não cariados. Esses dentes foram divididos em sete grupos experimentais, conforme a metodologia executada: Grupo I (controle) – adesivo aplicado na dentina hidratada + compósito fotoativado imediatamente; Grupo II

– adesivo aplicado na dentina hidratada + compósito ativado após 20 minutos; Grupo III – adesivo aplicado na dentina desidratada + compósito fotoativado após 20 minutos; Grupo IV – adesivo aplicado na dentina hidratada + compósito polimerizado quimicamente; Grupo V – adesivo aplicado na dentina desidratada + compósito polimerizado quimicamente; Grupo VI – adesivo aplicado na dentina hidratada + co-iniciador químico + compósito polimerizado quimicamente; Grupo VII – adesivo aplicado na dentina desidratada + co-iniciador químico + compósito polimerizado quimicamente. Todas as amostras foram submetidas ao teste de microtração em Máquina de Ensaio Universal a uma velocidade de 1 mm por minuto. Além disso, foi realizado o estudo ultra-estrutural da interface resina/dentina, em quatorze terceiros molares adicionais, não submetidos ao teste de microtração, sendo avaliada a microinfiltração da solução de nitrato de prata amoníaca através da microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados mostraram que para o modo de polimerização através da luz, o Grupo II apresentou queda na resistência à tração; para o modo de polimerização química, os menores valores de força de adesão foram apresentados pelo Grupo IV. O uso de um co-iniciador aumentou a força de união nas amostras do Grupo VI. Duas formas anormais de deposição de prata foram observadas na interface resina/dentina. Uma camada contínua de prata foi observada nos Grupos IV e V; bolhas de água impregnadas de prata foram observadas nos Grupos IV e VI. Os autores concluíram que as interações químicas entre um adesivo de passo único, autocondicionante e um compósito de polimerização química foram as principais causadoras da redução das forças de resistência à tração, sendo a permeabilidade do adesivo bem menos importante neste sentido.

Ainda em 2003, Suh *et al.* avaliaram a cinética de polimerização de compósitos foto e quimicamente ativados contaminados com monômeros ácidos por meio de escaneamento por calorimetria diferencial. Versões foto e quimicamente ativadas de um compósito foram preparadas e a elas adicionadas quatro tipos de monômeros resinosos com grupos funcionais carboxílicos ou fosfóricos, a uma concentração de 10%, simulando a interação de compósitos resinosos e monômeros ácidos não polimerizados ao longo da interface adesivo-compósito, de adesivos de passos simples. Foi concluído que compósitos foto e quimicamente ativados apresentam comportamentos

diferentes diante da presença de monômeros ácidos. Enquanto a desativação da amina terciária é responsável pela incompatibilidade entre compósitos quimicamente ativados e adesivos de passos simples, o mesmo não contribui para a formação de bolhas de água na interface cimento-adesivo quando compósitos fotoativados são aplicados sobre dentina hidratada e fotoativados após determinado tempo, para simular a lenta polimerização de compósitos quimicamente ativados. Assim, a camada inibitória de oxigênio age como fonte de monômeros ácidos que desativam as aminas terciárias e como uma membrana permeável contribuindo para a menor taxa de polimerização e a formação de bolhas respectivamente.

Goracci *et al.* (2004) compararam os dois tipos de teste de microtração (com constrição-ampulheta e sem constrição-palito) com o teste de extrusão por cisalhamento (push-out) quanto à habilidade de determinar a força de adesão na cimentação de pinos intra-canaís. Três grupos, com 15 dentes cada, foram preparados e submetidos aos testes de microtração com constrição – grupo A; microtração sem constrição – grupo B e extrusão por cisalhamento – grupo C. O grande número de falhas prematuras e a ampla variação nos valores dos resultados no primeiro e segundo testes, o que os tornam de reprodutibilidade questionável, foi o que mais chamou a atenção. Durante o preparo, as amostras são submetidas a muito stress, o qual é muito difícil de ser controlado, levando à fratura nas interfaces dentina-cimento-pino. Já no teste de extrusão por cisalhamento, não houve falhas prematuras, a variação dos resultados foi aceitável e a força de adesão nos diferentes terços radiculares pôde ser avaliado. Assim, pôde-se concluir que, ao avaliar a força de adesão de pinos cimentados intra-canal, o teste de extrusão por cisalhamento (push-out) parece ser o mais apropriado em relação aos testes de microtração.

Burke (2004) ressaltou as vantagens e desvantagens da nova geração de adesivos: os auto-condicionantes. Ele toma como vantagens: a redução de etapas no condicionamento da superfície, menor sensibilidade pós-operatória, infiltração e desmineralização simultâneas e composição estável do adesivo; e como desvantagens: pode inibir a presa de compósitos química ou dualmente ativado e maior hidrofilia.

Behr *et al.* (2004) compararam a adaptação marginal de um novo cimento resinoso universal auto-adesivo, com apenas um passo de aplicação, com a adaptação marginal de cimentos resinosos e seus correspondentes sistemas adesivos. Coroas cerâmicas foram cimentadas em molares humanos preparados, usando o novo cimento resinoso auto-adesivo, com e sem condicionamento, o cimento resinoso, removendo-se a smear layer e um compômero com sistema adesivo dissolvente de smear layer. Tais amostras foram submetidas a uma simulação de stress mastigatório correspondente a 5 anos e a adaptação marginal foi avaliada por dye penetration e microscopia eletrônica por réplica. Os resultados encontrados no teste de imagem não mostraram interrupção significativa (88-98%) na interface cimento/dentina em nenhum dos materiais testados. Já no teste de dye penetration o sistema auto adesivo obteve níveis significativamente menores (18-25%). A partir disso, pode-se concluir que o novo cimento resinoso auto-adesivo mostrou adaptação marginal à dentina semelhante aos demais compósitos testados e que o pré-tratamento adicional não aumenta a adaptação marginal mesmo quando submetido a stress.

Abo-Hamar *et al.* (2005) avaliaram a capacidade adesiva de um novo cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem (RXU) à dentina e ao esmalte e compararam a quatro sistemas cimentantes, por meio de teste de força de adesão com e sem termociclagem. Para isso 200 terceiros molares humanos foram preparados de forma a obter uma superfície plana e lisa de dentina, com 4mm de largura e a uma distância de 1.5 a 2mm da polpa, e uma superfície plana e lisa de esmalte. Para cada tipo de substrato, as amostras (n=100) foram divididas em 10 grupos com 10 amostras cada (com e sem termociclagem para cada um dos 5 grupos de agente cimentante). Quatro cimentos resinosos (RelyX Unicem, Syntac/Variolink II, Ed-Primer II/Panavia F 2.0, Prime&Bond NT/Dyract Cem Plus e um de ionômero de vidro (Ketac Cem Maxicap) foram testados por teste universal, após ou não a termociclagem. Os resultados obtidos em esmalte mostraram que o novo cimento auto-adesivo RelyX™ Unicem apresentou força de adesão significativamente menor, em relação aos outros cimentos resinosos, mas maior em relação ao cimento de ionomero de vidro, com ou sem termociclagem. Já os resultados obtidos em dentina mostraram que o novo cimento auto-adesivo RelyX™ Unicem

apresentou força de adesão semelhante aos outros cimentos resinosos testados, mas estatisticamente superior ao cimento de ionômero de vidro. Ainda em dentina os resultados mostraram também que após a termociclagem a força de adesão do RelyX™ Unicem aumentou significativamente, obtendo força de adesão significativamente maior quando comparado ao cimento de ionômero de vidro. Isso leva a crer que o uso de RelyX™ Unicem pode ser considerado uma alternativa aos sistemas atualmente disponíveis, quando pouco ou nenhum esmalte estiver presente. Além disso, a termociclagem não afeta a força de adesão dos sistemas testados em dentina, apesar de afetar significativamente quando os mesmos são aplicados em esmalte.

Monticelli *et al.* (2005) avaliaram a influência de diferentes agentes cimentantes na força de adesão de pinos de fibra de vidro ao substrato dentinário intra-canal. Trinta pré-molares humanos, extraídos por razões ortodônticas ou peridodontais, tiveram sua coroa removida a 1mm da junção cimento-esmalte e seu canal instrumentado pela técnica de Step-Back e obturado pela técnica de condensação lateral com cimento de óxido de zinco e eugenol. Posteriormente os canais tiveram seus terços cervical e médio desobturados para a cimentação dos pinos de fibra de vidro (FRC Postec system, Vivadent) previamente silanizados com Monobond-S. Dois materiais cimentantes, um autopolimerizável (Multilink, Vivadent) e um fotopolimerizável (Clearfil Photo Core, Kurakay), foram usados em combinação com três sistemas adesivos (Multilink Primer, Vivadent; Clearfil Photo Bond; e Clearfil New Bond, Kurakay). Afim de se obter uma superfície que se ajustasse à máquina de microtração, foi acrescentado resina ao redor das raízes. As raízes foram cortadas transversalmente e submetidas ao teste de microtração. Os resultados mostraram influência significativa da interação de diferentes sistemas adesivos e cimentantes na força de adesão. Clearfil Photo Bond e Clearfil New Bond, Kurakay são adesivos de dois passos que contêm monômeros resinosos, com grupos ácidos funcionais que rapidamente penetram e difundem entre as fibras de colágeno da dentina intra-radicular desmineralizada, na ausência de smear-layer. O controle precário do condicionamento e a infiltração incompleta da resina podem afetar a eficácia. Já o Multilink Primer é um adesivo auto-condicionante de passo único, aplicado

diretamente sobre a smear layer, com pH baixíssimo, que faz penetrar na smear-layer e desmineralizar a dentina superficial intacta. Quando o Clearfil Photo Bond foi usado, a força de adesão não foi afetada pela escolha do cimento. Sendo um sistema adesivo de presa dual, os iniciadores que catalizam sua reação de presa podem ter interações favoráveis com ambos. No entanto, a força de adesão do Clearfil New Bond, Kurakay mostrou-se menor quando aplicado com cimento Multilink, Vivadent. Tal adesivo polimeriza por uma reação química lenta e tal aspecto pode ser considerado favorável para diminuição de stress na interface. Alguma incompatibilidade química ou impureza, comumente água, podem ter penetrado na interface entre o adesivo e o cimento, afetando a polimerização. Estudos recentes mostraram que a eficácia de adesão de sistemas adesivos de passos simples a matérias auto polimerizáveis é influenciada pela permeabilidade intrínseca desses adesivos à água, como consequência de sua crescente hidrofília. O uso de água para irrigação e para a lavagem após o condicionamento ácido, combinados com a presença de monômeros hidrofílicos do adesivo, resultaram, provavelmente, na retenção de água nos túbulos dentinários, que por sua vez, afeta a adesão à dentina. Compósitos de presa química polimerizam de forma mais lenta, quando comparados com aqueles fotopolimerizáveis, fornecendo tempo suficiente para a difusão de água no adesivo. Quando Clearfil New Bond foi usado em combinação com Clearfil Photo Core, Kurakay, obteve-se maior força de adesão. A fotoativação, que acelera o processo de cura, pode ter prevenido a difusão de água por entre a camada de adesivo, contribuindo favoravelmente para a adesão. Já na combinação de Multilink Primer, com Clearfil Photo Core, Kurakay, a força de adesão obtida foi baixa. Isso pode ser explicado pela alta concentração de monômeros ácidos presentes no adesivo, que aparentemente afeta a taxa de polimerização de compósito fotoativados, e pela presença de água que afeta a interação entre o cimento e o adesivo. A maior força de adesão foi obtida quando Multilink Primer foi usado em conjunto com Multilink, Vivadent. A técnica aplicada em dentina seca, a manutenção da smear-layer nos túbulos dentinários e a compatibilidade química dos produtos produzidos pelo mesmo fabricante podem ter contribuído para tal resultado. Por outro lado o uso de sistema adesivo de presa dual (Clearfil Photo Bond) com o compósito fotoativado (Clearfil Photo Core, Kurakay) mostrou baixa força de adesão na

interface cimento/dentina. Isso pode ser resultado do stress de contração produzido diante da rápida polimerização.

Nesse mesmo ano, Burke ressaltou o importante papel de agentes cimentantes em restaurações indiretas, adotando como sua principal função a fixação. Segundo ele o agente cimentante adequado deve: ser biocompatível, aderir à estrutura dental e à restauração, quimicamente e/ou mecanicamente, prevenir infiltração, ter boa adaptação marginal, ter resistência mecânica e módulo de elasticidade tais que absorvam o stress, ser cariostático, ser insolúvel aos fluídos orais, ser impermeável, ter ótimas propriedades físicas, ser de fácil aplicação, manuseio e remoção e ser radiopaco. As propriedades dos agentes cimentantes atualmente disponíveis são, no entanto, discutíveis, desde que cimentos resinosos apresentam sensibilidade à técnica. Mas o advento de um novo cimento resinoso auto-adesivo propõe ultrapassar essa sensibilidade. Em sua revisão Burke fez uma breve discussão a respeito de cimentos como o de fosfato de zinco, ionômero de vidro modificado por resina, resinoso e resinoso auto adesivo. O cimento de fosfato de zinco é o mais antigo dos materiais cimentantes, possui forças de tração e compressão adequadas, no entanto apresenta alta solubilidade em pH baixo e sua adesão ao substrato dental deixa a desejar. O primeiro cimento de ionômero de vidro foi desenvolvido em 1978. Esse cimento contém partículas de vidro que reagem com um polímero ácido hidrossolúvel, liberando alumínio, cálcio e flúor. A capacidade cariostática do flúor liberado é questionável. Além disso, este cimento proporciona de 20 a 30% a mais de fixação, quando comparado com o cimento de fosfato de zinco. No entanto, pode levar a inflamação pulpar em restaurações profundas, baixa resistência a fratura, contra-indicando à cimentação de pinos intracanáis. Para transpor alguns desses inconvenientes, foi desenvolvido o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, acrescentando à fórmula original monômeros ácidos como 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) ou Bis-GMA. Esses materiais polimerizam por reação ácido-base, sendo assim considerados verdadeiros ionômeros de vidro. Entre outras de suas vantagens estão: maior biocompatibilidade, maior liberação de flúor, melhor adesão ao dente e melhores propriedades físicas, particularmente a força de tração. Apesar de cimentos de ionômero de vidro aderirem ao esmalte e à dentina, essa adesão não ocorre de forma ativa, o que só foi

possível com o advento de cimentos resinosos, por meio de adesivos dentinários. Cimentos resinosos apresentam baixa viscosidade devido à presença de silano e monômeros ácidos como Bis-GMA. Suas propriedades físicas incluem excelentes forças de compressão, tração e resistência à fratura, baixa solubilidade em fluídos orais, baixo potencial infiltrativo e alta biocompatibilidade. Podem ser ativados por luz, quimicamente ou dualmente.

Bateman *et al.* (2005) compararam a retenção de pinos de fibra de vidro cimentados em dentes humanos, de dois tipos de cimentos resinosos: o convencional (RelyX™ ARC) e o auto-adesivo (RelyX™ Unicem). Os resultados sugeriram que o novo cimento auto-adesivo, no mínimo, tão resistente quanto cimentos resinosos convencionais, no que se diz respeito à força de adesão. Isso, juntamente com seu fácil manuseio e aplicação, tornam o novo cimento uma alternativa atrativa e viável para a substituição dos materiais atualmente disponíveis.

Em um outro estudo, também realizado por Burke no mesmo ano (2005), a sensibilidade à técnica e o tempo que leva para se condicionar a superfície dental são fatores que contam de forma negativa no desempenho de cimentos resinosos. Seria necessário um material que ultrapassasse tais problemas, sendo mais prático e de fácil aplicação. O RelyX™ Unicem (3M, ESPE, Seefeld, Germany) é o novo material resinoso de ativação química ou dual, que consiste de metacrilatos resinosos modificados por ácido fosfórico que quando juntos apresentam um pH equivalente a 1, o qual condiciona a superfície dentinária, formando a camada híbrida. Finalizando, além de força de adesão ao esmalte e à dentina, estudos laboratoriais têm demonstrado resultados satisfatórios em relação a dureza superficial, força de compressão, módulos de elasticidade e flexibilidade deste novo cimento.

3. Proposição

O propósito deste estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento por extrusão – Push Out – de diferentes sistemas de fixação indicados para a cimentação de pinos pré-fabricados de fibra de carbono.

4.1. Materiais

Para a realização deste trabalho foram selecionados os materiais apresentados na **Figura 4.1** e **Tabela 4.1**.

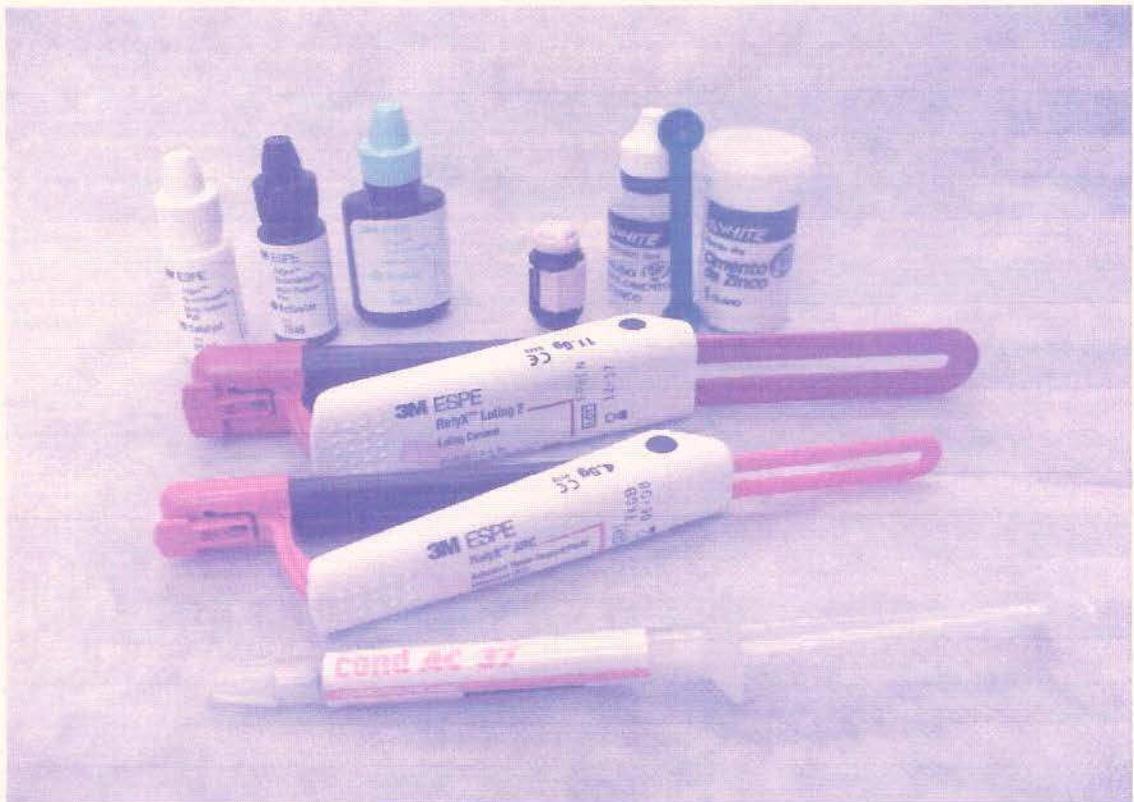


Fig 4.1. Materiais selecionados para a confecção de corpos de prova utilizados no ensaio de cisalhamento por extrusão – Push Out.

Tabela 4.1. Materiais selecionados para a confecção de corpos de prova utilizados no ensaio de cisalhamento por extrusão – Push Out.

Nome Comercial	Composição	Fabricante
RelyX™ UNICEM Aplicap	A matriz orgânica contém metacrilatos bifuncionais. A proporção de partículas inorgânicas é de cerca de 72% em peso, o tamanho da partícula (D 90%) é de cerca de 9,5 µm. A quantidade mínima extraível de uma cápsula é de 0,1ml/0,35 ml.	3M ESPE
RelyX™ ARC	Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (Bis-GMA), trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), zircônia/sílica, pigmentos, amina, peróxido de benzoíla (as partículas inorgânicas correspondem a 67,5% em peso com tamanho médio de 1,5 µm).	3M ESPE
RelyX™ Luting 2	PASTA A: Filler tratado com óxido de vidro e silano, 2-hidroxiethylmetacrilato, água e silano tratado com sílica. PASTA B: Copolímero de ácido acrílico e itacônico, silano tratado com cerâmica, 2-hidroxiethylmetacrilato, água, bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato, persulfato de potássio e difosfato de potássio.	3M ESPE
Cimento de Zinco	Pó: Óxido de Zinco, Óxido de Magnésio e corantes CI 77288, CI 77268 e CI 77491. Líquido: Ácido Fosfórico, Hidróxido de Alumínio, Óxido de Zinco e Água destilada.	SS White
Reforpost	Fibra de Carbono – 62% Resina Epóxi – 38%	Ângelus
Scotchbond Multi-Use Plus	Ativador: solução etílica de sal de ácido sulfínico e um componente fotoiniciador. Primer: solução aquosa de 2-hidroxiethylmetacrilato (HEMA) e um copolímero de ácido polialcenólico. Catalisador: solução de Bis Glicidilmetacrilato (Bis-GMA e 2-hidroxiethylmetacrilato (HEMA).	3M Scotchbond MR
Cond AC 37	Ácido fosfórico, espessante, corante e água deionizada.	FGM

4.2. Método

4.2.1 Delineamento Experimental

A variável experimental foi a resistência ao cisalhamento por extrusão de pinos pré-fabricados fixados em raízes bovinas tratadas endodonticamente em dois níveis experimentais: SISTEMA DE FIXAÇÃO (S) – RelyX™ UNICEM, RelyX™ ARC, RelyX™ Luting 2 e Fosfato de Zinco; e PROFUNDIDADE (P) – superficial, média e profunda.

A variável da resposta foi a resistência ao cisalhamento por extrusão em MPa, medida em 96 unidades experimentais em forma de discos com aproximadamente 1mm de espessura, retirados de 32 raízes bovinas, onde foram fixados os sistemas de retenção intra-radicular.

A associação dos níveis em estudo constituiu 12 condições experimentais em um delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas.

4.2.2 Seleção dos dentes

Dos incisivos bovinos recém extraídos o tecido mole e restos de ligamento periodontal foram removidos com uma escova de aço em forma de disco e os dentes limpos foram armazenados em água destilada a 8°C.

Cada dente foi seccionado perpendicularmente ao seu longo eixo, com disco diamantado dupla face (0,20X22mm - Double Edge, n° 3 – Besqual, EUA), em baixa rotação com irrigação à água, de modo a obter um comprimento padronizado radicular de 17 mm.

Realizado o corte, para que todas as raízes tivessem o mesmo padrão de desgaste interno durante o preparo intra-radicular, foram selecionadas 32 raízes bovinas nas quais a broca Largo n° 5 (Maillefer, Dentsply - Brasil) não penetrasse no interior do canal radicular (**Fig. 4.2**). Assim, o padrão de desgaste em todas as raízes correspondeu ao diâmetro dessa broca.

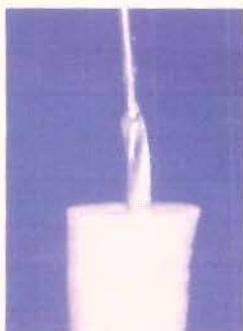


Fig. 4.2. Broca largo nº 5 sendo introduzida no canal radicular para seleção das raízes bovinas.

4.2.3 Preparo dos canais radiculares

Todas as raízes tiveram seus condutos radiculares instrumentados com brocas Gates Glidden (Maillefer, Dentsply – Brasil), números 3 e 4, no comprimento de 7 mm. Durante e após a instrumentação, os canais foram irrigados com água destilada e secos com cones de papel absorvente (Endpoints – Brasil).

Um cone principal de gutta percha (ConeTech - Brasil) que travasse na região apical do canal foi selecionado. A técnica de obturação de escolha foi a Termoplástica, assim, o cone compatível ao tamanho do canal foi inserido e em seguida plastificado com condensador rotatório, nº 40 (Mac Spaden,, Maillefer, Dentsply – Brasil), em baixa rotação (**Fig. 4.3**).



Fig. 4.3. Plastificação.



Fig. 4.4. Condensação.

Após a plastificação, o remanescente do cone foi pressionado com um condensador manual nº 2 (Ward Duflex, SS White - Brasil) até atingir 5 mm aquém do ápice (**Fig. 4.4**). Feito isso, o canal foi preparado com a broca Largo nº 5 (Maillefer, Dentsply - Brasil), até o comprimento de 12 mm e então, o pino pré-fabricado de fibra de carbono, nº 3 (Reforpost, Ângelus - Brasil) foi

introduzido no canal radicular para verificar sua adaptação no comprimento de 12 mm. A seguir, o canal foi lavado com água da seringa triplice e seco para que fosse realizada a cimentação do pino de acordo com os diferentes grupos experimentais. As 32 raízes foram divididas, aleatoriamente, em 8 grupos experimentais, com 4 raízes cada.

4.2.4 Grupos experimentais

Para que não houvesse indução de resultados a cimentação dos pinos de fibra de carbono foi aleatorizada em blocos experimentais. Cada bloco foi composto por 4 raízes cimentadas de acordo com o sorteio prévio (**Tabela 4.2**).

Tabela 4.2. Resultado do sorteio que definiu a seqüência dos agentes de fixação, em cada grupo experimental, para a cimentação de pinos pré-fabricados em raízes bovinas.

Ordem	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Bloco 6	Bloco 7	Bloco 8
1°	RXARC	FZ	RXL-2	RXU	RXL-2	RXL-2	RXARC	RXU
2°	RXL-2	RXARC	RXU	RXARC	RXU	FZ	FZ	RXARC
3°	FZ	RXU	FZ	RXL-2	RXARC	RXU	RXL-2	FZ
4°	RXU	RXL-2	RXARC	FZ	FZ	RXARC	RXU	RXL-2

Após o sorteio, os pinos foram fixados no canal radicular de acordo com a técnica requerida pelos sistemas de fixação selecionados para este estudo, como descrito a seguir.

4.2.5 Cimentação

4.2.5.1 Fosfato de Zinco

O canal foram irrigado com água destilada e seco com pontas de papel absorvente (Endpoints – Brasil). A quantidade adequada de pó a ser usada foi determinada pelo medidor duplo de pó SS White, fornecido pelo fabricante e

dispensado sobre placa de vidro, onde o pó foi dividido em quatro partes iguais, em seguida uma das partes foi dividida em duas partes iguais, formando dois oitavos (**Fig. 4.5**). Quatro gotas do líquido foram dispensadas na placa e as partes do pó acrescentadas uma por vez. A manipulação foi realizada usando toda a superfície da placa, para a máxima incorporação de pó ao líquido, à temperatura ambiente de 24°C. Para isso foi usado espátula de aço inoxidável Duflex nº24F. Quando se obtinha uma mistura cremosa, que se desprendia da espátula, formando um fio de 2 cm de altura (**Fig. 4.6**), o cimento foi levado ao canal com auxílio de Lentulo (Maillefer, Dentsply - Brasil), em baixa rotação, em sentido horário, por 5 segundos. A seguir o pino de fibra de carbono (Reforpost, Ângelus – Brasil) foi posicionado e mantido sob pressão digital durante 4 minutos. Por último, os excessos foram removidos com escavadores de dentina.

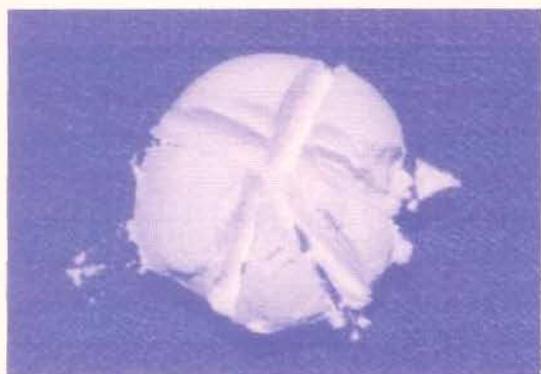


Fig. 4.5. Divisão do pó de Fosfato de Zinco.



Fig. 4.6. Consistência adequada do cimento de Fosfato de Zinco indicada pelo fio de 2 cm.

4.2.5.2 Cimento resinoso auto-adesivo universal RelyX™ Unicem

Para as 8 raízes cimentadas com o RelyX™ Unicem Aplicap (3M ESPE – Brasil), os canais foram irrigados com água destilada e secos com pontas de papel absorvente (Endpoints – Brasil). Esse cimento é fornecido em cápsulas e a mesma foi introduzida no ativador (3M ESPE – Brasil), aparelho fornecido pelo fabricante (**Fig. 4.7**) e pressionada por 2 segundos, em seguida, foi posicionada no misturador (Amalga Mix II, GNATUS – Brasil) (**Fig. 4.8**), onde triturou por 15 segundos.

A cápsula foi posicionada na seringa aplicadora (3M ESPE – Brasil) (**Fig. 4.9**), também fornecida pelo fabricante e a mesma acionada até o material ser

dispensado sobre o bloco impermeável fornecido pelo fabricante (Fig. 4.10). Com auxílio de Lentulo (Maillefer, Dentsply - Brasil), em baixa rotação, por 5 segundos e em sentido horário, o material foi depositado no canal - embora o fabricante não recomende esse procedimento, o mesmo foi realizado para se padronizar a confecção das amostras - e o pino de fibra de carbono (Reforpost, Ângelus - Brasil) posicionado. O conjunto foi fotopolimerizado por 2 segundos, com fonte de luz halógena (560 mW/cm²), os excessos do agente cimentante foram removidos com escavador de dentina e o conjunto foi novamente fotoativado por 20 segundos em cada face, com fonte de luz halógena (560 mW/cm²).



Fig.4.7. Cápsula no ativador.



Fig. 4.8. Cápsula no Misturador.



Fig.4.9. Aplicador.

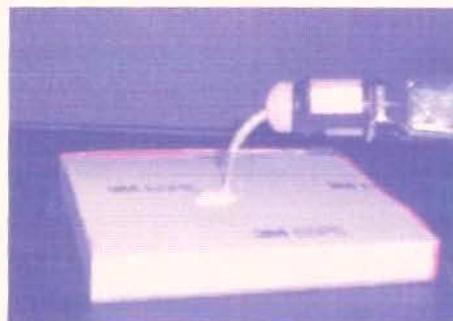


Fig. 4.10. Após 4 gatilhos do aplicador, o material é expelido.

4.2.5.3 Cimento resinoso adesivo RelyX™ ARC

Nas 8 raízes cimentadas com o RelyX™ ARC (3M ESPE - Brasil) os canais foram irrigados com água destilada e secos com pontas de papel absorvente (Endpoints - Brasil). O canal foi condicionado (cond AC 37, FGM

– Brasil) por 15 segundos com ácido fosfórico à 37% (**Fig. 4.11**), em seguida foi lavado com água destilada, por 15 segundos, e seco com pontas de papel absorvente (Endpoints – Brasil), com o cuidado de não desidratar a dentina. O Ativador Multi-Uso Plus (3M ScotchbondMR – Brasil) foi aplicado com pontas de papel absorvente (**Fig. 4.12**)(Endpoints – Brasil) e seco, por 5 segundos, com pontas de papel absorvente (Endpoints – Brasil). Da mesma forma, o Primer (3M ScotchbondMR – Brasil) foi aplicado e o excesso removido.



Fig. 4.11.
Condicionamento ácido.

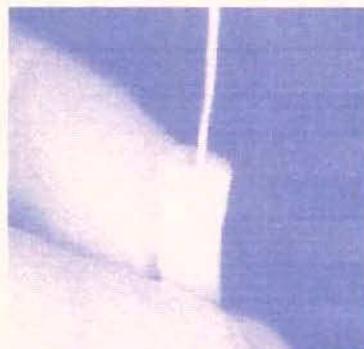


Fig. 4.12. Aplicação do Ativador com ponta de papel absorvente.

Em seguida, o Catalisador Multi-Uso Plus (3M ScotchbondMR – Brasil) foi aplicado e o excesso removido da mesma forma. A quantidade adequada das duas pastas foi automaticamente proporcionada pelo clicker e dispensada sobre uma placa de vidro, onde foi manipulada por 10 segundos e levada ao canal com Lentulo (Maillefer, Dentsply - Brasil), em baixa rotação, por 5 segundos e em sentido horário (**Fig. 4.13**).



Fig. 4.13. Cimento sendo depositado no canal com Lentulo.

O pino de fibra de carbono (Reforpost, Ângelus – Brasil) foi posicionado (**Fig. 4.14**), os excessos removidos com um escavador de dentina e o conjunto fotopolimerizado, com fonte de luz halógena (560 mW/cm²), por 40 segundos,

nas faces vestibular e lingual, conforme as recomendações do fabricante do cimento (**Fig. 4.15**). O fabricante do sistema adesivo ScotchBond Multi-Use Plus recomenda a aplicação de Catalisador Multi-Use Plus (3M ScotchbondMR – Brasil) na superfície do pino pré-fabricado, o que não foi realizado, por motivo de padronização das amostras, visto que nos demais sistemas de fixação usados nesse estudo, nenhum dos pinos recebeu esse tratamento.



Fig. 4.14.
Posicionamento do pino.

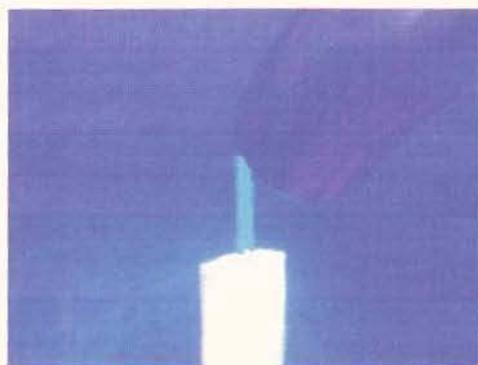


Fig 4.15. Fotoativação por 40 segundos em cada face.

4.2.5.4 Cimento de ionômero de vidro modificado por resina RelyX™ Luting 2

Nas 8 raízes cimentadas com o RelyX™ Luting 2 (3M ESPE – Brasil) os canais foram irrigados com água destilada e secos com pontas de papel absorvente (Endpoints – Brasil). A quantidade adequada das duas pastas foi

automaticamente proporcionada pelo clicker e dispensada sobre uma placa de vidro (**Fig. 4.16**), onde foi manipulada por 20 segundos e então levada ao canal com Lentulo (Maillefer, Dentsply - Brasil), em baixa rotação, por 5 segundos e em sentido horário (**Fig. 4.17**). O pino de fibra de carbono (Reforpost, Ângelus – Brasil) foi posicionado, mantido sob pressão por 20 segundos e os excessos removidos com um escavador de dentina (**Fig. 4.18**).



Fig 4.16. Rely X Lutting 2, sendo dispensado sobre a placa de vidro.



Fig. 4.17. Cimento sendo depositado no canal com Lentulo.



Fig 4.18. Posicionamento do pino.

Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as recomendações do fabricante, com exceção do uso de Lentulo (Maillefer, Dentsply – Brasil), a qual foi usada para padronização da confecção das amostras.

Após o preparo, todas as raízes foram armazenadas em estufa, à 37°C.

4.2.6 Ensaio de Resistência ao Cisalhamento por Extrusão à Compressão – Push Out

O ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão – Push Out – foi realizado em três níveis: superficial, médio e profundo. Para isso as raízes foram fixadas em uma placa acrílica com cera pegajosa. Feito isso, cada dente foi seccionado perpendicularmente ao longo eixo do pino pré-fabricado com disco diamantado de alta concentração (Exttec), adaptado em recortadora metalográfica de precisão, de modo a se obter um disco (Fig. 4.19A) de cada profundidade, com espessura de aproximadamente 1mm. Os cortes iniciaram à 1 mm, 5mm e 9mm do limite cervical de cada raiz (Fig. 4.19B).

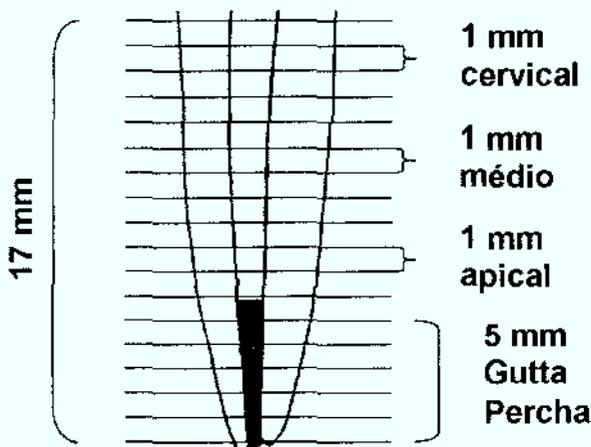


Fig. 4.19A

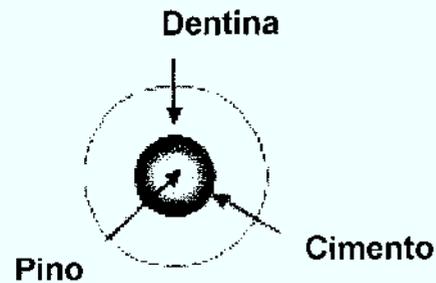


Fig. 4.19B

Fig. 4.19 A e B. Esquema de preparo para o teste de cisalhamento por extrusão – Push Out: cortes a partir de 1, 5 e 9 mm; Disco obtido a partir do corte em recortadora metalográfica, respectivamente.

Após os cortes as fatias receberam marcas realizadas com canetas de retro-projetor – Pilot S.A. – nas cores vermelha, verde e azul, para que fossem identificadas as profundidades superficial, média e profunda respectivamente. Essas marcas serviram também para orientar o carregamento de resistência ao cisalhamento por extrusão que foi aplicado sempre no sentido de apical para cervical. Após os cortes e a identificação, as amostras foram armazenadas em

água destilada a 37°C em recipientes que não permitiam a passagem de luz, por 12 horas.

Para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão – Push Out – as amostras foram posicionadas em um suporte metálico de aço inoxidável contendo uma perfuração central de 2mm de diâmetro (Fig. 4.20). A seguir, o carregamento foi aplicado sobre a superfície do pino por meio de uma ponta com 1 mm de diâmetro acoplada à Máquina Universal de Ensaio – EMIC, com célula de carga de 100Kg, à velocidade de 0,5 mm/min. Após o ensaio a espessura de cada fatia foi aferida com paquímetro digital (Digimes).

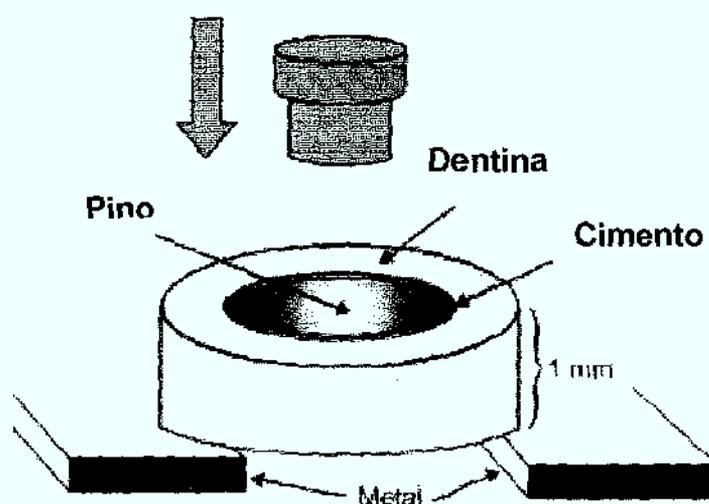


Fig. 4.20. Teste de cisalhamento por extrusão – Push Out.

Os dados obtidos em kgf foram transformados em MPa dividindo-se a Força (Newton) pela área (cm²) do canal radicular. Para isso, os valores em kgf foram multiplicados por 0,0980655, que corresponde ao fator de conversão de kgf para mega pascal e a área foi calculada através da fórmula:

$A = 2\pi r x h$ (Goracci et al., 2004), onde π é a constante 3,14, $r = 0,75$ mm que corresponde ao raio da broca largo nº 5 e h a espessura de cada fatia em milímetros.

5. Resultados

Nos dados obtidos no ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão – Push out - foi aplicado o teste de análise de variância que encontrou F igual a 5,09 significativo em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,0001$). Porém a análise exploratória dos dados – teste de Levene - apontou problemas de heterogeneidade da variância e escala, por isso foi necessário fazer transformação dos dados em logaritmo na base 10, sendo aplicado novo teste de análise de variância e os seus resultados são mostrados nas **Tabelas 5.1 e 5.2**.

Tabela 5.1. Resultado da análise de variância para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de cimentos indicados para a fixação de pinos de fibra de carbono:

CV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Modelo	11	2,42269328	0,22024484	6,71	<.0001
Resíduo	84	2,75669124	0,03281775		
Total	95	5,17938453			

Coeficiente de Variação = 23.78487

Tabela 5.2. Resultado da decomposição da análise de variância para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de cimentos indicados para a fixação de pinos de fibra de carbono:

CV	GL	Type III SS	QM	F	Pr > F
Grupos	3	1,81550368	0,60516789	18,44	<.0001
Parcela	2	0,07162195	0,03581098	1,09	0,3405
Grupos x Parcela	6	0,53556765	0,08926127	2,72	0,0183

O resultado da decomposição da análise de variância mostrou que houve efeito significativo para o fator Grupos Experimentais e para a interação Grupos x Parcela demonstrando que os fatores cimentos e profundidade do canal radicular são dependentes. Para evidenciar esse resultado foi aplicado o teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMeans) e o resultado dessa análise é mostrado na **Tabela 5.3**.

Tabela 5.3. Resultado do teste de Variação Múltipla de Tukey para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de cimentos indicados para a fixação de pinos de fibra de carbono (médias originais):

Grupo/Parcela	MPa	LSMEAN
RXUC	9,914	a
RXUM	9,037	ab
ARCC	8,671	abc
RXUA	8,631	abc
ARCM	8,274	abc
FZM	6,544	abc
FZC	5,611	abc
ARCA	5,314	abc
RXLA	5,271	abc
FZA	4,746	bcd
RXLM	4,615	cd
RXLC	2,705	d

.**Médias seguidas por letras iguais não apresentam diferença estatística significativa entre si. Onde: RXUC= cimento RelyX Unicem/terço cervical; RXUM= cimento RelyX Unicem/terço médio; RXUA= cimento RelyX Unicem/terço apical; ARCC= cimento RelyX ARC/terço cervical; ARCM= cimento RelyX ARC/terço médio; ARCA= cimento RelyX ARC/terço apical; RXLC= cimento RelyX Luting/terço cervical; RXLM= cimento RelyX Luting/terço médio, RXLA= cimento RelyX Luting/terço apical; RXLC= cimento RelyX Luting/terço cervical; RXLM= cimento RelyX Luting/terço médio; RXLA= cimento RelyX Luting/terço apical.

O resultado do teste de Variação Múltipla de Tukey mostrou que a maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi obtida pelo cimento RelyX™ Unicem no terço cervical, enquanto a menor média foi obtida pelo cimento RelyX™ Luting 2 cervical. Quando se observa o comportamento do mesmo cimento nos diferentes terços radiculares estudados verifica-se que o cimento RelyX™ Luting 2 foi o único a apresentar diferença estatística significativa entre os terços sendo que a média do terço cervical foi menor do que a média do terço apical.

6. Discussão

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram selecionadas raízes bovinas, uma vez que seu uso permite a obtenção de resultados mais confiáveis e mais próximos da realidade, em função da maior possibilidade de padronização das amostras porque os canais radiculares dos dentes bovinos apresentam poucas variações morfológicas, ao contrário dos dentes humanos (Bueno, 2005). A padronização também é favorecida pela possibilidade de captação desses dentes em grande quantidade, em função da facilidade de acesso aos mesmos (Schilke *et al.*, 1999). Além disso, de acordo com Nakamichi & Fusayama, 1983, os dentes bovinos podem ser usados como substitutos dos dentes humanos porque há similaridade morfológica e histológica.

A retenção de pinos pré-fabricados é baseada na união às paredes do canal radicular por meio de sistemas adesivos (Serafino *et al.*, 2004) e agentes de fixação resinosos (Nash, 1998). Devido a isso, ensaios mecânicos como o de resistência à tração (Bouillaguet *et al.*, 2003) e de cisalhamento por extrusão (Goracci *et al.*, 2004) têm sido utilizados para avaliar a resistência à união dos diferentes sistemas restauradores. Entre esses, o ensaio de cisalhamento por extrusão utilizado nesse estudo tem sido indicado por simular melhor as condições em que os pinos são submetidos clinicamente (Goracci *et al.*, 2004). Somado a isso, a obtenção dos discos de regiões de diferentes profundidades possibilitou mensurar a resistência adesiva dos sistemas de fixação resinosos nas diferentes profundidades do canal radicular (Sigemori *et al.*, 2005) Com isso, as limitações dos sistemas de retenção intra-radulares podem ser avaliadas para a busca de soluções que promovam melhor prognóstico clínico (Sigemori *et al.*, 2005)

O resultado da decomposição da análise de variância mostrou que houve efeito significativo para o fator GRUPOS EXPERIMENTAIS e para a interação GRUPOS X PARCELA, demonstrando que os fatores cimentos e profundidade do canal radicular foram dependentes neste estudo.

Os resultados revelaram que não houve diferença estatística entre as forças de adesão nos diferentes terços para o cimento resinoso RelyX™ ARC (3M ESPE, Brasil), o que leva a crer que houve grau de conversão relativamente uniforme do cimento resinoso em toda superfície cimentada.

Esse resultado pode ser explicado pelo mecanismo de formação de camada híbrida desses sistemas adesivos, seu principal meio de retenção (Bueno, 2005). O sistema adesivo SBMU plus não possui monômeros ácidos em sua composição, não interferindo na reação química de polimerização (Silva *et al.*, 2006) do RelyX™ ARC. Além disso, a técnica recomendada pelo fabricante incluía a inserção de catalisador após a aplicação do primer. Esse catalisador interage com o cimento RelyX™ ARC favorecendo a polimerização do mesmo nas porções mais profundas do canal radicular, onde a luz do fotoativador não alcança o cimento.

O SBMU Catalisador é composto por Bis Glicidilmetacrilato (Bis-GMA) e 2-hidroxiethylmetacrilato (HEMA), além de incorporar o peróxido de benzoíla, enquanto que o SBMU Adesivo é uma solução de Bis-GMA e HEMA adicionada a um sistema de iniciação de polimerização.

Dessa forma, sugere-se melhor união e interação na combinação do RelyX™ ARC e o sistema adesivo usado (SBMU), quando comparado ao sistema adesivo preconizado pelo fabricante (Single Bond – 3M ESPE, Brasil).

Ao se observar o comportamento do cimento RelyX™ Luting 2 (3M ESPE – Brasil), nota-se que o mesmo obteve a menor média de resistência ao cisalhamento por extrusão no terço cervical, além de ter sido o único a apresentar diferença estatística significativa entre os três terços estudados, sendo que a média do terço cervical foi menor do que a média do terço apical.

Esse resultado está de acordo com os estudos de Pereira *et al.* (1997) que afirmam que esse cimento, sem o condicionamento prévio da dentina, adquire uma força de união inconsistente. Somado a isso, o fabricante desse sistema não recomenda a proteção superficial do mesmo durante os primeiros estágios de endurecimento. Por ser um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, o RelyX™ Luting 2 possui dois mecanismos de presa, ou seja, a reação de polimerização ativada pelo peróxido de benzoíla forma a matriz poliúrica. Já a reação ácido/base de sua parte ionomérica é mais lenta e depende de água para sua reação. Logo, esse material não foi protegido

durante os primeiros estágios de reação ácido/base, provavelmente sofrendo sinérese, tornando-o menos resistente na porção mais próxima da superfície externa, o que justifica os resultados de resistência ao cisalhamento por extrusão no terço superficial do canal radicular.

Ao avaliar os resultados do cimento de fosfato de zinco, o qual foi usado como controle, em diferentes profundidades, pôde-se observar que não foram relatadas diferenças significativas entre os terços cervical e médio, enquanto o terço apical alcançou valor inferior. A média desses valores quando comparada a dos outros cimentos testados, mostrou-se muito baixa, sendo superior apenas ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina. O comportamento do cimento de fosfato de zinco frente à resistência de extrusão por cisalhamento – Push Out – pode ser explicado por sua estabilidade dimensional e espessura da linha de cimentação. O cimento de fosfato de zinco apresenta expansão inicial, aparentemente pela absorção de água, seguida por uma discreta contração na ordem de 0,04 a 0,06%, em 7 dias, durante o endurecimento (Craig & Powers, 2004). Por sua vez a espessura do filme determina grandemente a qualidade da fixação desse cimento. Ainda segundo Craig & Powers (2004) a espessura do filme deve ser de 25 μm . Desta maneira o pino passivo, ou seja, de fibra de carbono utilizado neste estudo, possui uma interface com as paredes do canal radicular maior que 25 μm e a sua menor força de adesão podem explicar os resultados desse cimento.

Os resultados mostraram que o novo cimento resinoso auto-adesivo universal RelyX™ Unicem (3M ESPE, Brasil), obteve as maiores médias. Esse novo material resinoso de ativação química ou dual consiste de metacrilatos resinosos modificados por ácido fosfórico que quando juntos apresentam um pH equivalente a 1, o qual condiciona a superfície dentinária, formando a camada híbrida (Burke, 2005). Ainda segundo Burke (2005), o novo cimento é particularmente apropriado para restaurações em dentina, já que o material tem menor sensibilidade à técnica por dispensar as etapas de condicionamento da superfície (ácido, primer e adesivo). Assim esse material cimentante, obviamente facilita e torna mais eficaz a fixação de pinos intra-radulares pré-fabricados, além de estudos laboratoriais ter demonstrado resultados satisfatórios em relação a dureza superficial, força de compressão, módulos de elasticidade e flexibilidade deste novo cimento (Burke, 2005).

7. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos no ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão deste estudo, é possível concluir que a maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi obtida pelo cimento RelyX™ Unicem no terço cervical, enquanto a menor média foi obtida pelo cimento RelyX™ Luting 2 cervical. Quando se observa o comportamento do mesmo cimento nos diferentes terços radiculares estudados verifica-se que o cimento RelyX™ Luting 2 foi o único a apresentar diferença estatística significativa entre os terços, sendo que a média do terço cervical foi menor do que a média do terço apical.

Referências Bibliográficas

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 Sep;9(3):161-7
2. Bateman GJ, Lloyd CH, Chadwick RG, Saunders WP. Retention of quartz-fibre endodontic posts with a self-adhesive dual cure resin cement. **The Eur J Prosth Rest Dent**. 13(1): 33-37, Mar. 2005
3. Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. **Dental Materials**. 2004 20: 191-197
4. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dental Materials**, 19 (2003) 199-205
5. Buck A, Martins LRM, Sartini Filho R. Preservação de raízes debilitadas através do preenchimento de conduto radicular com ionômero de vidro para posterior preparo intra-radicular. (Apresentado à Semana Odontológica de Piracicaba – FOP, Piracicaba, 1992.
6. Burke FJ. What's new in dentin bonding? Self-etch adhesives. **Dent Update**. 2004; 31: 580-589
7. Burke FJ. Trends in Indirect Dentistry: 3. Luting Materials. **Dental Update**. 2005; 32: 251-60
8. Burke FJ. Trends in Indirect Dentistry: 4. Performance of Adhesive Restorations. **Dental Update**. 2005; 32:312-25
9. Christensen GJ. Posts and cores: state of the art. **J Am Dent Assoc**. 1998 Jan., 129(1):96-7

10. Cohen B, Pagnillo MK, Musikant BL, Deutsch A. Shear bond strength of a titanium reinforced core material after using multistep and single-step bonding agents. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**. 1998; 80: 307-310
11. Darr AH & Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. **J Oral Rehabil**, 22(1): 43-7, Jan. 1995
12. Davidson CL & Mijor IA. *Advances in Glass-Ionomer Cements*, 1999
13. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont*. 2001 Nov-Dec;14(6):543-9.
14. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Rafaelli O, Cardoso PC, Tay FR, 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 Aug; 112(4): 353-361
15. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Sain Louis, 67(4): 458-67, Apr. 1992
16. Hagge MS, Lindemuth JS. Shear bond strength of an autopolymerizing core buildup composite to dentin with 9 dentin adhesive systems. **J Prosthet Dent**. Dec 2001; 86(6): 620-3
17. Jivraj. Material Selection in Restorative Dentistry. **J Calif Dent Assoc**. 2006 Feb. 34(2) 115-6/ 149-60/161-6
18. Kalkan M, Usumez A, Ozturk N, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. **J Prosthet Dent**. Jul 2006; 96(1):41-6
19. Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. **Am. J. Dent.**, 13(Special Issue), Nov. 2000

20. Linde LA. The use of composite resins in combination with anchorage posts as core material in endodontically treated teeth: clinical aspects of the technique. **Quintessence int.**, Berlin, 24(2): 115-22, Feb. 1993
21. Love RM, Purton DG. The effect of serrations on carbon fibre posts-retention within the root canal, core retention, and post rigidity. **Int J Prosthodont.**, 9(5):484-8, Sep-Oct 1996
22. Mendoza DB & Eakle WS. Retention of posts cemented with various dentinal bonding cements. **J Prosth Dent**, Saint Louis, 72(6): 591-4, Dec. 1994
23. Monticelli F, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Ferrari M, Tay FR, Toledano M. Effects of adhesive systems and luting agents on bonding of fiber posts to root canal dentin.
24. Munck J, Vargas M, Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dental Materials.** 2004; 20: 963-71
25. Nakamichi MI, Fusayama T. Be teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res.** 1983; 62(10):1076-81
26. Nash RW. The use of posts for endodontically treated teeth. **Compend Contin Educ Dent.** 1998 Oct.;19(10):1054-62
27. Pereira NR, Yamada T, Tei R, Tagami J. Bond strength and interface micromorphology of an improved resin-modified glass ionomer cement. **Am J Dent.** 1997 Jun.; 10(3):128-32
28. Rolf KC, Parker MW, Pelleu GB. Stress analysis of five prefabricated endodontic dowel designs: a Photoelastic Study. **Oper Dent**, Seattle, 17(3): 86-92, May/June. 1992
29. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. **Dental Materials.** 17(6):542-56, Nov. 2001

30. Schilke R, Bauss O, Lisson JA, Shukar M, Geurstein W. Bovin dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. **Am J Dent.** 1999; 12(2):92-6
31. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canals walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004 Mar;97(3):381-7
32. Sigemori RM, Giannini M. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. **Operative Dentistry.** 2005; 30(2): 185-89
33. Silva AL, Lima DA, Souza GM, Santos CT, Paulillo LA. Influence of additional adhesive application on the microtensile bond strength of adhesive systems. **Oper Dent.** 2006 Sep-Oct;31(5):562-8
34. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cures or dual cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. **J Adhes Dent** 2003; 5: 267-82
35. Swift EJ, Pawlus MA, Vargas MA, Fortin D. Depth of cure of resin-modified glass ionomers. **Dent. Materials.** 11:196-200, May, 1995
36. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cures or dual cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. **J Adhes Dent.** 2003 Spring; 5(1): 27-40
37. Tay FR, Suh BI, Pashley HD, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cures or dual cured composites. Part II. Single-bottle, Total-etch Adhesive. **J Adhes Dent,** 2003; 5(2): 91-105

38. Utter JD, Wong BH, Miller BH. The effect of cementing procedures on retention of prefabricated metal posts. **J. Am. Dent. Ass.**, 128(8): 1123-7, Aug. 1997

Teses Consultadas

1. Bueno V. Influencia do cimento endodôntico e dos sistemas de fixação na resistência à tração de pinos de fibra de vidro. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica. Área Dentística. 2005
2. Ozaki J. Influência do sistema adesivo na microdureza do cimento resinoso dual na cimentação de pinos pré-fabricados de fibra em diferentes profundidades. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica. Área Dentística. 2006
3. Silgueiro M. Efeito da proporção entre pastas base e catalisadora do cimento resinoso e da forma de pinos pré-fabricados na resistência à tração. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica. Área Dentística. 2005
4. Marchi G. Avaliação dos efeitos de diferentes materiais de preenchimento associados a pinos intra-radiculares na resistência à fratura de raízes debilitadas. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Clínica Odontológica. Área de Dentística. 1998

