

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RICARDO FERREIRA

**INFLUÊNCIA DA LIMPEZA MECÂNICA COM E SEM O USO DO  
MICROSCÓPIO OPERATÓRIO NA RESISTÊNCIA  
ADESIVA INTRARRADICULAR**

Tese de Doutorado apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba da UNICAMP para obtenção  
do título de Doutor em Clínica  
Odontológica, na Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

Este exemplar corresponde à  
versão final da Tese defendida  
pelo aluno, e orientada pelo Prof.  
Dr. Alexandre Augusto Zaia

---

Assinatura do Orientador

PIRACICABA, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

F413i Ferreira, Ricardo, 1965-  
Influência da limpeza mecânica com e sem o uso do  
microscópio operatório na resistência adesiva intrarradicular /  
Ricardo Ferreira. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: Alexandre Augusto Zaia.  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Dentina. I. Zaia, Alexandre Augusto,  
1968-II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Influence of mechanical cleaning with and without the use  
of the operating microscope in intraradicular adhesive strength

**Palavras-chave em Inglês:**

Endodontics

Dentin

**Área de concentração:** Endodontia

**Titulação:** Doutor em Clínica Odontológica

**Banca examinadora:**

Alexandre Augusto Zaia [Orientador]

Márcia Gonçalves Lucena

Ana Carolina Rocha Lima Caiado

Francisco José de Souza Filho

Adriana de Jesus Soares

**Data da defesa:** 10-02-2012

**Programa de Pós-Graduação:** Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 10 de Fevereiro de 2012, considerou o candidato RICARDO FERREIRA aprovado.

Prof. Dr. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA

Profª. Dra. MÁRCIA GONÇALVES LUCENA

Profª. Dra. ANA CAROLINA ROCHA LIMA CAIADO

Prof. Dr. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO

Profª. Dra. ADRIANA DE JESUS SOARES

Dedico este trabalho à minha esposa Vera Lúcia, aos meus filhos Oberdam e Orjana e aos meus pais Rogério e Arlete, por todo amor e incentivo incondicionais.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, pelo conhecimento passado e pela pessoa que é.

Ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho, pela oportunidade, seus conhecimentos, incentivo e amizade.

À equipe de endodontia da FOP-UNICAMP, por todo o conhecimento dividido durante o curso.

Aos Membros da Banca, pelas sugestões que engrandeceram o trabalho.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa de seu Diretor, Prof. Dr. Jacks Jorge Junior, pela grande oportunidade de crescimento profissional e científico.

Aos Colegas de Doutorado e funcionários, pela imensa ajuda e amizade.

À UNIVALI, seus funcionários, colegas e alunos, pelo incentivo e ajuda.

À todos que da sua forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

“O que sabemos, saber que o sabemos. Aquilo que não sabemos, saber que não o sabemos: eis o verdadeiro saber.”

Confúcio

## RESUMO

No tratamento endodôntico é primordial a necessidade de restaurar o elemento dental, devolvendo as suas funções, tendo em vista as possibilidades de recontaminação do sistema de canais radiculares e fraturas. Estes riscos são ainda maiores em casos de perda de estrutura dentária que necessitam de pinos intrarradiculares para reter os procedimentos restauradores. Para a restauração definitiva e imediata destes dentes, a cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro é uma excelente opção. No entanto, a adesão à dentina radicular apresenta algumas dificuldades, em virtude de suas características morfológicas, como menor número e diâmetro de túbulos dentinários, alto fator C, distância da fonte de luz, além de resíduos de substâncias e materiais obturadores utilizados durante o tratamento endodôntico. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da limpeza mecânica das paredes dentinárias do espaço para pino, sob a visão ou não de um microscópio operatório, na resistência de união do pino de fibra à dentina radicular. Quarenta e cinco raízes de incisivos bovinos foram tratadas endodonticamente, irrigadas com hipoclorito de sódio a 5,25% e obturadas com cimento à base de eugenol Pulp Canal Sealer™. Para o grupo 1 (G1) controle, o preparo para pino foi realizado em 10 milímetros (mm) com instrumento aquecido, brocas de Gates Glidden número (#) 5 e do sistema White Post DC® # 2, limpeza com microaplicador e álcool 70% e copiosa irrigação com solução fisiológica (NaCl). O grupo 2 (G2) após preparo idêntico, foi realizada uma limpeza superficial e delicada com uma sequência de brocas esféricas longas (HL) # 4, 2 e 1 com velocidade controlada de 500 rotações por minutos (rpm) e torque de 0,8 Newton (N), limpeza com microaplicador e álcool 70%, seguida de irrigação com NaCl. O grupo 3 (G3) teve preparo idêntico ao G2, porém esta limpeza com brocas esféricas foi realizada sob visão de um microscópio operatório com magnificação de oito vezes. Após cimentação adesiva dos pinos de fibra de vidro White Post DC® # 2 com o adesivo autocondicionante Clearfil™ SE Bond e cimento resinoso dual RelyX™ ARC, foram obtidos dois cortes de 1 mm de espessura de cada terço (cervical, médio e apical) e submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão. Os resultados em megapascal foram analisados através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) e teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ). O G3 apresentou maior resistência de união (2,37MPa) que o G1 (0,95MPa) e G2 (1,04MPa) que por sua vez, não diferiram entre si. Conclui-se que a limpeza mecânica das paredes dentinárias do espaço para pino com o uso superficial e delicado de brocas esféricas HL, em 500 rpm, sob magnificação de oito vezes de um microscópio operatório (G3) foi mais eficiente que os demais grupos, proporcionando maior resistência de união entre o pino de fibra e a dentina radicular.

**Palavras-chave:** Endodontia, dentina, resistência de união, pino de fibra de vidro, microscópio operatório.

## ABSTRACT

In endodontic treatment, there is an imperative need to restore the tooth, reestablishing its functions, since there is always a risk of recontamination of the root canal system and fractures. These risks are higher when there is loss of dental structure, requiring intraradicular posts to hold the restoration procedures in place. For the definitive and immediate restoration of these teeth, adhesive bonding of fiberglass posts is a good option. However, adhesion to the root dentin presents some difficulties due to its morphological characteristics, such as reduced number of dentinal tubules, lower diameter of dentinal tubules, high C factor, distance from light source, and residues from restoring substances and materials used during the endodontic treatment. The objective of this study is, therefore, to evaluate whether mechanical cleaning of dentinal walls of the post space, whether under microscopy or not, is able to improve bond strength between the fiber post and the root dentin. The roots of 45 bovine incisive teeth were endodontically treated, irrigated with 5.25% sodium hypochlorite and restored with Pulp Canal Sealer™. For Group 1 (G1), the control group, the post space was prepared in 10mm, with heated instrument, and cleaning was carried out using microapplicator and 70% alcohol, Gates Glidden #5 and White Post DC2© burs, with abundant irrigation with physiological saline solution (NaCl). After identical preparation for Group 2 (G2), gentle superficial cleaning was carried out using a sequence of long round # 4, 2 and 1 burs (HL), controlled speed of 500 rotations per minute (rpm) and torque of 0.8 Newton (N), cleaning using microapplicator and 70% alcohol, followed by irrigation with NaCl. Group 3 (G3) was prepared in the same way as G2, with the exception that the superficial cleaning with round burs was carried out under microscope, with a magnification of eight times. After adhesive bonding of White Post DC2© fiberglass posts using self-etching adhesive Clearfil™ SE Bond and dual RelyX™ ARC dual core resin cement, two 1mm thick sections were obtained from each third (cervical, middle, apical) and then submitted to the push-out test. The results in megapascal were analyzed through the Kruskal-Wallis non-parametric tests ( $p < 0.05$ ) and the Student-Newman-Keuls test ( $p < 0.05$ ). G3 presented the highest bond strength (2,37MPa) compared to G1 (0,95MPa) and G2 (1,04MPa), which, in turn, presented similar results. It is concluded that mechanical cleaning the dentinal walls of the post space with the superficial and gentle use round burs (HL) at 500 rpm, under surgical microscope with magnification of eight times (G3), showed the highest bond strength between the fiberglass post and the root dentin.

**Keywords:** endodontics, dentin, bond strength, fiberglass post, Operating microscope.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Incisivo inferior bovino .....	53
Figura 2 -	Cimento endodôntico Pulp Canal Sealer™ (SybronEndo, Orange, Canada) .....	54
Figura 3 -	Clearfil SE Bond.....	55
Figura 4 -	Cimento resinoso <i>dual</i> Rely X ARC .....	55
Figura 5 -	Pino de fibra de vidro White Post DC® # 2 e broca DC® # 2.....	56
Figura 6 -	(A) Brocas esféricas longas de baixa rotação # 4, 2 e 1, .....	56
Figura 7 -	Silano prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil).....	58
Figura 8 -	A - Limas rotatórias Níquel titânio, Brocas de Gates Glidden e Broca DC® # 2, B - Cone de papel absorvente, C- Cone de guta-percha medium.....	58
Figura 9 -	Raízes padronizadas em 14 mm. ....	59
Figura 10 -	A- Exploração do canal com lima Flexofile # 15, B- Preparo do canal com limas K3™, C- Obturação do canal, D- Manipulação cimento endodôntico Pulp Canal Sealer™. ....	61
Figura 11 -	A- Condensador de Paiva calibrado em 10 mm, B- desobturação com calcador aquecido, C- Broca de Gates Glidden, D- Broca DC® # 2, E- Preparo do espaço para o pino com a broca DC® # 2. ....	62
Figura 12 -	Microscópio operatório (modelo MC-M2101, DF Vasconcelos, São Paulo, SP, Brasil).....	63
Figura 13 -	Fotopolimerizador LED sem fio (Radium-cal®, 1200 mW/cm <sup>2</sup> , SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia).....	64
Figura 14 -	A- inserção do cimento resinoso, B- adaptação do pino. ....	65
Figura 15 -	A- Máquina de corte universal, B- Detalhe do disco e conjunto amostra-placa fixado ao dispositivo, C- Cortes realizados.....	66
Figura 16 -	A- Máquina de ensaios universal, B- Corpo-de-prova, C- Detalhe da célula de carga sendo aplicada exatamente sobre opino de fibra.....	67

Figura 17 - Desenho esquemático mostrando como foram adquiridas as medidas no corpo-de-prova.....	67
Figura 18 - A e B- Sulco nas raízes, C- Raiz clivada, D- Corpo-de-prova.....	68
Figura 19 - Gráfico representando o Posto Médio da Resistência de União por Grupo. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas ao nível de 5% ( $p < 0.05$ ).....	70
Figura 20 - Imagens das raízes do Grupo 1 clivadas, exibindo as paredes do preparo do espaço para pino. As setas pretas indicam até onde foi executado o preparo e a limpeza. As setas vermelhas indicam presença de restos de guta-percha e cimento endodôntico.....	72
Figura 21 - Imagens das raízes do Grupo 2 clivadas, exibindo as paredes do preparo do espaço para pino. As setas pretas indicam até onde foi executado o preparo e a limpeza. As setas vermelhas indicam presença de restos de guta-percha e cimento endodôntico.....	73
Figura 22 - Imagens das raízes do Grupo 3 clivadas, exibindo as paredes do preparo do espaço para pino. As setas pretas indicam até onde foi executado o preparo e a limpeza. A seta vermelha indica presença de restos de cimento endodôntico. ....	73
Figura 23 - Imagens de MEV com aumento de 100x das paredes dentinárias dos preparos de espaço para pino dos Grupos 1, 2 e 3, terços cervical, médio e apical respectivamente.....	74
Figura 24 - A- Corpo-de-prova do terço cervical do Grupo 1, B- Imagem MEV de corpo-de-prova do terço médio do Grupo 1. Setas apontam manutenção de resíduos do material de obturação endodôntica. ....	75
Figura 25 - A- Corpo-de-prova do terço médio do Grupo 2. B- Imagem MEV de corpo-de-prova do terço apical do Grupo 2. Setas apontam manutenção de resíduos do material de obturação endodôntica. ....	75
Figura 26 - A- Corpo-de-prova do terço apical do Grupo 3. B- Imagem MEV de corpo-de-prova do terço cervical do Grupo 3. Seta aponta manutenção da união cimento resinoso/dentina. ....	76

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Magnificação.....	4
2.2 Substrato dentinário.....	10
2.3 Preparo de espaço para pino.....	13
2.4 Adesão dentinária.....	22
2.5 Retentores intrarradiculares.....	43
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>53</b>
4.1 Material.....	53
4.1.1 Dentes.....	53
4.1.2 Substâncias químicas usadas.....	53
4.1.3 Material Clínico.....	54
4.2 Métodos.....	59
4.2.1 Preparo das raízes.....	59
4.2.2 Preparo dos canais radiculares.....	60
4.2.3 Preparo espaço para pino intra-radicular.....	61
4.3 Procedimentos adesivos.....	64
4.4 Preparo dos pinos.....	64
4.5 Cimentação dos pinos.....	65
4.6 Corte para o teste mecânico de cisalhamento por extrusão ( <i>push-out</i> ).....	65
4.7 Microscopia Óptica.....	68
4.8 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	69
4.9 Análise estatística.....	69
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>70</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Está estabelecido que a infiltração coronária é uma das principais causas de fracasso na endodontia (Saunders & Saunders, 1994). Isto se torna ainda mais preocupante após o preparo de espaço para pino, quando o remanescente da obturação endodôntica é muito pequeno (4 a 5 mm) (Abramovitz *et al.*, 2001, Metzger *et al.*, 2000).

Assim sendo, o tratamento endodôntico só pode ser considerado concluído quando a restauração definitiva da cavidade de acesso for executada. Portanto, para se ter previsibilidade de sucesso, é importante que seja realizada imediatamente após o tratamento endodôntico (Schwartz & Fransman, 2005).

A restauração destes dentes requer muitos cuidados, especialmente naqueles dentes que sofreram grandes perdas de estruturas, quer sejam por cáries, procedimentos restauradores, fraturas ou acessos endodônticos inadequados (Wagnild & Mueller, 2007).

Em muitos destes casos são necessários o uso de pinos intrarradiculares que além de oferecer selamento ao tratamento endodôntico, permitem a ancoragem de uma restauração protética, devolvendo ao dente a sua função mastigatória e também a estética (Perdigão *et al.*, 2007).

Os pinos de fibra de vidro são uma alternativa aos núcleos metálicos tradicionais e apresentam algumas vantagens como a estética, constituídos de material translúcido, módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, reduzindo o estresse intrarradicular e conseqüente fratura e, principalmente, poder ser colocado em única sessão e imediatamente ao tratamento endodôntico (Akkayan & Gülmez, 2002). Tem ainda a capacidade de aderir ao cimento resinoso e este à dentina por meio de técnicas adesivas, como proposto por Nakabayashi *et al.* (1982), com condicionamento ácido, primer e adesivos nas paredes do canal radicular.

Entretanto, a dentina é um substrato heterogêneo, o que pode apresentar dificuldades a uma adesão forte e duradoura. É composta, em peso, por 70% de material inorgânico, 20% de material orgânico e 10% de água, e 45%, 33% e 22%, respectivamente, em volume. O principal componente inorgânico da dentina é a hidroxiapatita. Entre os constituintes orgânicos, as fibras colágenas formam 90% da matriz dentinária (Ten Cate, 2001).

Além disto, a dentina radicular apresenta algumas diferenças morfológicas da dentina coronária, como menor número e diâmetro de túbulos dentinários, alto fator C, distância da fonte de luz e menor resistência de união (Lima, 2007).

Substâncias e produtos utilizados durante a endodontia como irrigantes, cimentos endodônticos e guta-percha podem interferir nesta união. A adesão depende da limpeza adequada das paredes dos canais para a efetividade do cimento resinoso (da Silva *et al.*, 2005).

Perdigão *et al.* (2007) observaram, em microscopia eletrônica de varredura (MEV), resíduos de guta-percha em preparos para pino, o que resultou na desunião da interface cimento-dentina e áreas de hibridização incompleta em todos os grupos. Serafino *et al.* (2004) verificaram grandes quantidades de debris remanescentes de guta-percha, cimento e espessa camada de lama dentinária, que não são próprias para a cimentação adesiva de pinos de fibra.

A permanência desta condição se justifica pela impossibilidade de identificar precisamente a anatomia do canal radicular, suas reduzidas dimensões, dificuldade de iluminação e visão. O preparo de espaço e a cimentação adesiva de pino de fibra realizado nestas condições tornam-se imprevisíveis. Meios auxiliares de magnificação como lupas poderiam melhorar esta situação, entretanto, normalmente, não são suficientes, pela falta de iluminação na profundidade requerida.

O microscópio operatório, através da magnificação e iluminação que proporciona, pode auxiliar o profissional na visualização de remanescentes da obturação endodôntica, facilitando esta limpeza. Como não foi encontrada na

literatura, nenhuma referência do uso do microscópio operatório na limpeza das paredes do preparo para pino, decidiu-se pela realização desta pesquisa.

Desta forma, partindo de um protocolo clínico muito utilizado de tratamento endodôntico, preparo de espaço e cimentação de pino, o objetivo deste trabalho, é avaliar a influência da limpeza mecânica das paredes dentinárias do espaço para pino, com brocas, sob a visão ou não do microscópio operatório, na resistência de união na cimentação adesiva intrarradicular de pino de fibra.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para uma melhor compreensão do tema abordado neste estudo, optou-se por uma divisão dos tópicos, como apresentados a seguir.

### 2.1 MICROSCOPIA OPERATÓRIA

Carvalho & Zuolo (2000) avaliaram se o uso do microscópio operatório (MO) poderia aumentar o número de orifícios de canais radiculares localizados em molares inferiores. Noventa e três primeiros e 111 segundo molares inferiores extraídos foram utilizados. Todas as cavidades de acesso foram preparadas e o número de canais em cada raiz, a olho nu, foi registrado. Usando um MO com 8 x ou 13 x de ampliação, todos os dentes tiveram as cavidades de acesso novamente examinadas. A olho nu, um total de 641 canais foram observados em todos os dentes. Após o exame MO, 50 canais a mais pode ser visualizado, o que representa um aumento de 7,8% no número total de canais localizados. Destes, 35 foram localizados em primeiros molares e 15 em segundos molares. O uso do MO aumentou o número de orifícios de canais radiculares localizados.

Kim & Baek (2004) relatam que o microscópio operatório tem sido usado na medicina há mais de 50 anos. Foi introduzido na otorrinolaringologia por volta de 1950, depois para neurocirurgia na década de 1960, e para endodontia no início de 1990. A odontologia, portanto, está cerca de 40 anos atrás da medicina a este respeito. Como na medicina, a incorporação do microscópio na endodontia clínica teve efeitos profundos sobre a forma como endodontia é feita e mudou fundamentalmente o campo. Por esta razão, em 1998 a American Dental Association declarou mudança no regimento de credenciamento exigindo que todos os credenciados de programas de pós-graduação dos Estados Unidos devem ensinar o uso do microscópio em endodontia não cirúrgica e cirúrgica. A

capacidade de localizar canais escondidos é o benefício mais importante e significativo obtido através da utilização do microscópio. É um excelente instrumento para detectar microfraturas que não pode ser visto a olho nu ou através de lupas. Após a introdução do microscópio para o Programa de Pós-Graduação em Endodontia da Universidade da Pensilvânia em 1992, verificou-se que quase 50% de todos os molares (maxilar e mandibular) têm um quarto canal, mais de 30% de todos os pré-molares têm um terceiro canal, e perto de 25% de todos os dentes anteriores têm dois canais. O que era considerado uma rara exceção no passado tornou-se uma descoberta de rotina quando se usa o microscópio. É essencial para canais calcificados, reparo de perfurações, retirada de limas fraturadas e para o exame final do preparo do canal para ver se está completamente limpo. Erros podem ser bastante reduzidos, se não eliminados, e casos complicados tornam-se menos sob o microscópio. Outra vantagem é a flexibilidade com a documentação. As informações podem então ser compartilhadas com dentistas ou pacientes.

Clark (2008) comenta que os implantes têm levantado a limiar até o ponto onde as tentativas heroicas para restaurar o dente comprometido geralmente deve ser acompanhada de uma conversa que inclui a opção para a substituição do implante. A odontologia aprimorada pelo microscópio está mudando o protocolo endodôntico-restaurador, alterando o processo de pensamento, de determinar quando salvar ou extrair um dente. Microscópios oferecem métodos adicionais para avaliação de cárie e terapia endodôntica, movendo a profissão para mais próximo de zero de defeito em odontologia restauradora. A decisão de "extrair ou salvar" é uma forma de arte em constante evolução. O microscópio, com ampliação instantânea de 2,5 x a 24 x, nenhuma interferência visual, sem sombras e luz coaxial, oferece o melhor meio para alcançar a informação visual completa em odontologia. Pode nutrir grande confiança, postura mais saudável, e mãos melhores e mais segura para o clínico. E no final, as excelentes informações visuais que oferece podem ajudar o clínico a criar uma odontologia mais precisa, mais saudável e mais agradável



esteticamente.

Kersten et al. (2008) investigaram a frequência e as características da utilização do MO, entre endodontistas nos Estados Unidos, além de, como o uso do MO mudou desde que um estudo semelhante foi publicado há quase uma década. Uma pesquisa baseada na web em relação ao uso MO foi enviado por email a 2340 membros ativos da Associação Americana de Endodontists (AAE), nos Estados Unidos. Dados de 1091 questionários indicaram que 90% dos endodontistas entrevistados têm acesso e usam o MO na sua prática. A frequência de uso em função de anos desde a conclusão da formação endodôntica foi a seguinte: < 10 anos, 95%; 10-15 anos, 90%; 16-20 anos, 82%; > 21 anos, 78%. Os resultados indicaram com forte correlação ( $r = 0,90$ ) que endodontistas mais recentes usam o microscópio mais frequentemente do que endodontistas mais antigos. O MO foi usado mais freqüentemente para a inspeção final do canal, localização de orifícios do canal, e o preenchimento final do canal, respectivamente. Dos profissionais que usaram o MO, 59% usaram sem limitação, 86% usou de forma igual entre o arco maxilar e mandibular, e 84% usaram com a mesma frequência anterior. As limitações mais comum com o uso do MO foram a dificuldade de posição, limitação do campo de visão, e inconveniência, respectivamente. O uso do MO por endodontistas aumentou de 52% em 1999 para 90% em 2007.

Mello Junior et al. (2009) comparam a eficácia da remoção de guta-percha e cimento de dentes tratados endodonticamente, com e sem o auxílio de um MO e instrumentos de ultrassom. Quarenta incisivos centrais superiores humanos extraídos foram preparados utilizando uma versão modificada da técnica crown-down e preenchido com compactação lateral. Dentes foram divididos em dois grupos: grupo I, retratados através de uma técnica convencional com brocas e solventes e o grupo II, retratados através de uma técnica convencional com brocas e solventes além de MO e pontas de ultrassom. Os dentes foram divididos longitudinalmente e fotografados, e avaliadas em programa de computador. O percentual médio de guta-percha/cimento restante foi 25,21% no grupo I e 9,31%

no grupo II, mostrando uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,05$ ). O uso do MO e pontas ultrassônicas retirou o material de obturação das paredes do canal radicular melhor.

Bowers et al. (2010) investigaram quantitativamente o efeito da ampliação das habilidades motoras finas usadas em endodontia. Utilizou um teste de destreza manual que foi realizado com e sem ampliação. Um microscópio cirúrgico com ampliação de 8 x e lupas dentais com 2.5 x foram usados para os testes. Quarenta indivíduos, sendo 20 com experiência em microscópio e 20 sem, participaram do estudo. O desempenho no teste foi avaliado usando um sistema de pontuação, a precisão e o tempo necessário para completar o teste foram registrados para cada assunto. Um aumento significativo na precisão com cada nível de ampliação foi demonstrada ( $P \leq 0,05$ ). Além disso, o uso de microscópio cirúrgico aumentou o tempo necessário para completar o teste entre os indivíduos com menos de 3 anos de experiência em microscópio. Concluindo que o uso de ampliação para melhorar as habilidades motoras finas foi verificado em todas as faixas etárias e níveis de experiência.

Carr & Murgel (2010) comentam que nos últimos 15 anos, tem havido uma explosão de novas tecnologias, instrumentos e materiais para endodontia não cirúrgica e cirúrgica. Estes desenvolvimentos têm melhorado a precisão com que é realizada endodontia. A revolução mais importante foi a introdução do microscópio. Sua introdução em odontologia, especialmente na endodontia, revolucionou como endodontia é praticada em todo o mundo. Endodontistas têm freqüentemente dito que podem fazer muito do seu trabalho com os olhos vendados, simplesmente porque não há "nada a ver". A verdade é que há muita coisa a ver com as ferramentas certas. O poder de resolução do olho humano nu é apenas 0,2 mm. Um MO comum pode elevar o limite de resolução de 0,2 mm a 0,006 mm (6  $\mu\text{m}$ ), uma melhora dramática. O MO possui iluminação confocal, o caminho de luz é o mesmo da visão, este arranjo deu iluminação muito superior do alcançado anteriormente. Ao aumentar os níveis de luz, pode-se aumentar a resolução aparente (a capacidade de distinguir dois objetos próximos uns dos

outros como algo separado e distinto). O MO ganhou rápida aceitação no seio da comunidade endodôntica, e é agora o instrumento de escolha não só para endodontia, mas para periodontia e dentística restauradora também.

Del Fabbro & Taschieri (2010) realizaram uma revisão sistemática para investigar se o uso de dispositivos de ampliação na endodontia esta associado com a melhoria dos resultados clínicos e radiográficos. O sucesso do tratamento conforme determinado pela avaliação clínica e radiográfica após 1 ano de acompanhamento foi o principal resultado. Os principais termos da pesquisa usados sozinhos ou em combinação foram: tratamento endodôntico, terapia endodôntica, cirurgia endodôntica, apicectomia, a cirurgia periapical, microscópio, endoscópio, lupas, aparelhos de ampliação. Os autores pesquisaram MEDLINE, *Embase, Cochrane Oral Health Specialized Register, Cochrane Central Register of Controlled Trials* para artigos publicados até setembro de 2009, além de busca manual de revistas relevantes e lista de referência de comentários pertinentes e estudos incluídos. Ensaio clínicos prospectivos comparando terapia endodôntica realizada com ou sem o uso de dispositivos de ampliação, bem como estudos que compararam dois ou mais dispositivos de ampliação para terapia endodôntica foram considerados. Três estudos prospectivos foram incluídos, todos relacionados com cirurgia endodôntica. Nenhuma diferença significativa nos resultados foi encontrada entre os pacientes tratados com lupas de aumento, microscópio cirúrgico ou endoscópio. Da mesma forma, nenhuma diferença foi encontrada com ou sem o uso do endoscópio. Nenhum estudo comparativo sobre os dispositivos de ampliação foi encontrado em relação ao tratamento endodôntico sem ampliação. O tipo de dispositivo de ampliação por si só pode minimamente afetar o resultado do tratamento. Ensaio clínicos randomizados bem projetados devem ser realizados para determinar a existência de alguma diferença nos resultados do tratamento ao usar um dispositivo de ampliação em tratamento endodôntico tradicional e cirúrgico.

Feix *et al.* (2010) realizaram uma revisão da literatura sobre o microscópio operatório na Endodontia e comentam que o MO tem o intuito de

minimizar a obscuridade do campo operatório, pois proporciona alta magnificação e luminosidade, favorecendo os procedimentos realizados e proporcionando um resultado de maior qualidade. Apesar de ser um instrumento tecnológico de custo relativamente elevado e necessitar de um período de aprendizagem e adaptação, o uso desse aparato tem se difundido gradativamente. Concluindo que a importância da magnificação está embasada cientificamente na Odontologia, de tal forma que o seu uso proporcionou à Endodontia uma melhora significativa na visão e na iluminação do campo operatório, oferecendo trabalhos de melhor qualidade com proporcionais índices de sucesso nos tratamentos, além de melhorar a comunicação entre profissionais e entre profissionais e pacientes e auxiliar na documentação legal para fins jurídicos.

Karapinar-Kazandag et al. (2010) investigaram a detecção e negociação de canais mesiais acessórios (CMA) em molares inferiores com o auxílio de lupas de aumento ou de MO. Primeiro e segundo molares inferiores (n = 96) foram montados em manequins. Três investigadores independentes (endodontistas) preparam cavidades de acesso usando lupas 4.5 x, tentando detectar e negociar CMA com instrumentos ultra-sônicos. Se a detecção ou a negociação não teve sucesso, o procedimento continuou usando o microscópio. A detecção sem auxílio de ampliação não foi tentada pois, atualmente, a ampliação é considerada indispensável ao realizar o tratamento endodôntico. A localização dos CMA foi mapeada em relação aos canais mesiais principais, e seu caminho mostrado com limas inseridas. As raízes mesiais foram seccionadas transversalmente em três níveis para inspecionar CMA não negociados. Com o microscópio, o número de CMA detectados aumentou de 8 (16%) para 9 (18%) em primeiros molares e de 8 (16%) para 11 (22%) em segundos molares. CMA negociados aumentaram de 6 (12%) para 7 (14%) e de 5 (10%) para 9 (18%) no primeiro e segundo molar, respectivamente. Todos os 20 CMA detectados foram localizados no sulco mesial subpulpal, mais perto do canal méso-lingual (45%), no meio (30%), ou mais perto do canal méso-vestibular (25%). Todos os CMA negociados fundiam-se com um dos dois canais principais. Seções transversais

das raízes confirmaram que nenhum CMA estava presente, além dos negociados. Concluindo que, mais CMA foram detectados e negociados quando do uso do microscópio em comparação com lupas.

Setzer et al. (2012) investigaram o efeito do MO ou do endoscópio no prognóstico da cirurgia endodôntica apical por meio de uma meta-análise e revisão sistemática da literatura. Compararam os resultados de duas técnicas, técnica contemporânea de cirurgia apical com microinstrumentos, mas somente lupas ou nenhuma visualização adicional (cirurgia apical contemporânea [CRS]), com microcirurgia endodôntica utilizando os mesmos instrumentos e materiais, mas com alta potência de ampliação, como MO ou do endoscópio (microcirurgia endodôntica [EMS]). A pesquisa bibliográfica abrangente de estudos longitudinais sobre o resultado da cirurgia apical foi realizada em três bases de dados eletrônicos (Medline, Embase, e PubMed) foram pesquisados para identificar estudos em humanos a partir de 1966 até outubro de 2009, em 5 línguas diferentes (Inglês, francês, alemão, italiano e espanhol). Pré-definidos critérios de inclusão e de exclusão, todos os artigos foram analisados por três revisores independentes. No total, 14 estudos qualificados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, sendo dois representados em ambos os grupos (7 de CRS [n = 610] e 9 para EMS [n = 699]). As taxas de sucesso mostraram um resultado 88% positivo para CRS e 94% para EMS ( $P < 0,0005$ ). A probabilidade de sucesso para a EMS provou ser significativamente maior do que a probabilidade de sucesso para o CRS, proporcionando melhor evidência disponível sobre a influência da ampliação de alta potência prestada pelo MO ou do endoscópio.

## 2.2 DENTINA RADICULAR

Reeh *et al.* (1989) mostraram que o tratamento endodôntico reduz a resistência cusplídea do pré-molar em somente 5% em contraste com um preparo

de uma cavidade oclusal que diminui a resistência em 20% e um preparo cavitário MOD, cuja diminuição de resistência é de 63%.

Sedgley & Messer (1992) afirmam que na literatura endodôntica e protética encontramos repetidas referências à percepção clínica de que o tratamento endodôntico enfraquece o dente e também é descrito que sua dentina é ressecada e inelástica. O conceito clínico de friabilidade ou enfraquecimento do dente tratado endodonticamente é na verdade atribuído à perda de estrutura dental por traumas, cáries e pelo acesso endodôntico. Neste estudo, 23 pares de dentes foram preparados e testados para comparar as propriedades mecânicas, quanto à resistência ao cisalhamento, a dureza e carga final para fraturar, sendo que um deles deveria ter tratamento endodôntico (em média a 10 anos), não mostraram diferenças estatísticas entre o elemento com endodontia e seu contralateral vital.

Mannocci *et al.* (2004) realizaram um estudo para contar os túbulos da dentina no terço cervical e médio-apical de dentes extraídos e também para comparar a resistência flexural nestas áreas. A hipótese da pesquisa é de que as áreas de dentina radicular com diferentes densidades de túbulos mostrariam também valores de resistência flexural diferentes. Foram preparados espécimes cilíndricos de aproximadamente 10 milímetros (mm), paralelos ao eixo longo da raiz, a partir de 10 dentes superiores sem cárie: incisivos centrais, incisivos laterais e caninos, extraídos por razões periodontais. Foram divididos em dois grupos: um grupo, proveniente do terço cervical da raiz e, outro, do terço médio-apical da raiz. A densidade dos túbulos dentinários dos dois grupos foi verificada através de um microscópio de varredura eletrônica, e a resistência flexural dos espécimes foi medida pelo teste de microtração. Os valores de resistência flexural dos espécimes médio-apicais foram considerados maiores do que os dos espécimes cervicais. O número de túbulos dentinários das amostras da região cervical foi significativamente maior do que o das amostras da região médio-apical. Estes resultados sugerem que os maiores valores de resistência flexural da dentina estejam associados à menor densidade de túbulos, e que a região apical

da dentina radicular é mais resistente à tração que a região cervical.

Camargo *et al.* (2007) realizaram um estudo com o objetivo de estabelecer um possível parâmetro para o uso de dentes bovinos em relação aos dentes humanos em pesquisas científicas, através da avaliação do número e do diâmetro dos túbulos dentinários nos canais radiculares, nos terços cervical, médio e apical em dentes humanos e bovinos. Foram utilizados 24 pré-molares humanos divididos em 4 grupos de acordo com a idade: GH1 - 10 a 15 anos; GH2 - 16 a 30 anos; GH3 - 31 a 45 anos; GH4 - 46 a 80 anos. Também 24 dentes bovinos, de espécimes de aproximadamente 3 anos, divididos em quatro grupos de acordo com o tipo: GB1 - incisivo central; GB2 - primeiro incisivo lateral; GB3 - segundo incisivo lateral; GB4 - terceiro incisivo lateral. Os dentes foram seccionados no limite amelocementário, os canais preparados com limas Hedström e seccionados ao longo eixo no sentido vestibulolingual para serem analisados em MEV. Os resultados mostraram que não há diferença significativa quanto ao número de túbulos dentinários com relação às condições experimentais (grupos de idade em dentes humanos, e grupos de tipo em dentes bovinos). No entanto, houve uma diferença estatisticamente significativa com relação ao tipo de amostra (humana versus bovina). Considerando o número de túbulos dentinários, as amostras bovinas apresentaram um valor significativamente maior em comparação com as amostras humanas. A diferença ocorreu somente entre os grupos GH4 e GB2. Os autores concluíram que o terço cervical da raiz apresentou o maior valor com relação ao número e diâmetro de túbulos dentinários, seguido pelos terços médio e apical, tanto em dentes humanos quanto em bovinos.

Wagnild & Mueller (2007), afirmam que a reabilitação estrutural de um dente sem polpa é criticamente importante para promover uma restauração de sucesso após o tratamento endodôntico. Um pino ou núcleo é frequentemente indicado para a retenção e reforço da restauração final. A situação clínica é significativamente mais desafiante se a raiz tem um dano estrutural extenso ou não está completamente formada, ou se o canal foi envolvido por cárie, sobre instrumentado ou previamente restaurado com um pino de dimensões extremas. A

estrutura que resulta é uma parede final que pode comprometer o prognóstico de sucesso da restauração a longo termo.

### 2.3 PREPARO DE ESPAÇO PARA PINO

Saunders & Saunders (1994) realizaram uma revisão onde evidenciaram que a infiltração coronária pode levar ao fracasso a terapia endodôntica. Os autores relataram as causas e os métodos de preveni-la e recomendam atenção à restauração após a endodontia.

Metzger *et al.* (2000) estudaram a Infiltração coronária em remanescentes de obturações de canal radicular preparados para pino em vários níveis, usando o teste ensaio de traçador radioativo de pressão dirigida. O vazamento da solução através dos canais radiculares obturados foi monitorado diariamente por 28 dias, quer no âmbito de uma pressão de 130 mm Hg ou sem pressão aplicada. Cinco grupos de raízes foram estudados sob cada regime de pressão, sendo cada uma composto de 10 raízes com um remanescente de canal obturado de 3, 5, 7 ou 9 mm e um controle de um canal radicular com a obturação intacta em 14 mm. O controle positivo consistiu-se em cinco raízes em que não foram obturadas. Quando nenhuma pressão foi aplicada não se pôde notar divergência entre os diferentes grupos. As primeiras mudanças nos resultados só puderam ser vistas no 28<sup>o</sup> dia. Por outro lado, no sistema onde houve pressão, ficou claro que quanto menor a quantidade de obturação remanescente, maior era o vazamento de substância. Isto foi verdade para os 3, 5 e 7 milímetros de obturação do canal radicular. Nenhuma diferença pôde ser demonstrada entre os elementos que apresentavam 9 e 14 mm de obturação.

Abramovitz *et al.* (2001) realizaram um estudo para avaliar o selamento após o preparo de espaço para pino em 30 dentes tratados endodonticamente, concluindo que a diferença entre a capacidade de selamento de 3 e 6 mm de



comprimento do remanescente de obturação endodôntica não foi estatisticamente significativa, mas foi inferior a obturações intactas e que a redução dos 3 mm resulta em um selamento imprevisível.

Ari *et al.* (2003) estudaram os efeitos do NaOCl sobre a resistência de união do cimento resinoso à dentina radicular com quatro sistemas de adesivos. Foram usados dezesseis dentes humanos unirradiculares. Após remover a coroa e os tecidos pulpare, os canais foram instrumentados e irrigados com NaOCl 5% ou com água (grupos controle). Nas paredes dentinárias dos canais radiculares foram aplicados quatro sistemas adesivos: C&B Metabond, Panavia F, Variolink II ou Rely-X. Então, foram medidas as resistências de união através de testes de microtração. Os dados sobre a resistência de união foram gravados e expressos em MPa. Foram encontradas diferenças significativas estatisticamente entre os dentes tratados e os não tratados com NaOCl. Sendo que para todos os sistemas adesivos, as resistências de união foram sempre maiores nos dentes irrigados apenas com água. O C&B Metabond apresentou resistência de união mais alta quando comparado com os demais adesivos, tanto nos canais irrigados com água quanto nos canais irrigados com hipoclorito de sódio.

Ozturk & Özer (2004) realizaram um estudo para avaliar os efeitos do NaOCl 5% sobre a força de adesão de quatro sistemas adesivos - Clearfil SE Bond, Prompt L-Pop, Prime&Bond NT e Scotchbond Multi Purpose Plus – nas paredes da câmara pulpar. Neste estudo foram usados 40 terceiros molares inferiores. As câmaras pulpares dos primeiros 20 dentes foram restauradas com agentes de adesão e resinas compostas após irrigação NaOCl 5%. Os dentes remanescentes foram restaurados sem tratamento com NaOCl 5%. Cada grupo era composto de 5 dentes. Foram retirados da parede mesial das câmaras pulpares restauradas três bastonetes retangulares finos ( $1 \pm 0.03$  mm<sup>2</sup>) através de corte horizontal. Em geral, a aplicação do NaOCl diminui os valores das forças de adesão. Tanto Clearfil SE Bond como Prompt L-Pop, sem NaOCl mostraram valores de força de adesão mais altos do que o dos outros grupos de adesão. Nos grupos onde foi aplicado NaOCl, Clearfil SE Bond teve a maior força de adesão.

Concluimos que os sistemas de adesão *self-etching* são melhores do que os outros sistemas para o processo de adesão à parede dentinária da câmara pulpar e que irrigação com NaOCl diminui a força de adesão.

Serafino *et al.* (2004) realizaram um estudo para avaliar a limpeza da superfície das paredes do canal radicular no espaço do pino após tratamento endodôntico usando dois métodos diferentes de irrigação, técnicas de obturação e preparações do espaço do pino para adesão. 40 dentes divididos em quatro grupos foram instrumentados usando limas rotatórias irrigadas com NaOCl ou NaOCl + EDTA, e obturados com condensação lateral fria (CLC) ou condensação vertical quente (WVC) de guta-percha. Após os procedimentos da preparação do espaço dos pinos, condicionamento e lavagem, foi realizada a observação das paredes dos canais através do microscópio de varredura eletrônica (MEV). Foram então avaliadas as quantidades de debris, lama dentinária, remanescentes de cimento/guta-percha e a visibilidade dos túbulos abertos. Em todos os grupos, foram observadas grandes quantidades de debris grosseiros, remanescentes de cimento/guta-percha, lama dentinária espessa e nenhuma visibilidade dos orifícios dos túbulos no nível apical do espaço do pino. Nos níveis médios e coronais foram observadas áreas de dentina limpa alternada com áreas cobertas por uma camada fina de lama dentinária, debris pequenos, remanescentes de guta-percha e orifícios dos túbulos obstruídos parcial ou totalmente. Após tratamento endodôntico, obturação e preparação do espaço dos pinos, a análise das paredes do canal através de MEV mostrou grandes áreas (cobertas por lama dentinária, debris e remanescentes de cimento/guta-percha) que não são próprias para cimentação de pinos de fibra com adesivos e resina.

Schwartz & Fransman (2005) em uma revisão da literatura sobre restauração de dentes tratados endodonticamente, comentam que o tratamento de canal não está completo até que o dente seja restaurado. Isto para evitar a recontaminação via coronária. Recomendam ainda o uso de materiais adesivos de condicionamento total quando cimentos a base de eugenol foram utilizados, técnica incremental para colocação de resinas na cavidade de acesso, em

cavidades maiores o uso de ionômero de vidro sob a resina e quando necessário o uso de pinos para retenção de próteses.

Alfredo *et al.* (2006) realizaram um estudo para avaliar a influência de um cimento endodôntico à base de eugenol (EndoFill) sobre a adesão do pino intrarradicular cimentado com cimento resinoso (Enforce) ou cimento de fosfato de zinco. Vinte e quatro caninos superiores foram divididos em dois grupos e obturados com guta-percha e EndoFill ou com apenas guta-percha (sem cimento). Em cada grupo, metade dos pinos foi cimentada com cimento resinoso Enforce e metade com cimento de fosfato de zinco. Os espécimes foram submetidos ao *pull-out test* em uma máquina Instron com aplicação de força de tração a uma velocidade de 0.5 mm/min., até a remoção do pino. A força máxima exigida para a remoção do pino foi registrada e as médias foram submetidas à análise estatística. Os pinos cimentados com fosfato de zinco apresentaram retenção muito maior do que os cimentados com Enforce. Com relação à influência do cimento com eugenol (EndoFill) sobre a retenção dos pinos, houve diferença estatística significativa somente entre os grupos cimentados com Enforce: nos canais preenchidos com EndoFill + guta-percha a força de adesão foi menor do que nos canais cimentados apenas com guta-percha. Assim, concluíram que o cimento de fosfato de zinco mostrou maior retenção dos pinos do que o cimento de resina. Este estudo sugere que os cimentos contendo eugenol interferem nas propriedades adesivas do cimento resinoso.

Baldissara *et al.* (2006) avaliaram o efeito de irrigantes e cimentos endodônticos sobre a resistência de união de pinos de fibras com e sem fadiga cíclica. 50 dentes humanos unirradiculares receberam cinco diferentes tratamentos endodônticos. Os pinos foram cimentados utilizando uma resina composta *flowable* autopolimerizável e adesivo de três passos. 5 amostras de cada grupo sofreram 2 X 10<sup>6</sup> ciclos de 37.5N. E 200 seções foram submetidas ao “push-out test”. Os dentes submetidos à fadiga cíclica e que foram tratados com cimento contendo eugenol mostraram as menores forças de adesão. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos que não sofreram fadiga

cíclica. A interface pino/cimento demonstrou ser mais fraca do que a interface cimento/dentina. Entretanto, as amostras que sofreram fadiga cíclica, apresentaram maior ocorrência de fracasso na interface cimento/dentina. Vários fatores também foram observados e discutidos neste trabalho, como por exemplo: a ação do NaOCl e EDTA sobre a dentina a ser condicionada; a dificuldade clínica de se remover a dentina contaminada por eugenol do interior do canal; a utilização de uma resina autopolimerizável para diminuir os efeitos da contração de polimerização e contornar os efeitos inerentes ao fator C; e ainda a constatação de que o stress mecânico compromete a adesão ao longo do tempo, o que faz pensar na teoria de que a resistência friccional é bastante importante para a resistência ao deslocamento do pino.

Vano *et al.* (2006) testaram se pinos devem ser colocados imediatamente após o término do procedimento endodôntico ou num momento posterior, após a presa do cimento. Neste estudo *in vitro*, a preparação do espaço para o pino e sua cimentação foram realizadas imediatamente (Grupo 1), 24hs (Grupo 2), e 7 dias (Grupo 3) após a obturação do canal. Um grupo controle (Grupo 4) sem obturação de canal foi incluído. Cada grupo então foi dividido em 3 subgrupos de acordo com o tipo de pino e material utilizado na cimentação. O “*push-out test*” foi realizado para avaliar a resistência de união entre o pino e a dentina radicular. Diferenças significativas nas forças de união foram observadas em relação aos fatores: intervalo de cimentação e tipo de pino. A resistência de união do Grupo 1 foi significativamente menor do que dos demais grupos. Clínicos devem ser cautelosos na cimentação de pinos imediatamente após o término da obturação com cimentos à base de eugenol. A cimentação após a completa presa do cimento demonstrou melhores resultados de união, independentemente do tipo de pino de fibra empregado.

Huber *et al.* (2007) realizaram um estudo para comparar a força de adesão de pinos endodônticos cimentados com diferentes cimentos resinosos e também avaliaram se as forças de adesão variavam com a espessura do cimento. Nesta pesquisa, 48 canais foram preparados usando instrumentos rotatórios NiTi,

obturados com guta percha e AH Plus e preparados para a cimentação de pinos usando Panavia F, Parapost Cement, SuperBond e Unicem Rely X. Todas as raízes foram seccionadas em fatias de 0.7mm e fotografias digitais de cada fatia foram analisadas usando “Scion Image” para medir a área de superfície do cimento. As fatias de raiz foram forçadas a falhar em 1 mm/minuto usando “push-out test.” As forças de adesão foram calculadas como resistência à fratura dividida pela área de superfície aderida. Uma análise estatística foi realizada para verificar a influência da espessura dos cimentos sobre as forças de adesão. As amostras fraturadas foram ainda observadas em MEV. As forças médias do teste foram: Panavia F (8.8 + 3.6 MPa), Parapost Cement (9.1+ 4.4 MPa), SuperBond (14.6 + 2.9MPa) e Rely X Unicem (12.4 + 3.3MPa). Panavia F e Parapost Cement não foram significativamente diferentes entre eles, porém ambos apresentaram resultados significativamente abaixo que SuperBond e Rely X Unicem. Embora havendo grande variação na espessura do cimento, a cimentação de pinos de fibra com espessuras maiores de cimento não afetaram o desempenho de adesão dos cimentos aplicados sobre a dentina dos canais radiculares. Os resultados confirmaram a superioridade dos cimentos autopolimerizáveis sobre os cimentos duais.

Perdigão *et al.* (2007) analisaram o efeito do grau de disparidade entre o espaço para pino e o diâmetro do pino na força de união de um pino de fibra reforçado por resina. Para tanto, utilizaram 32 incisivos centrais e caninos superiores, que foram endodonticamente tratados e obturados com guta-percha e cimento AH26<sup>®</sup>. Após 1 semana, os dentes foram desobturados a 8mm da junção amelocementária, com instrumento aquecido, e foram divididos em 4 grupos: 1 - canal preparado com uma broca DT Light Post<sup>®</sup> #1; 2 - canal preparado com uma broca DT Light Post<sup>®</sup> #2; 3 - canal preparado com uma broca DT Light Post #3<sup>®</sup>; 4 - canal preparado com uma broca Gates Glidden #6. Um pino DT Light Post<sup>®</sup> #1 foi cimentado no canal utilizando adesivo One-Step<sup>®</sup> e cimento resinoso quimicamente polimerizável Hi-X<sup>®</sup>. Um teste push-out foi realizado em três secções de cada raiz para medir as forças de união. Dois dentes extras de cada

grupo foram restaurados da mesma forma e processados para observação em MEV. As medidas obtidas para cada grupo foram: grupo 1 - 15,7MPa±6,9; grupo 2 - 14,7MPa±6,5; grupo 3 - 14,0MPa±5,0; grupo 4 - 14,0MPa±5,1. O tamanho do espaço para pino não apresentou diferença significativa em valores médios de força de união. Quanto à região radicular, o terço coronal (17,5MPa±6,0) teve médias de força de união significativamente maiores que o terço apical (12,3MPa±6,0). O terço médio (14,0MPa±5,3) teve médias de força de união sem diferença estatisticamente significativa em relação ao coronal e ao apical. Na observação em MEV, algumas áreas do sistema de canais ainda apresentaram resíduos de guta-percha, o que resultou na desunião da interface cimento-dentina. Foram observadas áreas localizadas de hibridização incompleta em todos os grupos. Os pesquisadores concluíram que o diâmetro do espaço para pino não afetou as forças de união, que a união no nível coronal é mais confiável em relação ao nível apical, e que a presença de guta-percha residual e deficiência na hibridização dentinária podem resultar em selamento deficiente da interface resina-dentina.

Coniglio *et al.* (2008) compararam o efeito de duas brocas e cinco regimentos de limpeza na remoção de resíduos do espaço para pino intrarradicular, procurando verificar se havia diferença estatística entre eles. Cem pré-molares extraídos foram instrumentados e obturados através da compactação vertical a calor da guta-percha e cimento CRCS<sup>®</sup> (Coltène/Whaledent Inc, Cuyahoga Falls, OH, USA). Os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com a broca utilizada na remoção do material obturador e preparo do espaço para pino: A – broca Largo (Dentsply, St Quentin en Yvelines, France); B – broca MTwo-PF<sup>®</sup> (Sweden&Martina, Due Carrare, Padova, Italy); estes grupos foram divididos aleatoriamente em 5 subgrupos de acordo com o regimento de limpeza utilizado: 1 – EDTA a 17%; 2 – irrigação ultrassônica; 3 – irrigação ultrassônica + EDTA a 17%; 4 – ácido fosfórico a 36%; 5 – água destilada (grupo controle). As peças foram seccionadas no sentido mesiodistal, expostas à MEV, e as imagens analisadas nos terços em questão, de acordo com a presença de lama dentinária

e túbulos dentinários abertos. Como resultados, obtiveram que os subgrupos 1, 3 e 4 apresentaram valores comparáveis de túbulos abertos para ambas as brocas, e nível de lama dentinária semelhante após o uso da broca MTwo-PF<sup>®</sup>. Os subgrupos 2 e 5 tiveram desempenho significativamente pior. Chegaram à conclusão de que as brocas Largo e MTwo-PF<sup>®</sup> foram igualmente efetivas na limpeza do espaço para pino, especialmente quando acompanhadas de irrigação ultrassônica + EDTA. Os autores relatam que a broca Largo é um método amplamente utilizado na remoção do material obturador dos espaços para pino, mas que pode provocar desgastes excessivos no canal, enquanto a nova broca MTwo-PF<sup>®</sup> teria uma ação mais conservadora, por ter extremidades não-cortantes.

Menezes *et al.* (2008) realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi testar a hipótese de que a composição do cimento endodôntico e o tempo decorrido entre a obturação do canal e a fixação do pino de fibra de vidro interferem na adesão à dentina intrarradicular. Sessenta raízes de incisivos bovinos foram divididas em 5 grupos (n=12): CI - não obturados; SI - obturados com um cimento a base de hidróxido de cálcio (Sealer 26<sup>®</sup>), e fixação imediata do pino; S7 - obturados com Sealer 26<sup>®</sup> e com fixação do pino após 7 dias; EI - obturados com cimento a base de OZE (EndoFill<sup>®</sup>), e fixação imediata do pino; E7 - obturados com EndoFill<sup>®</sup> e com fixação do pino após 7 dias. O preparo para pino foi realizado com a remoção do material endodôntico com instrumento aquecido em 10mm, complementando com uma broca #5 (GS Brasil, SP, Brasil) de 1,5mm de diâmetro. Os espaços receberam condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15s, aplicação do sistema adesivo Adper Scotchbond<sup>®</sup>, seguida pela aplicação de cimento resinoso RelyX ARC<sup>®</sup> no canal, inserção do pino Reforpost<sup>®</sup> #3 limpo com álcool a 70% e silanizado. Após 3min da inserção do pino foram fotopolimerizadas todas as paredes por 40s cada. Submetidos ao teste *push-out*. Obtiveram que o grupo EI foi associado com uma redução significativa da força de união independente da região radicular. Concluíram que o cimento EndoFill<sup>®</sup> interferiu negativamente na adesão à dentina radicular em todos os terços, possivelmente pela inibição da

polimerização da resina e adesivo pelo grupo hidróxi presente no eugenol, que tende a bloquear a reatividade dos radicais responsáveis pela reação. Com a fixação tardia do pino, em E7, os valores aumentaram, provavelmente devido à redução da interferência do eugenol após este período. As forças de adesão decresceram da coroa para o ápice em todos os grupos.

Alomari *et al.* (2011) com objetivo de avaliar o efeito do comprimento e diâmetro do pino sobre o remanescente de dentina de incisivos centrais e laterais superiores, seccionou no comprimento de 5 e 7 mm do ápice 25 dentes de cada tipo, registrando imagens e medindo o remanescente de dentina, antes e após o preparo do espaço para pino, em oito locais: vestibular, mesial, distal, palatal, mesio-vestibular, disto-vestibular, mesio-palatal e disto-palatal. Os dentes divididos em cinco grupos (n=5) conforme a broca utilizada no preparo do espaço para pino: grupos de 1 a 4 brocas Parapost calibres 4.5, 5, 5.5 e 6 respectivamente. E grupo 5 broca Gates Glidden 4. Os resultados mostraram que ambos, os dentes e comprimentos, tiveram diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) de espessura do remanescente de dentina antes e após o preparo de espaço para pino em todos os locais. A média de dentina removida foi de 0,20 a 0,52 mm. Em todos os grupos e para ambos os dentes algum espécime tinha menos de 1 mm de remanescente de espessura de dentina. Concluindo que os pinos devem ser usados com cuidado em raízes de incisivos superiores obturadas.

Ferreira *et al.* (2011) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro reforçados por um compósito restaurador à dentina radicular quanto ao preparo do espaço para pino posterior ou prévio ao tratamento endodôntico. Foram utilizadas 30 raízes de incisivos bovinos distribuídas aleatoriamente em dois grupos (n = 15), segundo o tratamento já aplicado para a instalação dos pinos: grupo 1 – com preparo do espaço para o pino posterior ao tratamento endodôntico; grupo 2 – com preparo do espaço para o pino prévio ao tratamento endodôntico. Os canais radiculares foram preparados com uma sequência de limas rotatórias de níquel-titânio K3 (Sybron Endo, Sybron Dental) da 15/06 até 55/06 em 14 mm, irrigados soro



fisiológico (NaCl) 0,9% e, como substância química auxiliar, a clorexidina gel 2% e EDTA 17% ao final. Obturados com cones de guta-percha e óxido de zinco e eugenol. Os pinos foram cimentados nos espaços intrarradiculares e cortes de 2 mm foram realizados nas regiões cervical (C), média (M) e apical (A) para a aplicação do ensaio push-out. A resistência de união foi calculada em MPa, e os dados foram analisados estatisticamente pela Anova e pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Resultados: As médias obtidas foram (MPa  $\pm$  DP): G1C  $-4,0 \pm 6,0$ ; G1M  $-3,5 \pm 2,9$ ; G1A  $-7,2 \pm 6,3$ ; G2C  $-12,7 \pm 8,1$ ; G2M  $-11,6 \pm 10,2$ ; G2A  $-6,5 \pm 8,1$ . Os terços cervical e médio do grupo 2 tiveram as maiores médias, com diferença estatística em relação ao grupo 1. Para o terço apical, não houve diferença significativa entre os grupos. Eles também não apresentaram individualmente diferença estatística acerca de seus terços cervical, médio e apical. Concluíram que o preparo do espaço para o pino prévio ao tratamento endodôntico, com a técnica e substâncias utilizadas, resultou em maior resistência de união dos pinos de fibra de vidro reforçados por um compósito restaurador.

## 2.4 ADESÃO DENTINÁRIA

Em 1982, Nakabayashi *et al.* descobriram que a combinação de ácido cítrico 10% e cloreto de sódio 3% (solução 10-3) agia como um bom agente condicionante sobre esmalte e dentina. O sistema também consistia de resina 4-META/metil metacrilato-tri-*n*butil borano (MMA-TBB), era a capacidade de remover a camada de *lama dentinária* e desmineralizar o tecido dentinário. Através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi verificado que os monômeros resinosos penetravam em profundidade na dentina desmineralizada e polimerizavam ao redor das fibrilas colágenas, formando uma estrutura que foi denominada “camada híbrida”.

Ferrari *et al.* (2001) realizaram um estudo para avaliar a influência de

quatro procedimentos adesivos usados para cimentar pinos de fibra na formação de tags de resina, ramificações laterais e camada híbrida. As amostras foram divididas aleatoriamente em quatro grupos de dez. Grupo 1: passo único aplicado com um pequeno microbrush fornecido pelo fabricante + foto ativação + cimento resinoso DualLink; Grupo 2: passo único aplicado com microbrush fino+ foto-ativação + Dual Link; Grupo 3: passo único aplicado com microbrush pequeno + Dual Link; Grupo 4: All Bond 2+ foto-polimerização + C & B (como controle). Nos Grupos 1 e 2 o primer-adesivo de sistema “frasco único” foi foto-ativado antes da colocação do cimento resinoso e do pino, enquanto no Grupo 3 a combinação adesivo/cimento foi polimerizada através do pino translúcido (RTD, França). O exame microscópico das interfaces restauradas mostrou uma porcentagem maior de camada híbrida no Grupo 1, do que nas amostras dos grupos 2, 3 e 4. Nos Grupos 2, 3 e 4 a morfologia das camadas híbrida foi bem detectada e uniforme nos dois primeiros terços da raiz, enquanto no terço apical a camada híbrida não foi uniforme. Nos terços cervicais, não foram encontradas diferenças significativas nos grupos, mas os terços apical e médio do Grupo 1 mostraram mais tags de resina do que os outros grupos. No terço apical das amostras dos Grupos 2, 3 e 4, os tags de resina mostraram uma morfologia menos uniforme e mais curta do que nos outros dois terços. Concluíram que, clinicamente, deve ser usado um micro aplicador (microbrush) para cimentar pinos de fibra no canal radicular, pois quando ele foi usado o mecanismo de adesão criado entre a dentina radicular e o sistema adesivo foi uniforme e mais previsível.

Gaston *et al.* (2001) testaram a viabilidade de uma nova técnica de teste de microtração para medir a força de adesão de cimentos resinosos aos terços cervical, médio e apical dos canais radiculares. Foram criados espaços para pinos em dentes humanos extraídos, depois essas raízes foram desgastadas, criando uma superfície plana e expondo os canais para permitir a colocação ideal de um cimento resinoso (Panavia 21 ou C&B Meta-bond). Após serem armazenadas por 48 horas, secções de 1 mm de espessura foram realizadas para criar de 6 a 10 amostras por raiz. Aproximadamente 2 a 3

amostras do terço cervical, 2 a 3 amostras do terço médio e 2 a 3 amostras do terço apical de cada raiz. Cada uma das amostras foi testada até a fadiga em uma máquina de teste miniatura. Os resultados indicaram que ambos os cimentos resinosos produziram força de adesão alta (12–23 MPa), e que a força de adesão ao terço apical foi significativamente mais alta ( $p < 0.05$ ) do que a dos terços cervical e médio com qualquer um dos cimentos. Uma vez que a densidade dos túbulos dentinários diminui do terço cervical para o terço apical, parece que a adesão dentinária está mais relacionada à área de dentina sólida do que à densidade de túbulos. Também, comparando a forma de adesão dos dois cimentos, pode-se concluir que a adesão está mais bem relacionada às características estruturais da dentina do que à presença ou ausência de lama dentinária.

Koibuchi *et al.*, em 2001, avaliaram o efeito da espessura da camada de lama dentinária na resistência à tração à dentina humana, do Clearfil Liner Bond 2 - sistema autocondicionante de 2 passos. Após os ensaios, as falhas foram observadas por meio de MEV. Os autores concluíram que quanto mais espessa a camada de lama dentinária mais prejudicada fica a adesão.

Goracci *et al.* (2004) compararam as forças de adesão do pino de fibra à parede do canal radicular pelos testes de microtração e cisalhamento por extrusão (*push-out*). Os autores relatam que achados clínicos indicam que quando o pino de fibra se solta, uma falha adesiva na interface cimento/dentina é envolvida na maioria dos casos. Encontraram grande número de falhas prematuras e um alto desvio padrão no teste de microtração, o que torna questionável a confiabilidade desta técnica. Com o teste de push-out nenhuma falha prematura ocorreu, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável, e as diferenças regionais na resistência de união entre os níveis de raiz pode ser avaliada. Valores relativamente baixos de resistência de união foram registrados para pinos de fibra cimentados. Em conclusão, ao medir a resistência de união de pinos de fibra cimentados, o teste de push-out, parece ser mais confiável do que a técnica de microtração.

Grandini *et al.* (2004) elaboraram um estudo para avaliar a capacidade de dois procedimentos de cimentação de pinos translúcidos de fibra de vidro na formação de tags de resina, e zonas de interdifusão de dentina e resina (camada híbrida). Foram selecionados quarenta dentes tratados endodonticamente. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de 10: Grupo 1: adesivo One Step + polimerização 20s + cimento dual Duo-Link + polimerização 20s; Grupo 2: One Step sem polimerização + cimento dual Duo-Link + 30s; Grupo 3: One Step sem polimerização + cimento dual Duo-Link + 60s; Grupo 4: One Step sem polimerização + cimento dual Duo-Link + 90s. Em todos os procedimentos de cimentação ocorreu a formação de camada híbrida. Entretanto, o exame das interfaces adesivas através de microscópio revelou que a porcentagem de formação de camada híbrida foi significativamente maior no grupo 1 do que nos outros três grupos. Houve formação de tags de resina em todos os grupos. O formato de cone, característico dos tags de resina, foi notado no terço cervical e médio de todos os grupos, e no terço apical do grupo 1. O terço apical exibiu comprimento menor e aparência menos uniforme dos tags de resina nos grupos 2, 3 e 4. Portanto, neste estudo de laboratório, ao cimentar um pino de fibra em um canal, o procedimento de cimentação que incluiu a polimerização do adesivo antes da colocação do cimento foi mais satisfatório do que o que envolveu a polimerização do adesivo e do cimento simultaneamente.

Hashimoto *et al.* (2004) avaliaram a extensão da penetração de água nas interfaces de resina/dentina antes e depois de serem seladas com adesivos. Neste estudo foram usados quatro sistemas simplificados de adesivos (2 de condicionamento total/enxágüe: Single Bond - 3M; Prime&Bond NT - Dentsply; e 2 de primers autocondicionantes: Clearfil Protect Bond – Kuraray; Adper Prompt L-Pop – 3M). Discos de dentina, preparados a partir de terceiros molares hígidos extraídos, foram colocados em uma câmara segmentada, com água, para medir o movimento *in situ* de fluido na dentina, com e sem pressão fisiológica, durante o procedimento de adesão e 24 h após a adesão. O movimento do fluido através da dentina ocorreu via túbulos dentinários após o condicionamento com ácido. Foram

observados grandes trocas de fluído na dentina, com movimentos para fora e para dentro dos túbulos, durante a secagem a ar e polimerização do sistema adesivo. A quantidade de fluidos que se move na interface dentina/resina, após a polimerização, foi muito maior quando foram usados os adesivos de condicionamento total/enxágüe do que quando foram usados os adesivos de autocondicionamento. O efeito condicionante mais leve dos primers ácidos permitiu a retenção de smear-plugs nos túbulos dentinários, que reduziu o fluxo para fora, resultando em um selamento superior da dentina.

Lopes *et al.* (2004) estudaram a força de adesão à dentina de canais radiculares e de câmaras pulpares com duas estratégias adesivas: sistemas com primers autocondicionantes e sistemas de condicionamento total. As câmaras pulpares de quatro caninos humanos foram acessadas e os canais radiculares preparados. Os dentes foram cortados em duas metades paralelas em seu longo eixo e então divididos em dois grupos: SE: Clearfil SE Bond + AP-X (Kuraray, Japan) e SB: SingleBond + Filtek Z250 (3M ESPE, USA). Após 24hs de armazenamento em água, os espécimes foram cortados perpendicularmente em discos de 1mm de espessura. Foram selecionadas três amostras de dentina de canal radicular cervical (R) e três amostras de dentina de câmara pulpar (C), para que fossem realizados os testes de adesão e os dados fossem analisados estatisticamente. As forças de adesão em MPa foram: SB. C = 25.3 (+ 6.5)a; SB.R = 16.9 (+6.0)b; SE.C = 16.9 (+ 3.4)b; SE.R = 16.8 (+ 5.3)b. Quando os dados foram separados de acordo com a região dentinária: as amostras de dentina de câmara pulpar apresentaram resultados significativamente maiores de força de adesão do que as amostras de dentina intra-radicular. A adesão à câmara pulpar usando SB foi estatisticamente maior do que à adesão intra-radicular tanto com SB quanto com SE. Com relação à adesão radicular os sistemas obtiveram desempenhos semelhantes. Portanto, a técnica de condicionamento ácido total resultou em maior força de adesão para a dentina da câmara pulpar. A adesão à dentina intra-radicular e à dentina intracoronal pareceram ser mais críticas do que a adesão à dentina superficial externa.

Da Silva *et al.* (2005) realizaram um estudo para avaliar a força de adesão de um cimento resinoso usado para cimentar pinos de fibra de carbono, quando brocas (#1 e 2 do sistema C-Post, Bisco, USA) e 4 substâncias diferentes foram usadas na preparação do espaço do pino. Quarenta caninos humanos foram tratados endodonticamente, e após, preparados para a colocação de pinos. Foram usadas quatro substâncias com as brocas de preparo: G1 - solução salina, G2 - clorexidina gel 2%, G3 - EDTA/NaOCl e G4 - xylene. Os pinos de fibra de carbono (C-Post) foram cimentados com Allbond2 e Hi-X. Então, os pinos foram removidos com forças de tração. Os grupos de clorexidina (G2) e xylene (G4) obtiveram valores médios de força de adesão superiores estatisticamente que dos outros grupos. Não houve diferença estatística entre os grupos 2 e 4. O estudo concluiu que o xileno e a clorexidina são substâncias boas para a preparação de espaços de pinos, mas a segunda tem a vantagem de ter atividade antimicrobiana e baixa toxicidade.

Goracci *et al.* (2005) realizaram um estudo cujo objetivo foi medir a adesão entre dois tipos de pinos pré-fabricados translúcidos FRC (FRC Postec, Ivoclar-Vivadent, FRC; Light-Post, RTD, LP), e dois tipos de compósitos flow utilizadas como materiais de núcleo (UnifilFlow, GC, UF; Fluxo Tetric, Ivoclar-Vivadent, TF), com ou sem a aplicação de um silano (Monobond-S, Ivoclar-Vivadent, S) na superfície pino. A resistência de união na interface entre pino e núcleo foi medida com a técnica de não-corte de microtração. Trinta a trinta e cinco espécimes em forma de viga por grupo foram obtidos a partir de cilindros de material do núcleo, que tinha sido construído ao redor do pino, progressivamente, adicionando pequenos incrementos de resina composta. Cada amostra foi carregada de tensão até a falha em qualquer interface pino-núcleo. As diferenças na resistência de união interfacial entre os grupos foram testadas para significância estatística com a ANOVA de duas vias. A análise estatística revelou que a silanização do pino teve um efeito significativo na adesão ( $p < 0,05$ ). Com qualquer combinação de pino e materiais de núcleo testados, a aplicação de um silano na superfície pino antes de construir o núcleo aumentou significativamente

a resistência de união pino-núcleo.

Shirai *et al.* (2005) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o efeito da tensão da contração da polimerização sobre a durabilidade da adesão. A efetividade da adesão foi avaliada através de um teste da força de adesão por microtração ( $\mu$ TBS) e através de MEV. Foram determinados os valores do  $\mu$ TBS nas superfícies planas da dentina e nas cavidades padrão (após 1 dia e 1 ano de armazenagem em água). Foram utilizados seis adesivos, representando todas as classes: 2 adesivos de condicionamento ácido total (etch-and-rinse): (OptiBond FL, Kerr; Scotchbond 1, 3M ESPE), 2 adesivos autocondicionantes: (Clearfil SE Bond, Kuraray; Adper Prompt, 3M ESPE) e 2 ionômeros de vidro (Fuji Bond LC, GC; Reactmer, Shofu). O adesivo OptiBond FL três passos convencional aderiu à dentina de maneira mais efetiva e mostrou ser insensível a tensão da contração da polimerização e à degradação por água. O adesivo Clearfil SE Bond dois passos autocondicionante foi o que mais se aproximou da efetividade da adesão superior (OptiBond FL) e só perdeu levemente a força de adesão após 1 ano de exposição à água. O adesivo Scotchbond 1 dois passos etch-and-rinse e o adesivo Adper Prompt um passo autocondicionante mostrou-se muito sensível à configuração da cavidade e aos efeitos do envelhecimento na água. O adesivo de ionômero de vidro modificado por resina Fuji Bond LC dois passos sofreu apenas com a tensão da contração, mas não por um ano de exposição à água. Foi surpreendente o aparente poder de recuperação do adesivo de ionômero de vidro modificado por resina Reactmer um passo quando armazenado na água por um ano, apesar de apresentar  $\mu$ TBS muito baixo de 1 dia. Os procedimentos simplificados de adesão não implicaram em um desempenho melhorado de adesão, especialmente em longo prazo.

O objetivo deste estudo de Yoldas & Alaçam (2005) foi avaliar a profundidade da polimerização da resina composta em canais radiculares simulados através de pinos de plástico que transmitem luz, pinos reforçados com fibra de vidro e método de foto-polimerização convencional. Trinta cilindros de plástico preto medindo 15 mm de comprimento com diâmetro interno de 4 mm

foram divididos em três grupos. Os canais simulados foram preenchidos com resina composta. Os pinos de plástico que transmitem luz e os pinos reforçados com fibra de vidro foram inseridos nos canais simulados e submetidos à fotopolimerização por 90 segundos. O grupo de controle foi polimerizado diretamente. Para garantir a mudança contínua das propriedades de microdureza através do aumento do comprimento do material, foi aplicado um teste de microresistência em 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm e 14 mm a partir da superfície exposta à luz. Os resultados mostraram um aumento significativo da microdureza dos compósitos de resina tanto com os pinos de plástico que transmitem luz quanto com os pinos compostos reforçados com fibra de vidro quando comparados ao grupo de controle. A microresistência do compósito de resina também foi significativamente mais alta com os pinos de plástico que transmitem luz do que com os pinos reforçados com fibra de vidro após 8 mm.

Akgungor & Akkayan (2006) avaliaram o efeito de diferentes sistemas de união dentinários e diferentes formas de polimerização na força de união entre pinos de fibra translúcidos (DT Light Post<sup>®</sup>) e dentina radicular em diferentes regiões da interface. Foram utilizados quarenta caninos superiores seccionados no nível da união cimento-esmalte e os canais foram mecanicamente preparados e obturados com guta-percha e cimento livre de eugenol AH 26<sup>®</sup>. Os preparos para cimentação dos pinos foram realizados após 24h, removendo 10mm de obturação com instrumento aquecido e preparando o espaço com broca #3 do sistema do pino de fibra utilizado (DT Light Post<sup>®</sup> drill). Foram formados quatro grupos com sistemas de união diferentes: grupo 1 – fotopolimerizável Excite<sup>®</sup>; grupo 2 – dual Excite DSC<sup>®</sup>; grupo 3 – fotopolimerizável Clearfil Liner Bond<sup>®</sup>; grupo 4 – dual Clearfil Liner Bond<sup>®</sup>. Os pinos foram cimentados com o cimento Panavia F<sup>®</sup> seguindo a orientação dos fabricantes dos materiais. Os resultados quanto às regiões cervical, média e apical foram respectivamente: grupo 1 – 16,7MPa±3,2, 14,2MPa±2,9 e 7,1MPa±2,6; grupo 2 – 17,8MPa±3,3, 15,1MPa±3,5 e 7,6MPa±2,5; grupo 3 – 19,4MPa±4,9, 18,3MPa±3,9 e 17,1MPa±3,6; grupo 4 – 14,4MPa±2,0, 13,0MPa±2,4 e 12,2MPa±2,7. Os grupos 1, 2 e 4 não diferiram estatisticamente



entre si. Os valores das regiões cervical e média nos quatro grupos foram estatisticamente iguais entre si. Na região apical os valores dos grupos 1 e 2 são iguais entre si, porém, diferem estatisticamente dos valores dos grupos 3 e 4, os quais são estatisticamente iguais entre si. Os autores concluíram que a adição de uma substância ao sistema fotopolimerizável para torná-lo dual resultou em redução das forças de adesão. Concluíram também que, comparados com os sistemas de união de frasco único, os sistemas de primer autocondicionante e agente de união fotopolimerizável apresentam poder de união significativamente mais alta do pino à dentina, com uma camada híbrida relativamente fina.

Aksornmuang *et al.* (2006) realizaram este estudo para avaliar o efeito do tempo da foto-polimerização do adesivo sobre a força de adesão de uma resina dual para confecção de núcleos, usando adesivos fotopolimerizável e dual de primers autocondicionantes. Os espaços dos pinos foram preparados em pré-molares extraídos e então a dentina radicular foi tratada com um dos procedimentos de adesão: (1) Clearfil SE Bond Primer/Bond (SE), (2) Nano-Bond Primer/Photocure adhesive (PNB), (3) Nano-Bond Primer/Dual-cure adhesive (DNB). A foto-polimerização foi executada por 10 ou 20 segundos em uma direção coronal. Os espaços dos pinos foram então preenchidos com resina composta dual (Build-It FR) e polimerizada por 60 segundos. Após a armazenagem por 24 h, cada espécime foi dividido em 8 discos que foram então submetidos ao teste de força de adesão por microtração ( $\mu$ TBS). Os dados do teste de força de adesão foram divididos em regiões apicais e coronais e analisados estatisticamente. Os resultados do teste  $\mu$ TBS dos sistemas adesivos fotopolimerizáveis, SE e PNB, diminuíram significativamente na região apical com o tempo de foto ativação de apenas 10 segundos. Entretanto, a força de adesão do grupo SE aumentou significativamente em ambas as regiões, apical e coronal, quando o tempo de fotopolimerização foi estendido para 20 segundos. Não houve diferença no teste  $\mu$ TBS do sistema adesivo foto-ativado PNB por 20 s e o sistema adesivo dual DNB. Assim, concluiu-se que os sistemas adesivos fotopolimerizáveis podem ser utilizados em dentina radicular, desde que o tempo de ativação seja suficiente; no

caso dos sistemas testados nesta pesquisa, um tempo de 20 segundos de polimerização coronal foi eficiente.

Fonseca *et al.* (2006) realizaram um trabalho cujo objetivo foi avaliar *in vitro* a retenção de pinos intrarradiculares variando-se a técnica de aplicação do agente adesivo e do cimento resinoso dual no espaço protético preparado para o pino. Sessenta caninos superiores tratados endodonticamente tiveram os espaços protéticos preparados com broca Largo #6. Antecedendo as etapas da cimentação com o sistema Panavia F<sup>®</sup>, os dentes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos (n=30) conforme a técnica de aplicação do agente adesivo: com pincel tipo microbrush ou com pincel fornecido pelo fabricante do adesivo (controle). Cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n=10) segundo a técnica de aplicação do agente cimentante: com o próprio pino, com lentulo #40 previamente ao posicionamento do pino ou associação dos dois modos. Os pinos foram inseridos, mantidos sob pressão digital por 1min, e então as paredes foram fotopolimerizadas por 30s cada (vestibular, mesial, palatal, distal). Os resultados mostraram diferença entre as técnicas de aplicação do agente adesivo com microbrush (0,1740kN±0,04) e pincel (0,1369kN±0,04). Em relação à técnica de aplicação do cimento no interior do espaço protético, a da associação entre lentulo e pino (0,1787±0,03kN) foi estatisticamente diferente da lentulo (0,1461kN±0,065) e do pino (0,1416kN±0,03) isoladamente. As interações entre as técnicas de aplicação do agente adesivo e do agente cimentante apresentaram diferença estatística. Concluiu-se que as interações entre as técnicas que propiciaram os maiores valores da força de tração foram a aplicação do agente adesivo com microbrush, e aplicação do agente cimentante no canal com lentulo e também sobre o pino.

Fraga et al. (2006) se propuseram a identificar quais características seriam mais relevantes na obtenção de uma cimentação adequada de retentores intrarradiculares de fibra de vidro, considerando a umidade e a dificuldade de penetração da luz para a polimerização no interior dos canais. Foram utilizadas 30 raízes de dentes bovinos, que receberam tratamento endodôntico. Após a

obturação, o material no interior do canal foi removido com broca Largo #3, em 9mm de comprimento. Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 15s. Grupo A: recebeu o adesivo hidrofílico Opti-bond Solo Plus<sup>®</sup> em duas camadas. A seguir, foi aplicada a luz fotopolimerizadora por 20s. O cimento resinoso (Enforce<sup>®</sup>) foi colocado no canal, o pino fibra de vidro #3 (Reforpost<sup>®</sup>), silanizado, foi introduzido, receberam fotopolimerização por 40s. Grupo B: recebeu tratamento igual ao grupo A, porém com ativação do adesivo, através da mistura de uma gota do ativador (Optibond Activator<sup>®</sup>), para torná-lo dual. Grupo C: o tratamento ácido foi idêntico aos grupos anteriores, mas os canais foram tratados com um adesivo autopolimerizável de primeira geração, hidrofóbico (Concise<sup>®</sup>). Os espécimes foram submetidos a testes de tração. As medidas obtidas para cada grupo foram: grupo A: 13,24Kgf±3,9; grupo B: 19,83Kgf±4,3; grupo C: 8,29Kgf±2,8. Uma explicação para o resultado inferior do grupo A em relação ao B, pode ser a dificuldade de penetração da luz para a polimerização no interior dos canais. A utilização de um adesivo hidrofílico e de baixa viscosidade foi essencial para aumentar a capacidade de retenção de pinos de fibra de vidro fixados com cimento resinoso em canais radiculares. O uso de um ativador no sistema adesivo fotopolimerizável para torná-lo dual melhorou a eficácia desta retenção.

Perdigão *et al.* (2006) realizaram um estudo para avaliar o efeito do silano sobre a força de adesão de três pinos de resina reforçados com fibra. Cinquenta e quatro dentes, incisivos centrais e caninos, superiores humanos extraídos foram tratados endodonticamente. D.T. Light Post (DT, Bisco), FRC Postec (FR, Ivoclar Vivadent), e ParaPost Fiber White (PP, Coltène/Whaledent) foram inseridos usando sistemas adesivos resinosos fornecidos pelos respectivos fabricantes. Em cada grupo, metade dos pinos de fibra foi tratada com uma solução de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent). Testes de tração foram realizados em três seções diferentes de cada raiz para medir as forças de adesão. Os dados foram analisados estatisticamente. O uso do silano não resultou em qualquer diferença estatística significativa em qualquer nível da raiz. O terço coronal da raiz ( $17.5 \pm 6.7$ ) apresentou uma força de adesão estatisticamente

maior do que a do terço médio ( $12.9 \pm 6.8$ ) e a do terço apical ( $9.8 \pm 7.3$ ). Não houve diferença significativa entre as forças de adesão do terço médio e terço apical. O tipo dos pinos também não apresentou diferença estatisticamente significativa nas forças de adesão. Portanto, o uso do silano como agente de união não aumentou a força de adesão de nenhum dos três pinos de fibra usados neste estudo. Todos os pinos aderiram à dentina radicular com a mesma intensidade. A adesão é mais previsível no nível mais coronal da raiz.

Santos *et al.* (2006) avaliaram a influência de irrigantes endodônticos sobre os procedimentos de adesão à dentina da câmara pulpar. 70 coroas de incisivos bovinos foram utilizadas. As amostras foram divididas em 7 grupos, de acordo com a solução irrigante utilizada: G1 = cloreto de sódio 0.9% (controle), G2 = 5.25% NaOCl, G3 = 5.25% NaOCl + 17% EDTA, G4 = 2% solução de clorexidina, G5 = 2% solução de clorexidina + 17% EDTA, G6 = 2% clorexidina gel, G7 = 2% clorexidina gel + 17% EDTA. Após irrigação, foi utilizado o Clearfil SE Bond como sistema adesivo dentinário na câmara pulpar, seguido de restauração com a resina Filtek Z250. Seis blocos retangulares foram obtidos de cada amostra, onde a interface dentina/resina foi testada por tração. Houve uma diminuição significativa na força de adesão associada ao NaOCl. Enquanto que a irrigação com clorexidina não afetou a adesão.

Van Landuyt *et al.* (2006), concluíram em um estudo sobre os adesivos autocondicionantes de passo único, que eles são, sem dúvida, os mais fáceis de usar, mas estão também associados à adesão menos efetiva quando comparados aos adesivos de dois e três passos. Quando se quer melhorar a força de adesão, parece ser bem atraente a conversão do sistema de adesivo autocondicionante de passo único para um autocondicionante de dois passos acrescentando-se um passo de adesão, ou para um adesivo de condicionamento e enxágue, de três passos, acrescentando-se previamente um passo de condicionamento e depois um passo de adesão. O objetivo foi investigar se o acréscimo de passos de aplicação tem influência sobre a força de adesão dos adesivos autocondicionantes de passo único. A efetividade da adesão ao esmalte e à dentina de dois adesivos

experimentais autocondicionantes de passo único e três diferentes adesivos comerciais foi determinada usando um protocolo de teste de força de adesão por microtração. Este procedimento foi repetido para adesivos experimentais transformados em adesivos autocondicionantes de dois passos e adesivos de condicionamento- enxágue de três passos. A transformação de adesivos de passo único em adesivos autocondicionantes de dois passos realmente aumentou a força de adesão ao esmalte e à dentina, apesar do aumento não ser muito significativo. A força de adesão ao esmalte aumentou significativamente quando foi acrescentado previamente um passo de condicionamento, mas a força de adesão à dentina diminuiu consideravelmente. Esta diminuição deve ser atribuída à dificuldade de infiltração dos monômeros resinosos do adesivo autocondicionante de passo único na rede de fibrilas de colágeno exposta em relativa profundidade. A aplicação adicional de um agente de adesão hidrofóbico aumentou levemente a efetividade da adesão. A adição de um passo de condicionamento pode ser benéfica para o esmalte, mas deve ser evitada para a dentina porque diminuirá a força de adesão e pode até prejudicar a durabilidade da adesão.

Ceballos *et al.* (2007) estudaram a influência do modo de cura no comportamento mecânico dos cimentos resinosos utilizados para a cimentação de pinos de fibra, técnicas foram aplicadas para determinar o módulo de Young e dureza de espécimes em forma de disco de três tipos de cura de cimentos: química, foto e dual. Foram detectadas diferenças entre as medidas mecânicas realizadas dentro do sistema de pino-cimento-dentina e os realizados em laboratório em espécimes em forma de disco. A proximidade dos limites pino e dentina têm uma grande influência sobre o comportamento do cimento. Concluíram que o cimento foto exibe uma alta dureza e rigidez, mas com uma tendência mais acentuada a um frágil fracasso. O cimento curado quimicamente é o material com maior capacidade de suportar a deformação sem danos, apesar de sua dureza e módulo de elasticidade ser significativamente mais baixos. Cimentos duais apresentam a melhor combinação de propriedades.

Faria e Silva *et al.* (2007) avaliaram o efeito de um co-iniciador químico ou uma camada adicional de um adesivo mais hidrofóbico associado com adesivos dois passos condicione/enxágue ou passo único autocondicionante na força de adesão de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso dual ao canal radicular. E também avaliar o efeito da translucência do pino de fibra na força de adesão. Raízes bovinas foram endodonticamente tratadas e 10 raízes foram utilizadas para modo de aplicação do adesivo: PB (Prime&Bond 2.1), PB + SC (Self-cure activator) PB + SBM (Scotchbond Multipurpose adhesive system), BB (Brush&Bond), BB + CAT (Chemical catalyst), BB + SMB. Os Translucent Ligth-Post and Aestheti-Post foram cimentados. As raízes com os pinos cimentados foram seccionadas transversalmente nos terços: cervical, médio e apical. Foram realizados teste “push-out” e as modalidades de falhas das amostras fraturadas foram analisadas. Não houve diferença entre os pinos de fibra. Para PB e BB o uso da resina hidrofóbica adesiva SBM aumentou a força de união. O uso de SC e CAT não afetaram os valores de adesão. Os terços apicais apresentaram as menores forças de adesão. Apesar da retenção dos pinos de fibra estar relacionada predominantemente à fricção lateral, a técnica de aplicação adesiva foi fator determinante para a resistência das forças de adesão. O uso de catalisadores químicos com adesivos ácidos simplificados não melhorou a retenção dos pinos. Porém, o uso de uma camada adicional de adesivo hidrofóbico menos permeável pode ser uma alternativa considerável para melhorar a retenção de pinos de fibras.

Garcia *et al.* (2007) investigaram a influência do modo de ativação dos cimentos resinosos duais e a aplicação de um liner resinoso de baixa viscosidade recobrimo o primer autocondicionante sobre a força de adesão de adesivos dentinários. Foram testados três adesivos dentinários: (Single Bond; Prompt L-Pop e Clearfil SE Bond), seus respectivos cimentos de resina (RelyX ARC e Panavia F) e dois compostos de baixa viscosidade (Filtek Flow and Protect Liner F). A dentina sofreu abrasão úmida com papel SiC 600-grit e foi dividida aleatoriamente em 10 grupos. A resina de baixa viscosidade foi usada somente nos sistemas

autocondicionantes Prompt L-Pop e Clearfil SE Bond. Após armazenagem em água por 24 h, os espécimes foram submetidos ao teste de microcisalhamento. A foto polimerização dos cimentos resultou em forças de adesão significativamente maiores em todos os adesivos dentinários versus os grupos em que os cimentos somente autopolimerizaram. A aplicação do composto de viscosidade alta aumentou somente a força de adesão do Prompt L-Pop. Concluíram que a força de adesão dos cimentos resinosos à dentina diminui se a foto-ativação não for aplicada. O uso de liners resinosos de baixa viscosidade somente resulta no aumento da força de adesão nos os adesivos de autocondicionamento de passo único.

Reis *et al.* (2007) avaliaram a habilidade de sistemas adesivos com condicionamento ácido prévio e autocondicionantes em prevenir a nanoinfiltração induzida por tempo e água nas interfaces resina-dentina após um período de 6 meses de armazenagem. Cinco adesivos comerciais foram testados, abrangendo três diferentes estratégias de adesão aos tecidos duros dentinários: um sistema adesivo autocondicionante de frasco único (One-up Bond F<sup>®</sup> - OB); dois sistemas autocondicionantes de dois passos (Clearfil SE Bond<sup>®</sup> - SE, e um sistema contendo fluoreto antibacteriano, Clearfil Protect Bond<sup>®</sup> - CP); dois sistemas adesivos com condicionamento ácido prévio de 2 passos (SingleBond<sup>®</sup> - SB, e Prime&Bond NT<sup>®</sup> - PB). Os dois sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos mostraram pouca absorção de prata durante os 6 meses de experimento. Adesivos de condicionamento ácido prévio exibiram depósitos de prata predominantemente no interior da camada híbrida, que aumentou significativamente para o SB após armazenagem em água. O sistema adesivo autocondicionante de frasco único OB apresentou grande acúmulo de prata na camada híbrida e ramificações de água projetando-se na camada adesiva, que aumentaram em tamanho e quantidade após armazenagem em água. Após estocagem em óleo foi observada a redução de depósitos de prata nas interfaces em todos os grupos. Foram observados diferentes níveis de nanoinfiltração induzida por água para os diferentes protocolos de adesão. Os sistemas adesivos

autocondicionantes de 2 passos, especialmente aquele contendo fluoreto antibacteriano, mostraram a menor nanoinfiltração após 6 meses de armazenagem em água.

Sadek *et al.*, (2007) avaliaram as forças de adesão por microtração de diferentes compostos de resina usados como material de núcleo de preenchimento ao redor dos pinos de fibra. 40 Pinos-DT Light (RTD) foram divididos aleatoriamente em oito grupos de acordo com o composto de resina usado, incluindo dois materiais desenvolvidos especificamente para a construção do núcleo (compostos de baixa viscosidade com grande quantidade de carga): Grupo 1: Core-Flo (Bisco Inc.) e Grupo 2: UniFil Core (GC Corp.); três compostos híbridos: Grupo 3: Tetric Ceram (Ivoclar-Vivadent), Grupo 4: Gradia Direct (GC Corp.), Grupo 5: Bisfil 2B (Bisco, Inc.); e três resinas compostas tipo flow: Grupo 6: AEliteflo (Bisco, Inc.), Grupo 7: Filtek Flow (3M ESPE) e Grupo 8: UniFil Flow (GC Corp). Foi usado MEV para avaliar a interface dos cortes fraturados. Os compostos de resina apresentaram diferenças significativas sobre a força de microtração da adesão. Core-Flo mostrou maior força de adesão ( $11.00 \pm 0.69$  MPa), apesar de não ser muito diferente estatisticamente dos outros compostos resinosos específicos e híbridos. Os compostos tipo flow mostraram os menores resultados de adesão. Sob MEV, todos os compostos se adaptaram bem ao pino de fibra, com uma variável quantidade de falhas observadas nas interfaces dos compostos fraturados durante o teste. Apesar de conseguir boa adaptação à superfície dos pinos de fibra, a força de adesão é relativamente fraca. Os compostos resinosos específicos, de baixa viscosidade e alta quantidade de carga, e os compostos híbridos são alternativas melhores para construção do núcleo, do que o uso dos compostos tipo flow.

Tay *et al.* (2007) discutiram como o termo monobloco tem se tornado familiar na literatura endodôntica a partir do recente interesse na utilização da tecnologia adesiva à dentina na endodontia. Monoblocos endodônticos têm provocado discussões polêmicas entre acadêmicos e clínicos, como se os monoblocos fossem capazes de melhorar a qualidade do selamento em



obturações endodônticas ou conferir maior resistência às raízes. Embora o conceito de se criar uma unidade homogênea mecanicamente com a dentina radicular seja excelente em teoria, conseguir esse “monobloco ideal” em canais radiculares é mais fácil falado do que executado. Começando com a aplicação do sistema adesivo, a remoção ou penetração da lama dentinária, e a criação de uma efetiva camada híbrida, nem sempre são tarefas previsíveis do ponto de vista endodôntico. O controle da umidade intrarradicular; a colocação da correta quantidade de adesivo, sem extravasamento ou falta; a evaporação dos solventes hidrofílicos; o controle da permeabilidade do sistema adesivo; a compatibilidade química entre sistema adesivo e cimentos; e o desenho geométrico desfavorável em relação à liberação do stress da contração de polimerização são fatores que transformam o monobloco em um ideal, e não em um procedimento clinicamente previsível.

Wrbas *et al.* (2007) avaliaram a resistência de adesão à tração e o efeito da silanização de pinos de fibras com diferentes sistemas adesivos. 60 DT Light Posts (n.1) foram usados. 30 pinos receberam pré-tratamento com silano. Os pinos foram cimentados em canais artificiais feitos em dentina bovina. 6 grupos foram formados: G1 (Prime & Bond NT / Calibra), G2 (Monobond-S + Prime& Bond NT /Calibra), G3 (ED Primer / Panavia 21ex), G4 (Monobond-S + ED Primer / Panavia 21ex), G5 (Rely X Unicem), G6 (Monobond-S + Rely X Unicem). Os resultados médios da resistência de adesão à tração em MPa foram: 7.69 (0.85) para G1, 7.15 (1.01) para G2, 6.73 (0.85) para G3, 6.78 (0.97) para G4, 4.79 (0.58) para G5, e 4.74 (0.88) para G6. G1 obteve resistência de adesão significativamente maior do que G3 e G5; e G3 apresentou valores significativamente maiores que G5. A resistência de adesão à tração foi influenciada significativamente pelo tipo de sistema adesivo e cimento resinoso. Porém, a silanização da superfície dos pinos de fibra não demonstrou relevância clínica.

Bengtson *et al.* (2008) verificaram se a utilização da solução de digluconato de clorexidina a 2% antes da aplicação de sistemas de adesivos tem

influência na força de união entre a dentina de molares permanentes utilizando dois sistemas adesivos dentinários (convencional e autocondicionante). Foram utilizados quarenta terceiros molares humanos hígidos, com suas faces oclusais lixadas até a exposição de uma superfície plana de dentina. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de acordo com o sistema adesivo utilizado: G1 – controle Adper Single Bond 2<sup>®</sup>; G2 – controle Clearfil SE Bond<sup>®</sup>; G3 – desinfecção com clorexidina a 2% + Single Bond 2<sup>®</sup>; G4 – desinfecção com clorexidina a 2% + Clearfil SE Bond<sup>®</sup>. Um bloco de resina composta Filtek Z250<sup>®</sup> foi inserido na superfície dentinária e os dentes foram armazenados por 24h em água destilada. Os corpos-de-prova foram embutidos em tubos de PVC com resina acrílica quimicamente ativada. Posteriormente, cortes sequenciais paralelos e perpendiculares foram feitos, obtendo-se corpos de prova em forma de palito, com área de secção transversal de aproximadamente 0,8mm<sup>2</sup>, que foram tracionados em máquina de ensaios universal. Os resultados de resistência de união foram analisados estatisticamente. Foram obtidos discos de dentina de 3 dentes adicionais, para observação em MEV das superfícies submetidas aos mesmos tratamentos realizados para o teste de microtração. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas entre os grupos controle G1 (31,52±6,24) e G2 (42,88±2,31), e os grupos tratados com clorexidina G3 (34,41±6,92) e G4 (40,14±2,91). Os autores concluíram que a aplicação da solução de digluconato de clorexidina a 2% não interferiu na resistência de união dos sistemas adesivos convencional e autocondicionante à dentina de molares humanos.

D'arcangelo *et al.* (2008) avaliaram a força de união de três sistemas de adesivos, cimentos resinosos e pinos de fibra nos terços cervical, médio e apical da dentina do espaço para pino. Trinta dentes humanos unirradiculares tiveram as coroas removidas, foram alargados ao tamanho 25, taper 0,06, irrigados com NaOCl a 5%, e EDTA a 17%. Os canais foram obturados com guta percha termoplastificada e cimento EWT<sup>®</sup>. A obturação foi removida após 24h com instrumentos aquecidos. Três sistemas de pinos de fibra de vidro foram selecionados: Saremco Post Non-stop Fibre<sup>®</sup>, FRC Postec Plus<sup>®</sup>, e Anatomical

Post<sup>®</sup>. O preparo para pino foi realizado em 10mm com a broca fornecida pelos respectivos sistemas, e os pinos foram cimentados no interior dos canais utilizando os sistemas adesivos e cimentos resinosos fornecidos pelos respectivos fabricantes. Não houve interação significativa entre os fatores sistema pino-adesivo-cimento e região radicular. Os valores mais altos de resistência de união foram encontrados no terço cervical para todos os grupos. Os terços médio e apical exibiram resistência de união similares sem diferença estatística entre eles. As marcas Saremco<sup>®</sup> e Precision<sup>®</sup> apresentaram as maiores forças retentivas, enquanto que a Ivoclar<sup>®</sup> apresentou os menores valores. Houve prevalência de falhas entre cimento e pino e mistas. Concluíram que o tipo de sistema pino-adesivo-cimento, bem como a região do canal radicular possuem efeito significativo na retenção dos pinos de fibra, e que a região cervical foi caracterizada por valores de força de união significativamente maiores.

Kawagoe (2010) realizou um estudo com o objetivo analisar a resistência e a longevidade adesiva de 2 sistemas (Scotchbond Multi Purpose e Clearfil SE Bond), aplicados em dentina radicular bovina tratada com diferentes substâncias químicas auxiliares (clorexidina gel 2%, EDTA a 17% e hipoclorito de sódio (NaOCl) 5,25% associado ou não ao ascorbato de sódio 10%), além de avaliar a importância das fibrilas colágenas na adesão. Após imersão em água, em intervalos de 1 dia e 1 ano, foram realizados os testes de cisalhamento por extrusão. O controle de longevidade permaneceu imerso em óleo mineral por 1 ano. Concluindo que: O sistema Scotchbond Multi Purpose apresentou os melhores resultados. O NaOCl reduziu os valores de resistência adesiva imediata, quando utilizado como substância química auxiliar ou quando empregado na desproteinização. O uso do ascorbato de sódio após a utilização do NaOCl restabeleceu os valores de adesão. A desproteinização e a aplicação de clorexidina conservaram os valores de resistência adesiva inalterados após 1 ano.

O trabalho de Campos *et al.* (2011) teve como objetivo avaliar, *in vitro*, a influência das substâncias químicas utilizadas durante o preparo endodôntico na força de tração do cimento resinoso Rely-X (3M, Sumaré, Brasil) na dentina

radicular bovina. O estudo contou com 72 incisivos inferiores bovinos padronizados em 10 mm e incluídos em resina. Foram criados, de forma aleatória, 6 grupos de 12 componentes para receber as seguintes soluções químicas: Grupo 1 – 10ml de digluconato de clorexidina gel a 2% + 100 ml de água destilada; Grupo 2 – 100ml de hipoclorito de sódio a 0,5%; Grupo 3 – 100ml de hipoclorito de sódio a 1%; Grupo 4 – 100ml de hipoclorito de sódio a 2,5%; Grupo 5 – 100ml de hipoclorito de sódio a 5,25%; Grupo 6 – 100ml água destilada. Para o Grupo 1 foi realizado aplicação de clorexidina gel com o auxílio de seringa descartável. Após a aplicação de 1 minuto o espécime era lavado com água destilada, e esse procedimento se repetiu até totalizar 10 minutos. Então os espécimes foram secos e imersos em solução de EDTA por 3 minutos, e depois lavado com água destilada. Os resultados segundo o teste de Kruskal-Wallis há um efeito significativo das soluções irrigadoras sobre a força de tração; e o teste de Wilcoxon mostrou que as médias verdadeiras de força das soluções irrigadoras com hipoclorito de sódio são significativamente maiores que as médias verdadeiras dos grupos irrigados com gel de clorexidina e água. Concluiu-se, portanto, que o hipoclorito de sódio nas concentrações testadas aumenta a força de adesão do cimento resinoso na dentina de forma significativa frente água destilada e gel de clorexidina a 2 %, em testes de tração.

Cecchin, *et al.* (2011) investigaram os efeitos do pré-tratamento de clorexidina gel e etanol sobre a resistência de união e a durabilidade da adesão do pino de fibra reembasado com resina composta à dentina radicular. Sessenta raízes dos incisivos bovinos foram divididas em quatro grupos: irrigação com solução fisiológica (controle), 5 minutos com clorexidina, 1 minuto com etanol, e 5 minutos com clorexidina seguido por um minuto com etanol. Os pinos de fibra reembasados com resina composta foram cimentados com RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN) e um sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray, Kurashiki, Japão). Os resultados após o teste de cisalhamento por extrusão mostrou que os grupos de imediato apresentaram valores de resistência de união similares com ou sem pré-tratamento clorexidina e/ou etanol ( $P>0,05$ ). Uma

diminuição significativa na resistência de união no grupo controle foi observada após 12 meses de armazenamento em água e óleo ( $P < 0,05$ ). O uso de clorexidina e/ou etanol preservou a resistência de união nos grupos armazenados em água e óleo por 12 meses ( $P < 0,05$ ). Concluindo que o pré-tratamento com clorexidina e/ou etanol foram capazes de preservar a resistência de união do pino de fibra reembasado com resina composta a dentina radicular por 12 meses.

Souza *et al.* (2011) procuraram avaliar a resistência de união da interface adesiva de pinos de fibra de vidro com a dentina, fixados com três tipos de cimentos, além de comparar as diferenças de resistência de união para cada sistema de cimento em três regiões diferentes da raiz. Para o estudo foram utilizados 24 dentes humanos unirradiculares, no qual tiveram suas raízes seccionadas na altura da junção amelocementária. Os canais foram tratados endodonticamente e armazenados em água destilada, após uma semana, foram desobturados em 9mm, deixando pelo menos 3mm de material apical. No grupo 1, foi utilizado cimento RelyX ARC e adesivo Single Bond, já o grupo 2, recebeu cimento Panavia 21 e adesivo ED Primer, e no grupo 3, foi introduzido cimento RelyX Unicem. Após a cimentação dos pinos, os espécimes foram armazenados em água destilada por 7 dias, e após foram submetidas a cortes, sendo que o primeiro corte foi a 1mm da porção mais cervical da raiz. Três secções foram obtidas para cada dente, classificados em terço cervical, médio e apical. Os corpos de prova foram submetidos a testes de cálculo da resistência de união e análise estatística, revelando que os cimentos de presa dual (RelyX ARC e RelyX Unicem) promoveram maior resistência de união entre o pino e as paredes das três porções do canal radicular comparado ao cimento quimicamente ativado (Panavia 21).

## 2.5 RETENTORES INTRARRADICULARES

Sorensen & Martinoff (1984), em um estudo que procurou correlacionar estudos retrospectivos clínicos e laboratoriais de 1273 dentes tratados endodonticamente e descobrir a significância clínica dos pinos de reforço e coberturas coronárias. Concluíram que os pinos não aumentaram a resistência à fratura dos dentes e que a cobertura coronária aumentou o índice de sucesso somente para dentes posteriores.

Em 2000, a revisão de literatura de Quintas *et al*, fazem uma consideração primária para dentes tratados endodonticamente que a perda da vitalidade pode levar a um decréscimo da resposta proprioceptiva. Há alguma evidência que o limiar de pressão diminui em 57% em dentes tratados endodonticamente, comparados a dentes vitais. Isso pode representar menor sensibilidade nos contatos oclusais e aumentar o potencial de stress nesses dentes, levando a fratura. E afirmam ainda que a colocação de um pino intracanal não reforça a estrutura dental, mas dá ancoragem radicular para retenção e resistência para a restauração coronal.

Segundo Stewardson (2001) os pinos intra-radiculares têm sido usados principalmente devido a duas razões: reforço da estrutura dental e retenção de restaurações e peças protéticas. Algumas pesquisas consideram que o dente tratado endodonticamente é mais fraco e necessita de um pino para reforçá-lo, mas outras pesquisas evidenciam que o pino pode contribuir para a fratura do elemento dental. Alguns fatores relacionados aos pinos podem predispor a fratura radicular, entre eles: espessura inadequada da dentina, uso de pinos cônicos, uso de pinos rosqueados e pinos de comprimento curto. Outros estudos têm sugerido que pinos radiculares têm um grande índice de fratura

Akkayan & Gülmez (2002) avaliaram a resistência e o modo de fratura de dentes endodonticamente tratados e restaurados com retentores intrarradiculares de titânio, fibras de quartzo, fibras de vidro e zircônia, divididos

em 04 grupos (n = 40) respectivamente. Os pinos foram cimentados com sistema adesivo de frasco único (Single Bond) associado a um cimento dual (Rely-X ARC). Foram confeccionados preenchimentos de resina sobre os pinos e cimentadas coroas metálicas com cimento de ionômero de vidro (Vitremmer). As amostras foram submetidas às cargas compressivas com ângulo de 130°. As médias de cargas que causadoras de fraturas foram de 66,95; 91,20; 75,90 e 78,91 Kg, respectivamente. Os autores concluíram que os pinos de fibras de quartzo apresentam resistência à fratura significativamente maior que os demais, ainda que os pinos de fibras de quartzo e de vidro apresentavam fraturas tratáveis, favoráveis ao reparo, enquanto nos de titânio e zircônia as fraturas foram catastróficas.

Num estudo de acompanhamento de 54 dentes reconstruídos com pinos de fibra de vidro e acompanhados durante três anos, Mannocci *et al.* (2002) acharam a ausência de fraturas sérias, somente a perda de cimentação de 2 casos, que foi relacionado com a flexibilidade do pino de fibra, e devido a ela, ocorrência de gaps entre o dente e o pino, e a sua decementação quando entrava em contato por longo tempo com água.

Pinos intrarradulares associados a núcleos contribuem em prover previsibilidade na restauração de dentes tratados endodonticamente. Na revisão de literatura feita por Fernandes *et al* (2003) chegaram à conclusão que o pino ideal deve preencher as seguintes características: propriedades físicas semelhantes à dentina, máxima retenção com mínimo desgaste de dentina, distribuição das forças funcionais através de toda raiz, estética compatível com a restauração definitiva e com os tecidos circundantes, mínimo stress durante a prova e cimentação, resistência ao deslocamento, boa retenção da parte coronal, fácil retratamento, compatível com a parte coronal, fácil uso, seguro e confiável e custo racional. O clínico deve ter conhecimento na seleção do tipo certo do sistema pino/núcleo para encontrar a necessidade biológica, mecânica e estética para cada dente.

Mitsui (2003) utilizando raízes bovinas reconstruídas com diferentes

sistemas de pinos intra-radiculares submetidos à ciclagem mecânica, observou que as raízes restauradas com núcleos metálicos fundidos apresentaram o maior valor médio de resistência a fratura, sendo diferente dos demais grupos analisados. É importante salientar que os padrões de fratura encontrados em dentes restaurados com núcleo metálico fundido é menos favorável, geralmente ocorrendo fratura da raiz dentária, enquanto para pinos pré-fabricados, a fratura ocorre na interface pino/núcleo de preenchimento.

Em Drummond & Bapna (2003) encontramos que a freqüente fratura radicular ou perda da cimentação, o compromisso com a estética e o questionamento da biocompatibilidade dos pinos metálicos criou muitas dificuldades para seu uso. O alto módulo de elasticidade e o resultante decréscimo da flexibilidade do dente e a pobre transferência força do pino a estrutura do dente são outras razões pelo alto índice de falha do sistema pino/dente.

Em um estudo de 30 meses de Malferrari *et al* (2003) que envolvia 205 pinos estéticos que foram cimentados em 180 dentes, ocorreram apenas 3 falhas, que envolvia somente 1,7% dos dentes tratados. Todas as três falhas ocorreram durante fases temporárias. Analisadas ao microscópio, foram descobertas que uma delas foi falha coesiva, devido à ocorrência de uma bolha no cimento e duas foram fraturas adesivas, causadas pelo rompimento adesivo entre a resina e a dentina, devido ao excesso de cimento resinoso, que seria a parte mais fraca do conjunto. Outra conclusão foi à facilidade de recolocação da restauração, pois em nenhum caso ocorreu à fratura radicular.

Pitel & Hicks (2003) comentam que por muitas décadas, pinos tem sido uma parte padrão do armamento dos dentistas para o tratamento de dentes tratados endodonticamente, e ainda há uma procura pelo material ideal, com design e propriedades físicas semelhantes ao dente. E cresceu muito a procura dos pacientes e o uso pelos profissionais por restaurações totalmente cerâmicas ou polímero reforçado, cabendo ao profissional saber utilizá-las. Recentes mudanças no campo da endodontia levaram a mudanças na forma do canal preparado ao fim de um tratamento endodôntico. Instrumentação manual com



alargadores e limas, com o uso da técnica step-back, estão gradualmente dando liberdade a técnica coroa-ápice e a instrumentação de sistemas sônicos. Isso levará certamente a canais com o *taper* aumentado, que darão efeito na seleção do tamanho e largura dos pinos intra-radiculares.

Alaçam *et al.* (2004) avaliando a microdureza de resina composta condensada como núcleo de preenchimento manualmente ou com ultrassom, concluíram que a resina condensada com ultrassom teve maior valor de microdureza e que após 3,5 mm de profundidade a microdureza diminuiu significativamente.

Para Genovese *et al.* (2005) a concentração do stress na interface entre o conjunto pino/núcleo e a coroa reconstruída pode causar trincas e destacamento da coroa por causa do significativo gradiente de tensão causado por grande diferença de dureza entre o material da coroa (metal ou porcelana) e o conjunto pino/núcleo (o módulo de elasticidade da porcelana é 10 vezes maior que a da resina composta). Pelas condições severas do teste (alta frequência, umidade relativa) foi achado que os pinos de fibras de carbono e quartzo são as restaurações mais eficientes em termo de prevenção de danos nas interfaces críticas. Genericamente falando, a magnitude do stress térmico irá depender da diferença entre a temperatura alcançada pelo dente restaurado e a temperatura natural da cavidade oral, assim como no coeficiente de expansão térmico e as propriedades elásticas do material restaurador, e deve ser considerado que os alimentos induzem trocas de temperatura e tem um papel importante no fracasso da restauração endodôntica. Em fato, a considerável diferença na condução térmica e o coeficiente de expansão térmica entre o material restaurativo e o tecido dental podem render uma distribuição heterogênea, gerando assim concentração de stress.

Kalkan *et al.* (2006) compararam a força de adesão de três sistemas diferentes de pinos de fibra de vidro. 60 dentes humanos unirradiculares foram preparados e obturados com guta-percha. Os sistemas utilizados foram: pinos de fibra de vidro opaco (Snowpost), translúcido (Fibermaster) e flexível (Everstick).

Um sistema autocondicionante (Clearfil Liner Bond). Um agente de cimentação com resina de polimerização dual (Panavia F) foi colocado no espaço dos pinos usando uma lentulo. A resistência de união foi medida após 24 h e após uma semana através do teste de cisalhamento por extrusão. Os valores variaram significativamente de acordo com o sistema de pinos usado. Os pinos de fibra de vidro opaco (SnowPost) e flexível (EverStick) mostraram valores mais altos de resistência de união do que os pinos translúcidos (FiberMaster). Em todos os sistemas de pinos foi formada distintamente uma zona híbrida com numerosos tags de resina localizados entre o material de cimentação e a dentina. Os pinos de fibra de vidro opaca (SnowPost) e flexível (EverStick) mostraram resistência de união similares, e os pinos translúcidos (FiberMaster) menores. Os maiores valores de resistência de união foram encontrados nos terços cervicais dos espaços dos pinos nos grupos translúcido e flexível e nos terços cervicais e médios dos espaços preparados para os pinos opacos.

Goracci *et al.* (2007) realizaram uma análise das provas laboratoriais sobre a capacidade de retenção dos pinos adesivos. Os dados foram coletados em artigos publicados ou avaliações em revistas especializadas listadas pela MEDLINE. Os ensaios pesquisados foram encontrados através da PubMed. Para coletar as evidências relevantes, foram usados os seguintes termos: bond (*adesão*) + fiber post (*pinos de fibra*) + in vitro; lut (*cimentação*) + fiber post + in vitro; push-out (*empurrar*) + fiber post; pull-out (*extrair*) + fiber post; microtensile (*microtração*) + fiber post. Também foram levados em consideração os “Links relacionados” e os artigos citados nos ensaios relevantes consultados inicialmente. No total, foram analisados setenta ensaios relevantes. A capacidade de retenção dos pinos adesivos foi testada através das técnicas de microtração, pull-out e push-out. Nos casos onde os trabalhos empregam espécimes pequenos, empregando testes de microtração e *thin-slice push-out*, a uniformidade do stress é favorecida, as diferenças nas condições de adesão podem ser discernidas e o número de dentes para o teste pode ser reduzido. Apesar da adesão à dentina intra-radicular ser mais difícil de conseguir do que a adesão aos tecidos da coroa,

a retenção do pino obtida com os atuais sistemas e técnicas de cimentação são adequadas para garantir sucesso clínico nas restaurações de pinos fixados com cimento adesivo. Várias substâncias de pré-tratamento para aumentar a adesão das interfaces dos pinos aos cimentos foram testadas e apresentaram resultados positivos. Os cimentos auto-adesivos de resina, recentemente propostos para simplificar os procedimentos de cimentação do pino devem ser investigados mais profundamente com relação à durabilidade.

Silva (2007) avaliou o efeito de diferentes pinos e técnicas restauradoras na resistência à fratura, padrão de fratura e deformação de raízes com canais excessivamente alargados. Foram selecionadas 135 raízes de incisivos bovinos, divididas em nove grupos. Dois grupos de referência foram restaurados com retentores intrarradiculares metálicos fundidos em níquel-cromo (NMF) ou pino de fibra de vidro (PFV) com núcleo de preenchimento em resina composta. Os canais alargados (ca) foram então restaurados com núcleo metálico fundido (caNMF); pino de fibra de vidro (caPFV); pino de fibra de vidro associado a pinos de fibra de vidro acessórios (caPFVpa); preenchimento direto com resina composta nos terços médio e cervical após cimentação do pino (caPFVrd); preenchimento direto com resina composta associado a pinos acessórios, após cimentação do pino (caPFVrdpa); pino reembasado com resina composta de forma indireta (caPFVri); pino reembasado com resina composta de forma indireta associado a pinos acessórios (caPFVripa). A resistência à fratura (N) das amostras foi medida em máquina de ensaio mecânico com aplicação de carga tangencial (135°). O grupo caNMF demonstrou significativa redução da resistência à fratura e falhas catastróficas. Valores de resistência comparável ao grupo NMF e padrão de fratura reparável foram obtidos em raízes com canais alargados, sempre que a resina composta ou pinos de fibra acessórios foram utilizados. Não houve diferença significativa na deformação externa da raiz entre os grupos estudados. O uso de pinos de fibra de vidro, associado ao preenchimento com resina composta e/ou pinos de fibra de vidro acessórios, parece ser mais indicado como alternativa ao núcleo metálico fundido em raízes fragilizadas, devido ao

menor risco de fraturas.

Ramalho *et al.* (2008) teve como objetivo em seu estudo, comparar *in vitro* a resistência à fratura de raízes de dentes humanos restauradas por pinos intra-radulares pré-fabricados metálicos e estéticos cimentados em diferentes profundidades. Para este estudo, foram utilizados 30 incisivos centrais superiores permanentes. Os dentes foram seccionados no limite amelocementário, padronizando-os em 14 mm. As raízes foram tratadas e obturadas e depois divididas em 3 grupos. O grupo 1 recebeu pinos pré-fabricados de fibra de vidro e foi cimentado no limite de dois terços do conduto radicular. O grupo 2 recebeu pino metálico cimentado também no limite de dois terços do conduto radicular. O grupo 3 recebeu pino pré-fabricado de fibra de vidro e cimentado no limite de um terço do conduto radicular. As raízes foram presas em tubos de PVC para serem submetidas a cargas compressivas até que houvesse fratura da raiz e/ou deslocamento do pino. O resultado mostrou não haver diferença estatística significativa na resistência radicular à fratura em função da composição do pino, nem quanto ao comprimento do pino de fibra de vidro no conduto radicular. Foram observados índices médios de resistência a fratura estatisticamente não diferente entre os pinos metálicos e os de fibra de vidro.

Soares *et al.* (2008) analisaram a distribuição de stress e resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular através de três diferentes tipos de testes, com base na hipótese de que os resultados são influenciados pela metodologia do teste mecânico. Trinta dentes unirradulares foram tratados endodonticamente e receberam pinos de fibra de vidro Reforpost<sup>®</sup>, cimentados no conduto com sistema adesivo Adper Scotchbond Multi-purpose<sup>®</sup> e cimento resinoso RelyX ARC<sup>®</sup>. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos (n=10) de acordo com o tipo de ensaio mecânico: micro push-out (Mpo), microtração em forma de ampulheta (Mh), e microtração em bastões retangulares (Ms), e de cada raiz foram obtidos cinco cortes de 1mm de espessura cada. Durante o preparo dos corpos-de-prova, 46 dos 50 cortes referentes ao grupo Ms, e 4 dos 50 referentes ao grupo Mh falharam prematuramente, portanto o grupo Ms

não foi incluído nos testes mecânicos. A distribuição de stress em cada corpo-de-prova foi avaliada através de análise de elemento finito. Os grupos Mpo e Mh apresentaram valores de média de resistência ao deslocamento de 11,89MPa  $\pm$ 6,55 e 14,98MPa  $\pm$ 12,72, respectivamente, considerados estatisticamente semelhantes. Os autores concluíram que o teste push-out demonstrou uma distribuição de stress mais homogênea pela análise de elemento finito e menor variabilidade no teste mecânico, sendo considerado o método de teste recomendado para determinar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular.

Ayub *et al.* (2009) por meio de revisão de literatura, avaliou a resistência à tração de pinos intrarradiculares pré-fabricados em alguns aspectos: momento da colocação do pino, tipos de cimento obturador, tipos de pino pré-fabricados e seleção do cimento. Em estudo comparativo entre os pinos metálicos fundidos e os pré-fabricados, apresentaram uma taxa de insucesso de 15% e 8% respectivamente. Além disso, os pinos metálicos fundidos tiveram falhas consideradas fatais, sendo a fratura do elemento dental a principal delas. Os pinos passivos são os que a retenção ocorre através da cimentação, são ideais e aconselháveis. Os pinos ativos são aqueles que a retenção ocorre por fricção ou rosquemanto. Estes são desaconselháveis por ocorrer trincas ou fraturar a estrutura dentária, porém são os que oferecerem maior retenção intra e extrarradicular. Os pinos pré-fabricados são encontrados em diferentes materiais como metal, fibra de carbono, titânio, aço inoxidável, cerâmica, fibra de vidro e fibra de quartzo. Estes dois últimos citados são os que oferecem características mais próximas a dentina radicular, além de serem estéticos. Quanto ao cimento obturador, vale ressaltar que os estudos sugerem o uso do cimento de presa dual associado a um sistema adesivo que também seja dual e que a interferência do eugenol na adesividade do cimento resinoso ao dente, contra indica seu uso como cimento obturador. O pino deve ser colocado imediatamente após o tratamento endodôntico a fim de proporcionar um selamento marginal já que o cimento provisório não é totalmente efetivo. Concluindo que, deve-se preservar o máximo

de estrutura dentária, não desgastar o elemento dentário, pois fragiliza o dente, além de que os pinos pré-fabricados são utilizados com sucesso para aumentar a retenção dos procedimentos restauradores e que a indicação de pinos não metálicos para dentes posteriores necessita de mais estudos.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Avaliar a influência da limpeza mecânica das paredes dentinárias do espaço para pino, com brocas, sob a visão ou não de um microscópio operatório, na resistência de união do pino de fibra à dentina radicular, cimentado com sistema adesivo autocondicionante e cimento resinoso *dual*.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

#### 4.1.1 Dentes

Foram selecionados 45 dentes incisivos inferiores bovinos com canal radicular único, recentemente extraído, mantidos congelados a  $-4^{\circ}\text{C}$ , por no máximo dois meses.



Figura 1 - Incisivo inferior bovino

#### 4.1.2 Substâncias químicas usadas

- Solução de hipoclorito de sódio a 5,25% - NaOCl (VisNature, Itajaí, SC, Brasil).
- EDTA 17% (VisNature, Itajaí, SC, Brasil).



### 4.1.3 Material Clínico

- a) Cimento endodôntico Pulp Canal Sealer™ (SybronEndo, Orange, Canada).



Figura 2 - Cimento endodôntico Pulp Canal Sealer™ (SybronEndo, Orange, Canada)

- b) Ácido: Ácido fosfórico 37% (Condac 37 – FGM®, Joinville, SC, Brasil).
- c) Sistema adesivo: Clearfil SE Bond (Kuraray®, Kurashiki, Japan).



Figura 3 - Clearfil SE Bond

d) Cimento resinoso: Rely X ARC (3M<sup>®</sup>, St. Paul, MN, USA).



Figura 4 – Cimento resinoso *dual* Rely X ARC

e) Pino de fibra de vidro: White Post DC<sup>®</sup> número (#) 2, (FGM, Joinville, SC, Brasil). Características: Pino cônico, com dupla conicidade, diâmetro cervical de 1,8 mm, diâmetro apical 1,05 mm, comprimento total de 20 mm, translúcido, radiopaco, em 10 mm o diâmetro é 1,6 mm (comprimento do preparo para pino).

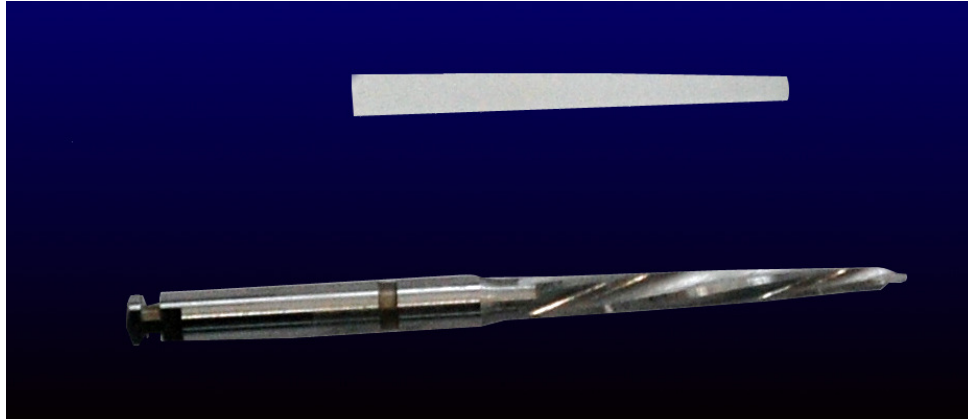


Figura 5 - Pino de fibra de vidro White Post DC<sup>®</sup> # 2 e broca DC<sup>®</sup> # 2

- f) Broca do sistema de pino de fibra de vidro White Post DC<sup>®</sup> # 2, (FGM, Joinville, SC, Brasil): tronco cônica, 4 lâminas, parte ativa de 20 mm, diâmetro da ponta 1,05 mm, diâmetro cervical 2,1 mm.
- g) Brocas esféricas longas (HL) de baixa rotação números 4, 2 e 1 (Stoddart Manufacturing Co Ltd.; Letchworth, Inglaterra), apresentam diâmetro nas pontas de 1,4 mm; 1,0 mm e 0,8 mm respectivamente. O diâmetro da haste é 2,35mm; a composição da haste é em aço inox Austenítico AISI 303, com ponta ativa em carboneto de tungstênio; tem 6 lâminas na parte ativa; comprimento total de 26mm.



Figura 6 – Brocas esféricas longas (HL) de baixa rotação # 4, 2 e 1,

h) Outros materiais:

- Brocas de Gates Glidden # 3, 4 e 5 (Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça), diâmetro da parte ativa 0,9 mm, 1,1 mm e 1,3 mm respectivamente.
- Microaplicador cavibrush (FGM, Joinville, SC, Brasil)
- Seringa descartável 5 mL (BD Plastipak<sup>™</sup>, São Paulo, SP, Brasil)
- Agulha descartável 0,45 x 23 mm (Terumo<sup>®</sup>, São Paulo, SP, Brasil)
- Limas endodônticas K File # 10 e 15 e Hedström # 30 (Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça)
- Limas rotatórias Níquel titânio modelo K3<sup>™</sup> (SybronEndo, Orange, Canada), # 15/.06, 20/.06, 25/.06, 30/.06, 35/.06 e 40/.06
- Cones de guta-percha medium (ícone<sup>®</sup>, Belo Horizonte, MG, Brasil)
- Cones de papel absorvente medium (Konne<sup>®</sup>, Belo Horizonte, MG, Brasil)
- Calcador de Paiva # 3 (Golgran, São Paulo, SP, Brasil)
- Espátula # 70 (Golgran, São Paulo, SP, Brasil)
- Silano prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 7)
- Seringa Centrix (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Pontas tipo agulha para seringa Centrix (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)



Figura 7 - Silano prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil)

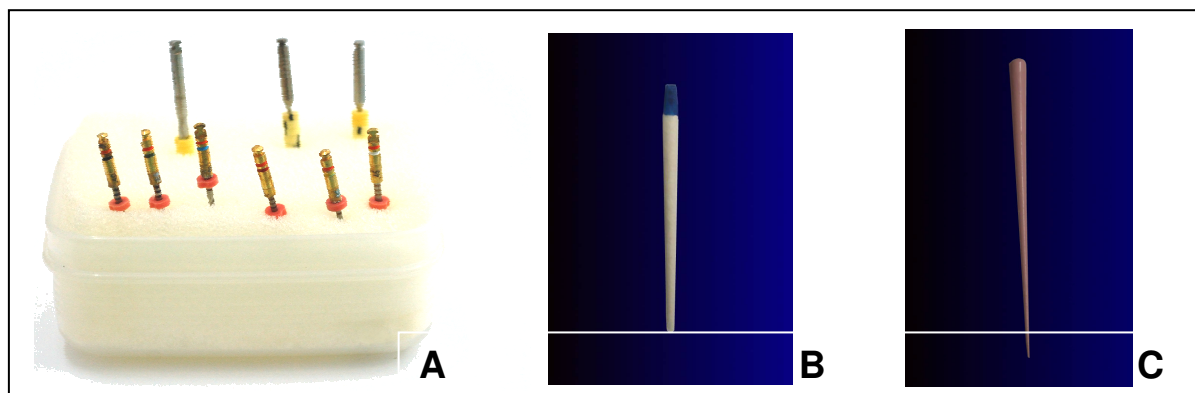


Figura 8 – A - Limas rotatórias Níquel titânio, Brocas de Gates Glidden e Broca DC® # 2, B - Cone de papel absorvente, C- Cone de guta-percha medium.

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Preparo das raízes

Os dentes foram raspados com curetas periodontais (dental Duflex S.A.) e limpos com jatos de bicarbonato de sódio e água (Profi II, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Escolhidos em função de suas anatomias radiculares externas, evitando raízes que apresentaram achatamentos e selecionado dentes com comprimentos radiculares semelhantes e diâmetros dos canais entre as brocas de Gates Glidden números (#) 3 e 5 (Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça), a fim de facilitar o preparo do canal radicular para posterior cimentação dos pinos. Raízes com reabsorções externas ou internas, presença de fraturas ou trincas, foram descartadas. As coroas foram cortadas com discos diamantados, dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) sob refrigeração com spray ar/água, de modo que as raízes ficassem padronizadas com um comprimento de 14 milímetros (mm).



Figura 9 – Raízes padronizadas em 14 mm.

#### 4.2.2 Preparo dos canais radiculares

O tecido pulpar presente foi removido por meio de limas endodônticas tipo Hedström # 30 (Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça), sob abundante irrigação com soro fisiológico.

Os canais radiculares foram explorados com limas endodônticas # 10 e 15 (Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça), pré-alargados com brocas de Gates Glidden # 5 e 4 (Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça) na profundidade de 5 mm e 8 mm respectivamente, em seguida preparados com uma sequência de limas rotatórias de Níquel titânio modelo K3<sup>™</sup> (SybronEndo, Orange, Canada), # 15/.06, 20/.06, 25/.06, 30/.06, 35/.06 e 40/.06, calibradas em 15 mm com cursores de borracha, ou seja, passando 1 mm pelo forame apical, com velocidade de 250 rotações por minutos (rpm), torque de 0,8 Newton (N), em contra-ângulo redutor 20:1 acoplado ao motor elétrico Endo-Mate DT (NSK, Tochigi, Japan).

Para irrigação dos canais radiculares foi utilizado como substância química auxiliar 10 mL de hipoclorito de sódio 5,25% (VisNature, Itajaí, SC, Brasil), 1 mL a cada instrumento, e 1 mL de EDTA a 17% (VisNature, Itajaí, SC, Brasil) no final do preparo durante 3 minutos (min), seguido de 5 mL de soro fisiológico.

Os canais radiculares foram secos com cones de papel absorventes (Konne<sup>®</sup>, Belo Horizonte, MG, Brasil) e obturados pela técnica da compactação vertical de Schilder e utilizando cones de Guta-percha Middium (ícone<sup>®</sup>, Belo Horizonte, MG, Brasil) e cimento endodôntico Pulp Canal Sealer<sup>™</sup> (SybronEndo, Orange, Canada) na proporção de 1:1 pó/líquido.

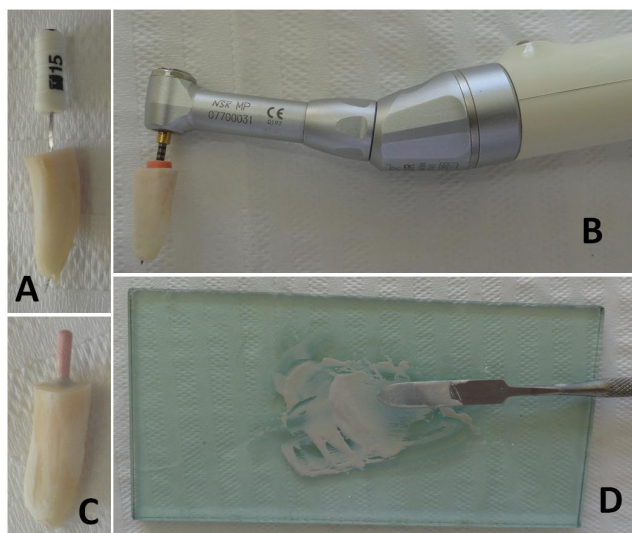


Figura 10 – A- Exploração do canal com lima Flexofile # 15, B- Preparo do canal com limas K3™, C- Obturação do canal, D- Manipulação cimento endodôntico Pulp Canal Sealer™.

#### 4.2.3 Preparo espaço para pino intra-radicular

##### a) Grupo 1 (G1): preparo do espaço para pino convencional (controle).

Após o tratamento endodôntico, a remoção do material obturador foi realizada com calcador de Paiva # 3 (Golgran, São Paulo, SP, Brasil) aquecido em 10 mm cervicais.

O preparo do espaço para pino foi realizado em baixa rotação, com brocas Gates Glidden # 5 (Maillefer®, Ballaigues, Suíça) em 7 mm e broca do sistema de pino de fibra de vidro White Post DC® # 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) em 10 mm. Realizado limpeza com microaplicador cavibrush (FGM, Joinville, SC, Brasil) com álcool 70%, copiosa irrigação com soro fisiológico e secagem das paredes dentinárias com cones de papel absorvente (Konne®, Belo Horizonte, MG, Brasil) e suave jato de ar.



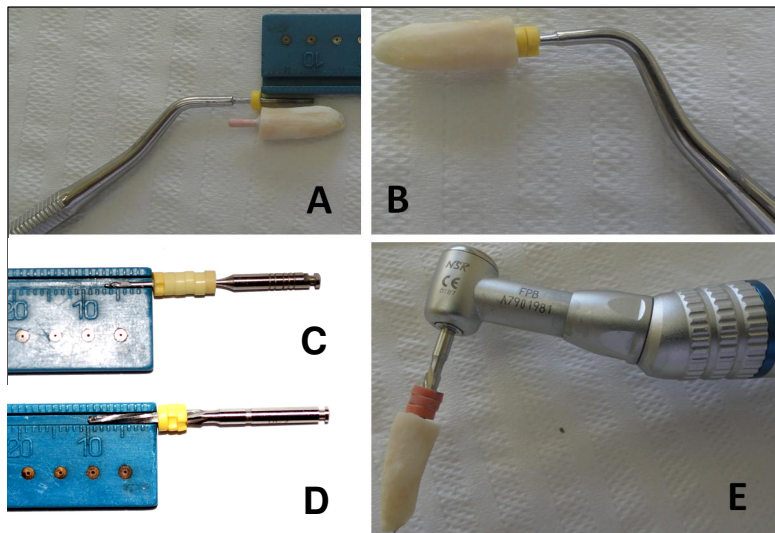


Figura 11 - A- Condensador de Paiva calibrado em 10 mm, B- desobturação com calcador aquecido, C- Broca de Gates Glidden, D- Broca DC© # 2, E- Preparo do espaço para o pino com a broca DC© # 2.

### **b) Grupo 2 (G2): preparo convencional e limpeza mecânica com de brocas esféricas.**

Após o preparo do espaço para pino idêntico ao grupo 1, foi realizado o uso, superficial e delicado, de brocas esféricas longas (HL) (Stoddart Manufacturing Co Ltd.; Letchworth, Inglaterra), # 4, 2 e 1 (figura 6) respectivamente em 3mm, 6 mm e 10 mm nas paredes do preparo, com velocidade controlada de 500 rpm, torque de 0,8 Newton (N), em contra-ângulo redutor 20:1 acoplado ao motor elétrico Endo-Mate DT (NSK, Tochigi, Japan), com o intuito de criar um substrato de dentina livre de material obturador. Realizado limpeza com microaplicador cavibrush (FGM, Joinville, SC, Brasil) com álcool 70%, copiosa irrigação com soro fisiológico e secagem das paredes dentinárias com cones de papel absorvente (Konne<sup>®</sup>, Belo Horizonte, MG, Brasil) e suave jato de ar.

**c) Grupo 3 (G3): preparo convencional e limpeza mecânica com brocas esféricas sob microscópio operatório.**

Após o preparo do espaço para pino idêntico ao grupo 1, foi realizado o uso, superficial e delicado, de brocas esféricas longas (HL) (Stoddart Manufacturing Co Ltd.; Letchworth, Inglaterra), # 4, 2 e 1 (figura 6) respectivamente em 3mm, 6 mm e 10 mm nas paredes do preparo, com velocidade controlada de 500 rpm, torque de 0,8 Newton (N), em contra-ângulo reductor 20:1 acoplado ao motor elétrico Endo-Mate DT (NSK, Tochigi, Japan), sob magnificação de 8 x (oito vezes) do microscópio operatório (modelo MC-M2101, DF Vasconcelos, São Paulo, SP, Brasil) (figura 12), com o intuito de criar um substrato de dentina livre de material obturador. Realizado limpeza com microaplicador cavibrush (FGM, Joinville, SC, Brasil) com álcool 70%, copiosa irrigação com soro fisiológico e secagem das paredes dentinárias com cones de papel absorvente (Konne<sup>®</sup>, Belo Horizonte, MG, Brasil) e suave jato de ar.



Figura 12 – Microscópio operatório (modelo MC-M2101, DF Vasconcelos, São Paulo, SP, Brasil).

#### 4.3 PROCEDIMENTOS ADESIVOS

Após os preparos de espaço para pinos foram realizados os procedimentos adesivos do sistema Clearfil™ SE Bond (Kuraray, Osaka, Japan) (figura 4), com a aplicação do primer ácido, utilizando microaplicador, por 20 segundos (s) nas paredes dentinárias; secagem com jato de ar suave, complementado com ponta de papel absorvente (Konne® , Belo Horizonte, MG, Brasil) no fundo do preparo para remoção de excessos do primer. Aplicação do Bond, com microaplicador seguido de jato de ar suave para uniformizar a camada e ponta de papel absorvente para remoção de excesso do Bond, seguido por fotoativação por 10 s (Radii-cal® , 1200 mW/cm<sup>2</sup>, SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia) (figura 13).



Figura 13 – Fotopolimerizador LED sem fio (Radii-cal® , 1200 mW/cm<sup>2</sup>, SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia).

#### 4.4 PREPARO DOS PINOS

O pino utilizado foi o Pino de fibra de vidro: White Post DC® # 2, (FGM, Joinville, SC, Brasil). Características: Pino cônico, com dupla conicidade, diâmetro cervical de 1,8 mm, diâmetro apical 1,05 mm, comprimento total de 20 mm, translúcido, radiopaco, em 10 mm o diâmetro é 1,6 mm (comprimento do preparo para pino). (figura 5)

Foi realizada aplicação do ácido fosfórico 37% (Condac 37 – FGM®, Joinville, SC, Brasil) por 10 s, lavagem com água, secagem com jatos de ar, aplicação do silano (FGM, Joinville, SC, Brasil) por 1 min, secagem com jatos de ar, aplicação do Bond e fotoativação por 10 s.

#### 4.5 CIMENTAÇÃO DOS PINOS

Os pinos foram cimentados com cimento resinoso *dual* (RelyX ARC<sup>®</sup>, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) (figura 4), com o auxílio de uma seringa Centrix (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) (figura 14 A). Após o preenchimento do espaço intrarradicular com cimento e a colocação de uma fina camada de cimento sobre o pino de fibra, este foi adaptado no interior do canal, quando o excesso do cimento foi removido (figura 14 B). Aguardado 5 min, período necessário para que o cimento tomasse sua presa química, foram fotoativadas todas as faces (mesial, vestibular, distal e lingual) por 40 s cada (Menezes *et al.* 2008).

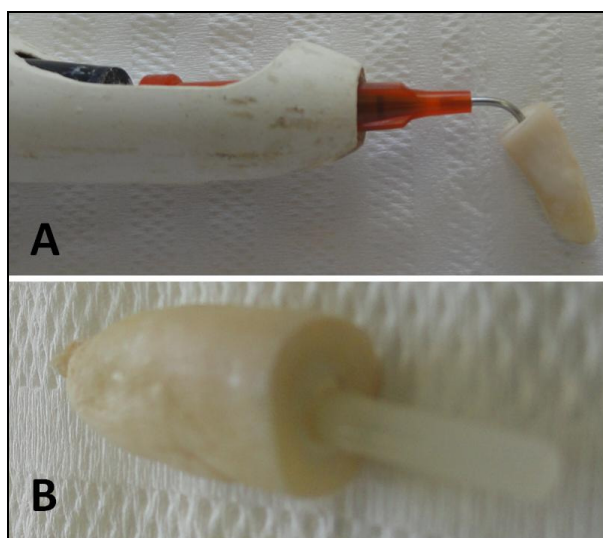


Figura 14 – A- inserção do cimento resinoso, B- adaptação do pino.

#### 4.6 CORTE PARA O TESTE MECÂNICO DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO (*PUSH-OUT*)

As amostras foram fixadas em uma placa de acrílico utilizando cera pegajosa (New Wax<sup>®</sup>, Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e o conjunto amostra-

placa fixado ao dispositivo da máquina de corte de precisão (Isomet<sup>®</sup>; Buehler Ltd, Illinois, USA). Foi utilizado o disco de corte diamantado (Buehler Ltd, Illinois, USA) série 15HC 11-4244 de 10 cm de diâmetro e 0,3 mm de espessura (4" x 0,012"). Foram obtidos dois cortes de cada uma das regiões cervical, média e apical do pino, com 1 mm de espessura cada, sendo eliminado o primeiro milímetro cervical e o último milímetro apical em todas as amostras. (figura 15)

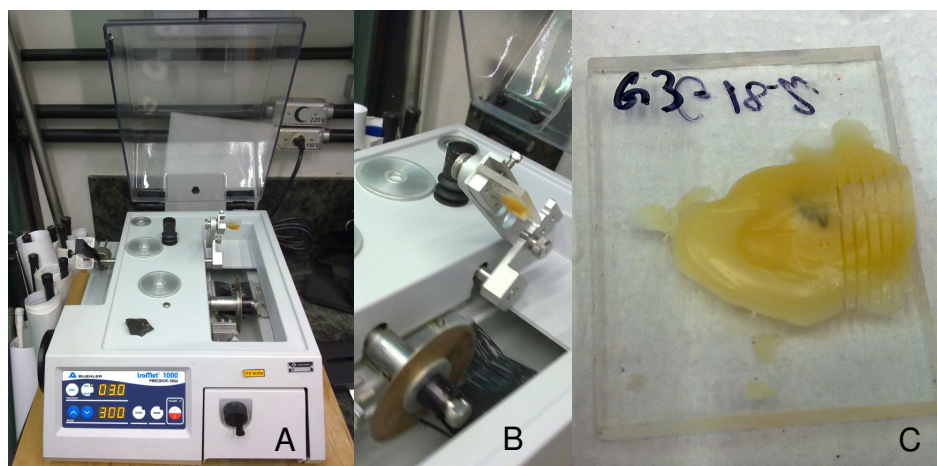


Figura 15 – A- Máquina de corte universal, B- Detalhe do disco e conjunto amostra-placa fixado ao dispositivo, C- Cortes realizados.

Os corpos-de-prova (figura 16 B) foram submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão (*push-out*) na máquina de ensaios universal (EMIC DL 500<sup>®</sup>, São José dos Campos, SP, Brasil) (figura 16 A) com velocidade de 0,5 mm/min até ocorrer o deslocamento do pino. A força foi aplicada perpendicularmente ao longo eixo do dente, sobre o centro do pino, em sentido apico-cervical, através de um dispositivo cilíndrico com 1 mm de diâmetro acoplado à máquina (figura 16 C), os valores em quilograma força (Kgf) foram anotados, transformados em Newton (N) e posteriormente em megapascal (MPa).

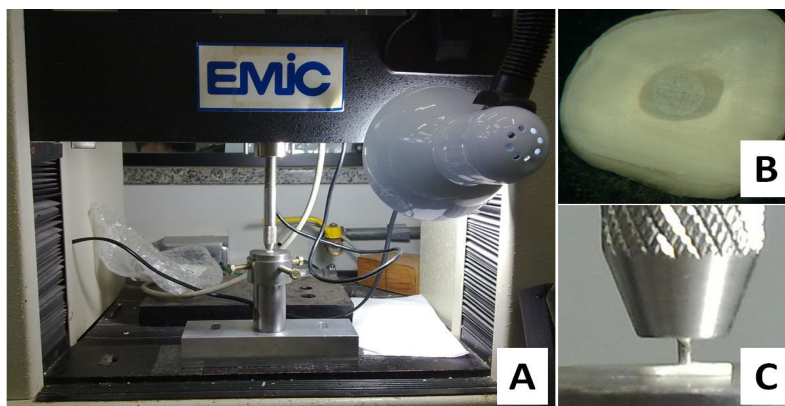


Figura 16 – A- Máquina de ensaios universal, B- Corpo-de-prova, C- Detalhe da célula de carga sendo aplicada exatamente sobre opino de fibra.

Para transformação dos valores de Kgf para N os valores obtidos foram multiplicados por 9,8. Para a transformação destes valores em MPa foi necessário calcular a área (s) de adesão, ou seja, toda a parede do canal onde o cimento resinoso aderiu. Para isto foram tomadas as medidas de diâmetro cervical (D) e apical (d) e altura (h) de cada corpo-de-prova, com o auxílio de uma lupa estereomicroscópica e paquímetro digital. O diâmetro foi dividido por dois para chegar ao raio cervical (R) e apical (r) (figura 17). Estes valores foram aplicados na seguinte fórmula para obter a área (s):

$$\pi(R+r)[(h^2+(R-r)^2)^{0,5}]$$

Os valores em N foram então divididos pela área de adesão (mm<sup>2</sup>) e assim chegou-se aos valores em MPa os quais foram submetidos aos testes estatísticos (Cecchin *et al.*, 2011).

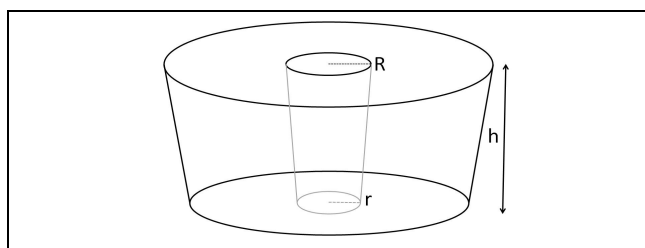


Figura 17 – Desenho esquemático mostrando como foram adquiridas as medidas no corpo-de-prova.



Nos poucos casos em que a área de adesão (perímetro do canal) tinha uma forma mais elíptica, foi realizada a média entre o maior e o menor diâmetro.

#### 4.7 MICROSCOPIA ÓPTICA

Duas raízes extras de cada grupo foram preparadas (realizado sulcos com disco de carborundum e clivadas) para observação em microscopia óptica e posteriormente em microscopia eletrônica de varredura (MEV), unicamente para ilustração dos preparos do espaço para pino.

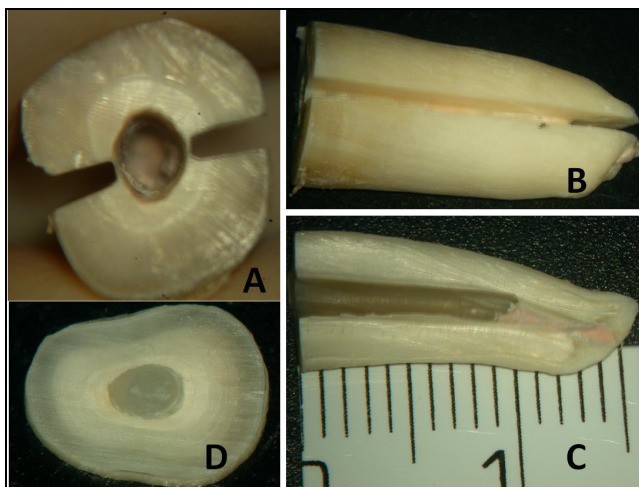


Figura 18 – A e B- Sulco nas raízes, C- Raiz clivada, D- Corpo-de-prova.

Após o teste *push-out*, os corpos-de-prova, também, foram observados em Microscopia Óptica, para verificação do tipo de fratura ocorrida. Sendo adesiva, quando ocorre somente na interface de adesão dentina/cimento/pino; coesiva, quando ocorre na dentina ou no pino e mista quando envolve mais de um substrato. Desta forma classificamos para este trabalho conforme descrição a seguir:

- Adesiva cimento/dentina: a fratura ocorre na adesão, predominantemente na interface cimento/dentina.
- Adesiva dentina/cimento/pino: a fratura ocorre na adesão, sem predomínio de uma interface.
- Mista coesiva dentina: independente da interface envolvida ocorre alguma fratura na dentina.
- Mista coesiva pino: independente da interface envolvida ocorre fratura no pino.
- Mista coesiva pino/dentina: independente da interface envolvida ocorre fratura no pino e na dentina.

#### 4.8 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Os preparos do espaço para pino de duas raízes de cada grupo, após serem observadas em microscopia óptica, foram desidratadas e metalizadas para serem observadas em MEV, de forma ilustrativa. Assim como alguns corpos-de-prova após o teste *push-out*.

#### 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram registrados e analisados estatisticamente através do programa de computador BioEstat 5.0 para Windows. Como os resultados apresentaram dados não normais foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e aplicando o teste Student-Newman-Keuls para comparações dois a dois, ambos com nível de significância de 5%.



## 5 RESULTADOS

Os resultados estão apresentados no gráfico a seguir (figura 19 e na tabela 1).

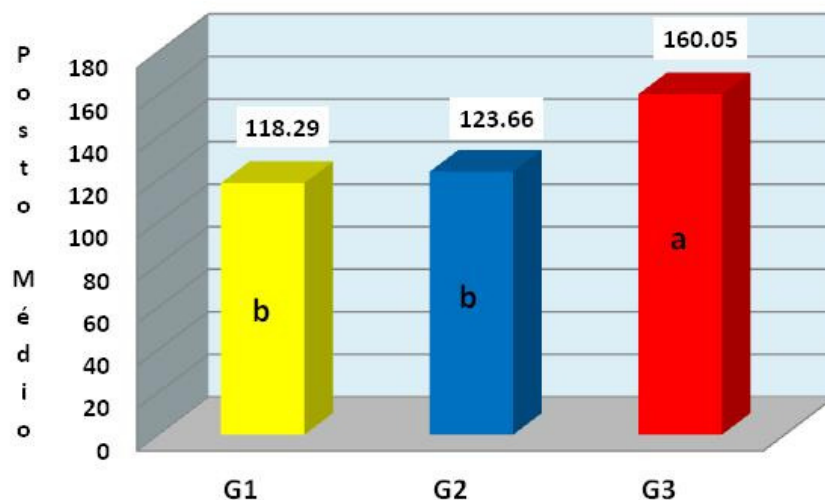


Figura 19– Gráfico representando o Posto Médio da Resistência de União por Grupo. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas ao nível de 5% ( $p < 0.05$ ).

Este gráfico mostra os resultados dos testes estatísticos, em postos médios, indicando que no grupo 3 onde foi realizada a limpeza mecânica das paredes do preparo do espaço para pino com brocas esféricas sob a visão do microscópio operatório teve a resistência de união estatisticamente superior aos demais grupos.

A tabela 1 mostra a média da resistência de união em megapascal (MPa) por grupos e por terços.

Tabela 1 - Média da resistência de união em megapascal por grupos e terços

<b>Terços\Grupos</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>
Cervical	1.17 bA	1.66 bA	3.26 aA
Médio	0.40 aB	0.65 aB	1.97 aB
Apical	0.52 aAB	0.79 aB	1.85 aB
<b>Média</b>	<b>0.95 b</b>	<b>1.04 b</b>	<b>2.37 a</b>

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças nas linhas ( $p < 0,05$ )

Letras MAIÚSCULAS diferentes indicam diferenças nas colunas ( $p < 0,05$ )

Na tabela 1 observa-se que a média obtida pelo G3 (2.37 MPa) foi estatisticamente superior as médias obtidas pelos G1 (0.95 MPa) e G2 (1.04 MPa), os quais não diferiram entre si.

Com relação aos terços, foram observadas diferenças significativas somente no terço cervical entre os grupos, portanto para os terços médio e apical as diferenças não foram estatisticamente significantes.

As médias mostram que no terço cervical o grupo 3 apresentou maior resistência de união que os grupos 1 e 2, que por sua vez não apresentaram diferenças entre si.

O grupo 1 mostrou diferenças entre o terço cervical e médio, mas não mostrou diferenças entre o terço cervical e apical e nem entre o apical e médio.

Nos grupos 2 e 3 verificam-se diferenças entre os terços cervicais e médios, e entre os terço cervicais e apicais, mas não observam-se diferenças entre os apicais e médios.

A microscopia óptica mostrou que o tipo de fratura predominante foi adesiva predominantemente entre dentina e cimento resinoso. A tabela 2 mostra a prevalência dos tipos de fratura por grupo.

Tabela 2 - Prevalência e percentual de tipo de fratura por grupo

Fratura	Grupo	G1		G2		G3		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Adesiva cimento/dentina		88	98,9	88	98,9	82	92,1	258	96,6
Adesiva dentina/cimento/pino		1	1,1	0	0	4	4,5	5	1,9
Mista coesiva dentina		0	0	0	0	1	1,1	1	0,4
Mista coesiva pino		0	0	0	0	2	2,2	2	0,7
Mista coesiva pino/dentina		0	0	1	1,1	0	0	1	0,4
<b>Total</b>		<b>89</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>100</b>	<b>267</b>	<b>100</b>

Nas imagens a seguir pode-se verificar a limpeza das paredes do preparo de espaço para pino nos três grupos em microscopia óptica e em seguida em MEV.

Observa-se, no Grupo 1, a grande quantidade de remanescente de material obturador endodôntico que permaneceu após o preparo de espaço para pino convencional (figura 20).

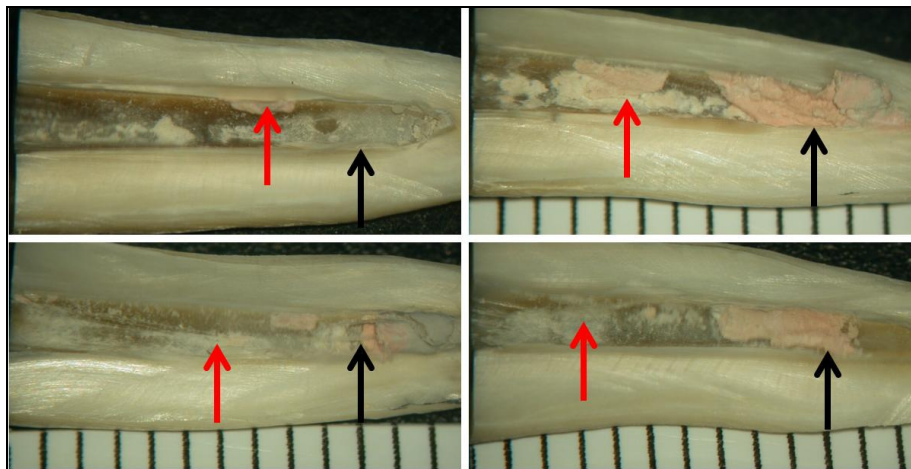


Figura 20 - Imagens das raízes do Grupo 1 clivadas, exibindo as paredes do preparo do espaço para pino. As setas pretas indicam até onde foi executado o preparo e a limpeza. As setas vermelhas indicam presença de restos de guta-percha e cimento endodôntico.

No Grupo 2, verifica-se também a quantidade de remanescente de material obturador endodôntico que permaneceu após a limpeza mecânica, com brocas, das paredes dentinárias do preparo de espaço para pino (figura 21).

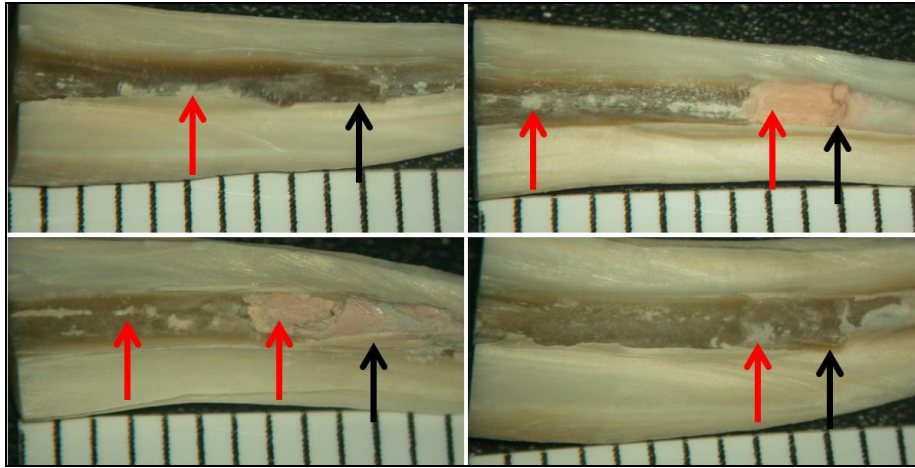


Figura 21 – Imagens das raízes do Grupo 2 clivadas, exibindo as paredes do preparo do espaço para pino. As setas pretas indicam até onde foi executado o preparo e a limpeza. As setas vermelhas indicam presença de restos de guta-percha e cimento endodôntico.

Para o Grupo 3 observar-se a mínima quantidade de remanescente de material obturador endodôntico que permaneceu após a limpeza mecânica, com brocas sob a visão do microscópio operatório, das paredes dentinárias do preparo de espaço para pino (figura 22).

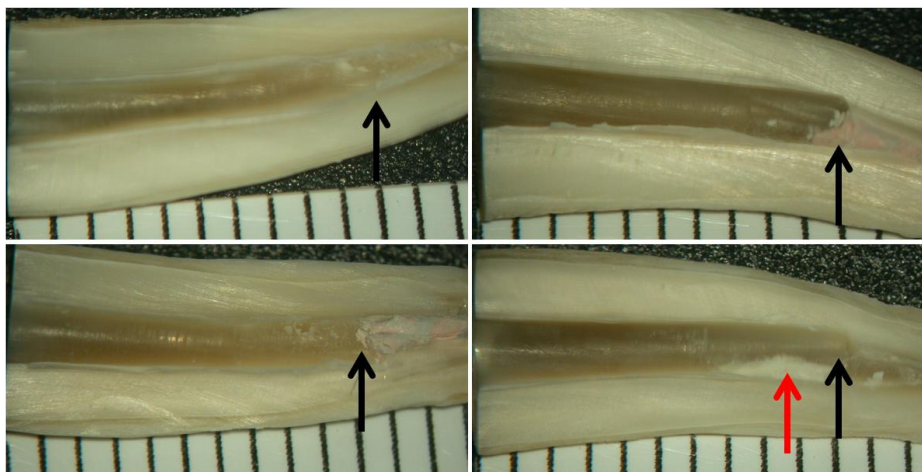


Figura 22 – Imagens das raízes do Grupo 3 clivadas, exibindo as paredes do preparo do espaço para pino. As setas pretas indicam até onde foi executado o preparo e a limpeza. A seta vermelha indica presença de restos de cimento endodôntico.

Nas imagens de MEV das paredes dentinárias do espaço para pino verifica-se no G1 resíduos grosseiros de material da obturação endodôntica (setas pretas), no G2 resíduos menores (setas brancas) e no G3 paredes praticamente livres de resíduos nos três terços (figura 23).

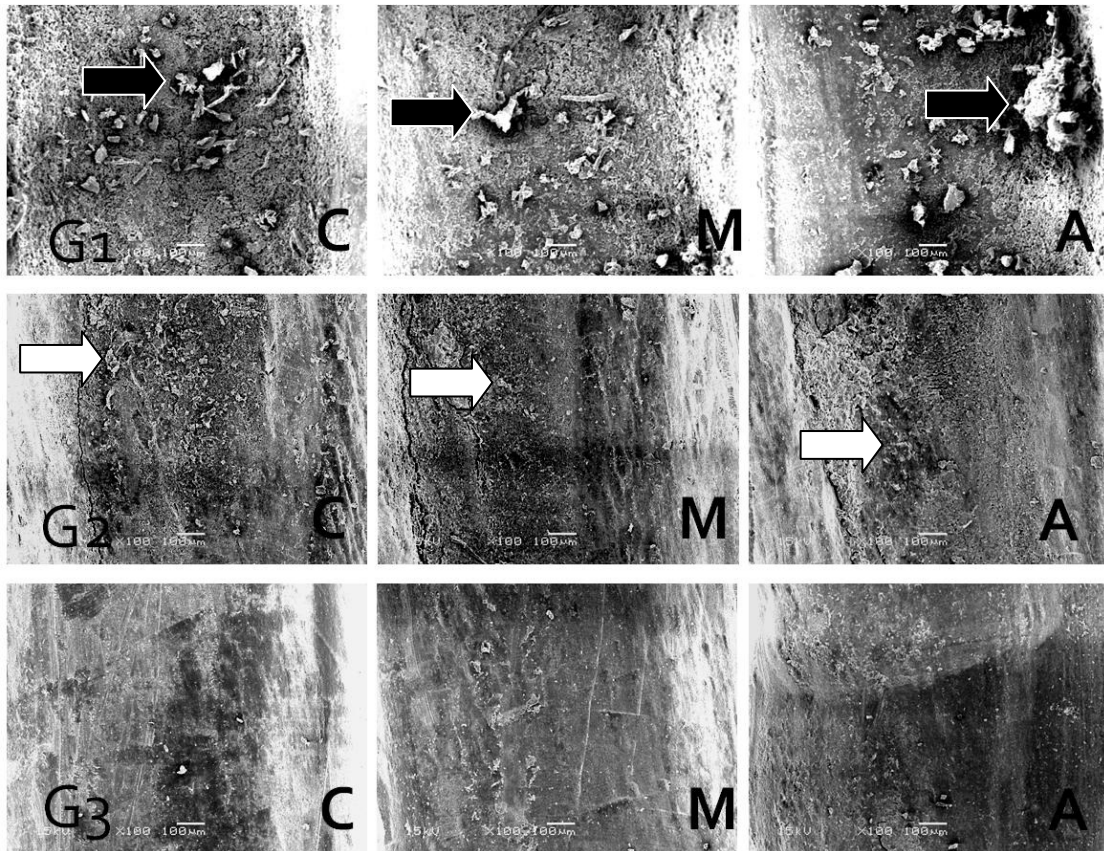


Figura 23 – Imagens de MEV com aumento de 100x das paredes dentinárias dos preparos de espaço para pino dos Grupos 1, 2 e 3, terços cervical, médio e apical respectivamente.

A seguir observam-se imagens dos corpos-de-prova, dos três grupos, após o teste de cisalhamento por extrusão (*push out*) em microscopia óptica e em MEV.

Nestas imagens, do terço cervical e médio do Grupo 1, constata-se a presença de guta-percha nas paredes dentinárias do preparo de espaço para pino, o que pode levar a uma menor resistência de união entre o pino de fibra e a dentina radicular (figura 24).



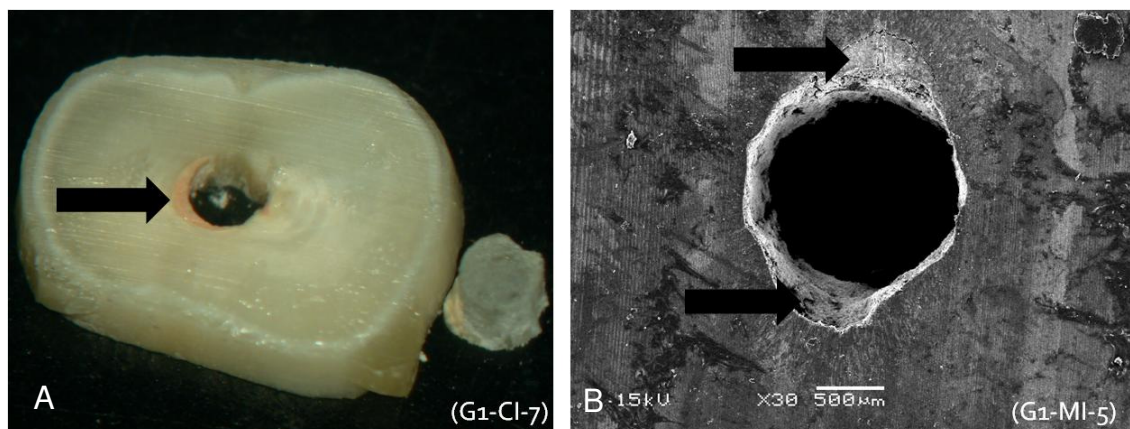


Figura 24 - A- Corpo-de-prova do terço cervical do Grupo 1, B- Imagem MEV de corpo-de-prova do terço médio do Grupo 1. Setas apontam manutenção de resíduos do material de obturação endodôntica.

No terço médio do Grupo 2, também nota-se a presença de guta-percha nas paredes dentinárias do preparo de espaço para pino (figura 25).

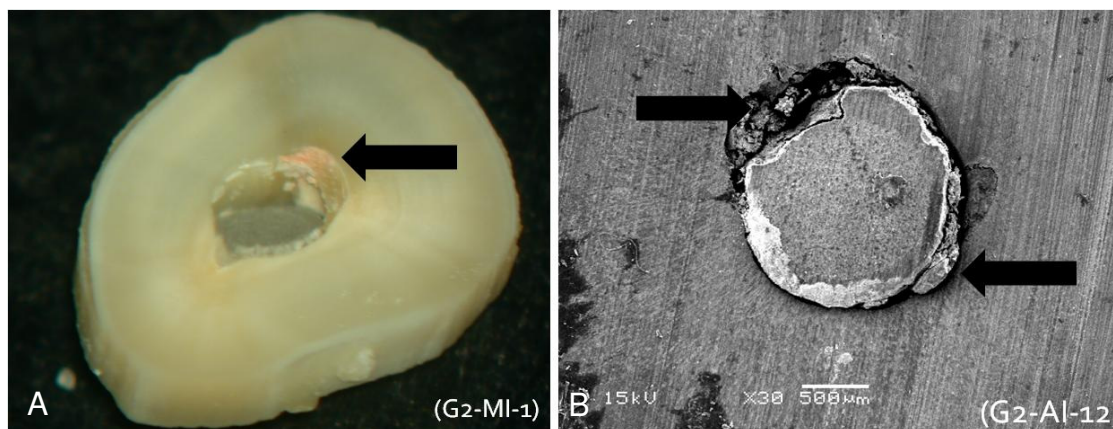


Figura 25 – A- Corpo-de-prova do terço médio do Grupo 2. B- Imagem MEV de corpo-de-prova do terço apical do Grupo 2. Setas apontam manutenção de resíduos do material de obturação endodôntica.

Repara-se no terço apical do Grupo 3 (figura 26 A), as paredes dentinárias limpas, sem resíduos de material da obturação endodôntica e na imagem de MEV que a adesão entre o cimento resinoso e a dentina foi mantida (porção superior esquerda da imagem), ocasionando fratura do pino nesta região, indicando uma resistência de união alta (figura 26 b).

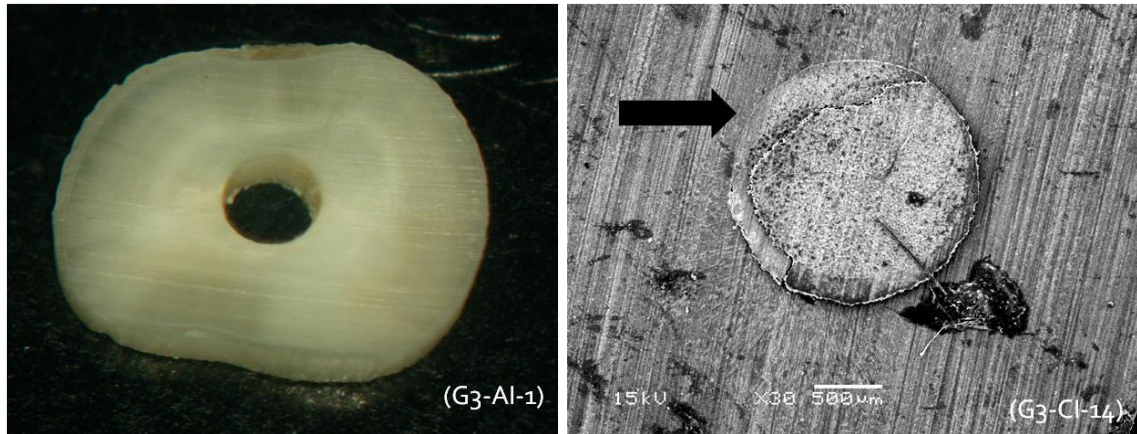


Figura 26 – A- Corpo-de-prova do terço apical do Grupo 3. B- Imagem MEV de corpo-de-prova do terço cervical do Grupo 3. Seta aponta manutenção da união cimento resinoso/dentina.

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar se a limpeza mecânica das paredes dentinárias do espaço para pino, com brocas, sob a visão ou não do microscópio operatório, poderia influenciar na resistência de união na cimentação adesiva intrarradicular de pino de fibra. Portanto, procurou-se realizar um protocolo clínico de tratamento endodôntico, preparo e cimentação de pino, muito utilizado pelos clínicos. Foi com esta intenção que se procurou definir a metodologia utilizada nestes itens.

Entretanto, uma questão importante, mas muito negligenciada pelos clínicos, são os cuidados para que não ocorra a recontaminação, via coronária, do sistema de canais radiculares em seguida ao tratamento endodôntico, preocupação esta, também, enfatizada por Saunders & Saunders (1994). Metzger *et al.* (2000) e Abramovitz *et al.* (2001) demonstram preocupação ainda maior nos casos de dentes com preparo para pino, nos quais o remanescente de selamento endodôntico é muito pequeno.

Considerando este aspecto, um momento crucial é o de preparo do espaço para pino. Infelizmente, depois de todos os cuidados durante o tratamento endodôntico no sentido de torná-lo o mais asséptico possível, parece que os profissionais se esquecem de terem os mesmos cuidados neste procedimento. Pensando nisto Da Silva *et al.* (2005) recomendam o uso da clorexidina gel 2 % para este preparo, pois além de ter atividade antimicrobiana, o grupo em que foi utilizada, apresentou força de adesão maiores entre o pino e a dentina radicular, que as outras substâncias testadas.

Outro momento crítico a ser pensado, é o da restauração definitiva. Esta se for realizada imediatamente ao tratamento endodôntico pode prevenir a infiltração coronária e levar a um melhor prognóstico endodôntico. Para este propósito, Schwartz & Fransman (2005) comentam que os materiais restauradores adesivos são os mais indicados.

No presente estudo optou-se por utilizar dentes bovinos ao invés de



humanos, pela facilidade de aquisição, padronização, questões éticas e tendo em vista os resultados do estudo de Camargo *et al.* (2007) que compararam a dentina radicular de dentes humanos e bovinos e concluíram que não há diferença quanto ao diâmetro dos túbulos dentinários e quanto ao número de túbulos à diferença ocorreu apenas entre o grupo GH4 (humano acima de 40 anos) e o GB2 (bovino primeiro incisivo lateral), que o terço cervical da raiz apresentou maior valor em relação ao número e diâmetro de túbulos, seguido pelos terços médio e apical, tanto em dentes humanos quanto bovinos, possibilitando assim pesquisas serem realizadas com dentes bovinos.

Considerando a importância da resistência de união entre pinos de fibra à dentina radicular, diversos testes têm sido utilizados para mensurá-la. Dentre eles microcisalhamento, microtração, cisalhamento por extrusão. O teste empregado neste estudo foi o cisalhamento por extrusão ou “push-out” que segundo Goracci *et al.* (2007) a uniformidade do *stress* é favorecida, as diferenças nas condições de adesão podem ser discernidas e o número de dentes para o teste pode ser reduzido. Soares *et al.* (2008) concluíram que o teste *push-out* demonstrou uma distribuição de *stress* mais homogênea pela análise de elemento finito e menor variabilidade no teste mecânico, sendo considerado o método recomendado para determinar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular.

Ao analisar o padrão de fratura neste trabalho, observou-se que 96,6 % delas ocorreram predominantemente na interface cimento/dentina, o que está em acordo com os achados de Goracci *et al.* (2004) e Baldissara *et al.* (2006). Estes autores afirmam ser esta a interface mais fraca na cimentação adesiva de pinos de fibra. Esta área de adesão foi utilizada para o cálculo da resistência de união em MPa. Metodologia semelhante à utilizada por Kawagoe (2010) e Cecchin *et al.* (2011). O que difere das metodologias utilizadas por Da Silva *et al.* (2005), Baldissara *et al.* (2006), Sadek *et al.* (2007) que utilizaram a área do pino.

Conforme recomendação de Ferrari *et al.* (2001), Fonseca *et al.* (2006), neste estudo foi utilizado um micro aplicador “microbrush” para os procedimentos

adesivos no intuito de deixá-los mais uniformes e previsíveis.

O tipo de adesivo utilizado neste estudo foi o de dois passos, “primer autocondicionante” e “Bond”, Clearfil SE Bond, por apresentar uma técnica menos sensível, o qual segundo Hashimoto *et al.* (2004) resulta em um selamento superior da dentina. Lopes *et al.* (2004) relatam resistência de união à dentina radicular semelhante entre os sistemas “primer autocondicionante” e condicionamento total. Shirai *et al.* (2005), Akgungor & Akkayan (2006), Aksornmuang *et al.* (2006), Van Landuyt *et al.* (2006), Garcia *et al.* (2007) e Reis *et al.* (2007) também mostraram a efetividade deste tipo de adesivo

É necessário lembrar que durante o preparo e obturação dos canais radiculares as substâncias químicas e materiais obturadores utilizados podem interferir nos processos adesivos e, conseqüentemente, no sucesso em longo prazo deste tratamento. Os efeitos destas substâncias na dentina foram e continuam sendo temas de muitos estudos. Dentre as substâncias empregadas o hipoclorito de sódio (NaOCl) em concentrações de 0,5 a 9%, é uma das mais utilizadas para a irrigação dos canais radiculares, por este motivo, foi selecionada para uso neste trabalho. O digluconato de clorexidina em concentrações de 0,12 a 2%, nas formulações líquida ou gel, é outra substância utilizada.

Não foi o escopo desta pesquisa testar o efeito destas substâncias irrigadoras, porém, seus efeitos são relatados por outros autores. Ari *et al.* (2003) relataram a resistência de união para todos os sistemas adesivos estudados e foi menor quando foi utilizado NaOCl no tratamento endodôntico. Santos *et al.* (2006) obtiveram o mesmo resultado para o NaOCl, e relatam que a clorexidina 2% líquida ou gel, associada ou não ao EDTA, não afetou a adesão. Bengtson *et al.* (2008) também indicam que a solução de clorexidina, não interferiu na resistência de união e Ferreira *et al.* (2011) evidenciaram maior resistência de união com o uso da clorexidina. Ozturk & Özer (2004) corroboram os resultados com relação ao NaOCl e comentam que o adesivo com melhor desempenho quando o NaOCl foi usado, foi o Clearfil SE Bond, o qual foi também o escolhido para este trabalho. Kawagoe (2010), relata que o uso do ascorbato de sódio após a utilização do

NaOCl restabeleceu os valores de adesão.

Já Campos *et al.* (2011) concluíram que o NaOCl aumentou a força de adesão do cimento Rely-X ARC (3M, Sumaré, Brasil) no teste de tração. Cimento este, adesivo de cura “dual”, também, utilizado para este trabalho, em virtude das propriedades mecânicas deste tipo de cimento indicadas por Ceballos *et al.* (2007) e dos achados de Souza *et al.* (2011) que mostraram maior resistência de união entre o pino e as paredes do canal radicular quando o mesmo foi escolhido.

Outra substância que pode afetar o processo adesivo do pino de fibra à dentina radicular é o cimento endodôntico, principalmente quando é utilizado cimento a base de eugenol, como foi o caso deste trabalho. Apesar deste, não visar o efeito de substâncias químicas, outros autores mostraram esta influência negativa: Alfredo *et al.* (2006), Baldissara *et al.* (2006), Vano *et al.* (2006), Menezes *et al.* (2008) e Ayub *et al.* (2009).

Evidenciou-se no grupo 2 e principalmente para o grupo 1, onde não foi utilizado o microscópio operatório (MO) para a limpeza das paredes do preparo, manutenção de remanescentes de guta-percha e cimento endodôntico ao longo do espaço de preparo para pino, como pode ser observado nas imagens de microscopia óptica e MEV (figuras 19, 20, 22, 23 e 24). Vale ainda ressaltar que o percentual mais elevado de fratura adesiva cimento/dentina foram encontradas no G1 e G2 (98,9%) quando comparados ao G3 (92,1%). Tais achados concordam com Perdigão *et al.* (2007) onde relatam que resíduo de guta-percha resultou na desunião da interface cimento/dentina. Serafino *et al.* (2004) mencionaram que grandes quantidades de cimento e guta-percha, lama dentinária e orifícios dos túbulos obstruídos parcial ou totalmente, concluindo que estas condições não são próprias para cimentação adesiva de pinos de fibra.

Estes resultados demonstram a importância do uso do MO na limpeza das paredes dentinárias do preparo para pino. Pois no G3, onde foi utilizado, praticamente, não foram observados estes resíduos de material obturador (figuras 21, 22 e 25) e a resistência de união encontrada (2.37 MPa) foi significativamente mais alta que nos G1 (0.95 MPa) e G2 (1.04 MPa). Mello Junior *et al.* (2009)

demonstraram a superioridade na remoção de guta-percha e cimento endodôntico com o uso do MO para os casos de retratamento.

Mesmo não encontrando na literatura artigos que utilizam o microscópio para a limpeza do espaço para pino, esta, é farta em afirmar que em virtude da magnificação e iluminação que fornece, o MO traz uma grande melhora não só para a endodontia como para praticamente todas as áreas da odontologia, principalmente nas seguintes situações: diagnóstico de cáries, trincas, localização de canais, calcificações, perfurações, instrumentos fraturados, cirurgias, exame final do preparo, documentação, troca de informações entre profissionais e com pacientes, melhorando a resolução da visão humana, as habilidades motoras finas, ergonomia, segurança, confiança, dando maior qualidade aos tratamentos Carvalho & Zuolo (2000), Kim & Baek (2004), Clark (2008), Kersten et al. (2008), Mello Junior et al. (2009), Bowers et al. (2010), Carr & Murgel (2010), Del Fabbro & Taschieri (2010), Feix et al. (2010), Karapinar-Kazandag et al. (2010) e Setzer et al. (2012).

Na avaliação da resistência de união os terços cervicais apresentaram melhores resultados que os terços médios e apicais do espaço para pino, com exceção do grupo 1, onde não houve diferença estatisticamente significativa entre terço cervical e apical. Concordando com os achados da literatura Kalkan et al. (2006), Perdigão et al. (2006), Faria e Silva et al. (2007), D'arcangelo et al. (2008) e Menezes et al. (2008). Perdigão et al. (2007), encontraram resistência de união maiores para os terços cervicais que os apicais, mas os terços médios não diferiram de ambos. Akgungor & Akkayan (2006) encontraram resistência de união maiores para os terços cervicais e médios comparados aos apicais. Uma explicação para estes resultados, pode ser a dificuldade de penetração da luz em profundamente nos canais Alaçam et al. (2004), Yoldas & Alaçam (2005), Fraga et al. (2006), Garcia et al. (2007). Outra explicação pode ser a maior dificuldade de limpeza nos terços médios e apicais, como pode ser observado nas imagens de microscopia óptica, que mostram maior quantidade de remanescentes de guta-percha e cimento endodôntico nestes terços (figuras 20, 21 e 22).

No entanto, Gaston *et al.* (2001), com metodologia diferente, testando uma nova técnica para teste de microtração, onde os canais não foram tratados e as raízes foram divididas longitudinalmente e limpas, para criar uma superfície ideal para a colocação de um cimento resinoso, mostraram que a resistência de união foi mais alta no terço apical e comentam que uma vez que a densidade dos túbulos diminui do terço cervical para o apical, parece que a adesão está mais relacionada à área de dentina sólida que a densidade dos túbulos.

Com os resultados deste trabalho pode-se recomendar para a limpeza das paredes dentinárias do espaço para pino, o uso superficial e delicado de brocas esféricas HL em 500 rpm, sob visão de um microscópio operatório. Pois este procedimento mostrou ser eficiente nesta limpeza contribuindo para melhor remoção do material obturador e conseqüentemente, melhorando a resistência de união entre o pino de fibra e a dentina radicular. Sendo que o controle de torque (0,8N) e velocidade (500 rpm) utilizados, tornam o procedimento seguro, sem riscos de desgastes desnecessários, especialmente sob a magnificação de oito vezes e iluminação proporcionada pelo MO.

## **7 CONCLUSÃO**

De acordo com a metodologia empregada e frente aos resultados obtidos foi possível concluir que:

A limpeza mecânica das paredes dentinárias do espaço para pino com o uso superficial e delicado de brocas esféricas HL em 500 rpm, sob magnificação de oito vezes de um microscópio operatório (G3) foi mais eficiente que os demais grupos, proporcionando maior resistência de união entre o pino de fibra e a dentina radicular.

## REFERÊNCIAS

- Abramovitz I, Lev R, Fuss, Z, Metzger Z. The Unpredictability of Seal After Post Space Preparation: A Fluid Transport Study. *J Endodon.* 2001; 37(4): 292-5.
- 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): 368-78.
- Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth retored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002; 87(4): 431-7.
- Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Effect of prolonged photo-irradiation time of three self-etch systems on the bonding to root canal dentine. *J Dent.* 2006; 34(6): 389-97.
- Alaçam T, Uzun O, Kivanç BH, Yoldaş O, Görgül G, Tinaz AC. Microhardness of packable composites used as posts condensed with different methods. *J Endod.* 2004; 30(1): 51-3.
- Alfredo E, De Souza ES Marchesan MA, Paulino SM, Gariba-Silva R, Sousa-Neto MD. Effect of eugenol-based endodontic cement on the adhesion of intraradicular posts. *Braz Dent J.* 2006;17(2):130-3.
- Alomari QD, Barrieshi KM, Al-Awadhi SA. Effect of post length and diameter on remaining dentine thickness in maxillary central and lateral incisors. *Int Endod J.* 2011; 44(10): 956-66.
- Ari, H; Yasar, E; Belli, S. Effects of NaOCl on Bond Strengths of Resin Cements to Root Canal Dentin. *J Endodon.* 2003; 29(4): 248-51.
- Ayub, KV; Ebeling, LC; Zavanelli, AC; Mazaro, JVQ. Avaliação da resistência à tração de pinos intrarradiculares pré-fabricados: revisão de literatura. *Revista Odontológica de Araçatuba.* 2009; 30(2): 50-6.
- Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, Scotti R. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin. *J Endod.* 2006; 32(10):985-8.
- Bengtson, C. R. G.; Bengtson A. L.; Bengtson, N. G.; Turbino, M. L. Efeito da clorexidina 2% na resistência de união de dois sistemas adesivos à dentina humana. *Pesq. bras. odontoped. clin. integr.* 2008; 8(1): 51-56.
- Bowers DJ, Glickman GN, Solomon ES, He J. Magnification's effect on endodontic fine motor skills. *J Endod.* 2010; 36(7): 1135-8.
- Camargo CH, Siviero M, Camargo SE, De Oliveira SH, Carvalho CA, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. *J Endod.* 2007; 33(4): 422-6.

Campos, G.R.; Cardoso, R. J. A.; Silva, M. C. P. Análise da força de tração necessária para a remoção de cimento resinoso fixado em raízes preparadas com diferentes substâncias químicas. RGO. 2011; 59(1): 95-102.

Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics. Dent Clin North Am. 2010 ; 54(2): 191-214.

Carvalho MC, Zuolo ML. Orifice locating with a microscope. J Endod. 2000; 26(9): 532-4.

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): 100-5.

Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Effect of chlorhexidine and ethanol on the durability of the adhesion of the fiber post relined with resin composite to the root canal. J Endod. 2011; 37(5): 678-83.

Clark DJ. Operating microscopes and zero-defect dentistry. Can J Rest Dent Prosthodont. 2008; 1(3): 48-50.

Coniglio I, Magni E, Goracci C, Radovic I, Carvalho CA, Grandini S *et al.* Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined with different cleaning regimens. J Endod. 2008; 34(1): 83-6.

da Silva RS, de Almeida Antunes RP, Ferraz CC, Orsi IA. The effect of the use of 2% chlorhexidine gel in post-space preparation on carbon fiber post retention. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005; 99(3): 372-7.

D'arcangelo C, Zazzeroni S, D'Amario M, Vadini M, De Angelis F, Trubiani O *et al.* Bond strengths of three types of fibre-reinforced post systems in various regions of root canals. Int Endod J. 2008; 41(4): 322-8.

Del Fabbro M, Taschieri S. Endodontic therapy using magnification devices: a systematic review. J Dent. 2010; 38(4): 269-75.

Drummond JL, Bapna MS. Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. Dent Mater. 2003;19(3): 226-31.

Faria e Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. J Endod. 2007; 33(9): 1078-81.

Feix LM, Boijink D, Ferreira R, Wagner MH, Barletta FB. Microscópio operatório na Endodontia: magnificação visual e luminosidade. Rev Sul-Bras Odontol. 2010; 7(3): 340-8.

Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. J Prosthet Dent. 2003; 90(6): 556-62.

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): 422-9.



Ferreira, R; Mildemberg, B; Gadotti, BC; Garcia, RN. Avaliação da influência do tratamento endodôntico na resistência de união de pinos de fibra reforçados por um compósito restaurador. RSBO. 2011; 8(2): 174-81.

Fonseca TS, Alfredo E, Vansan LP, Silva RG, Sousa YT, Saquy PC *et al.* Retention of radicular posts varying the application technique of the adhesive system and luting agent. Braz Oral Res. 2006; 20(4): 347-52.

Fraga RC, Santos FAF, Ajuz JS, Alves WV. Avaliação de diferentes sistemas adesivos utilizados para fixação de retentores de fibra de vidro. Rev. bras. odontol. 2006 maio/jun; 63(3/4): 225-229.

Garcia RN, Reis AF, Giannini M. Effect of activation mode of dual-cured resin cements and low-viscosity composite liners on bond strength to dentin. J Dent. 2007; 35(7): 564-9.

Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. J Endod. 2001; 27(5): 321-4.

Genovese K, Lamberti L, Pappalettere, C. Finite element analysis of a new customized composite post system for endodontically treated teeth. J Biomech. 2005; 38(12): 2375-89.

Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. J Dent. 2007; 35(11): 827-35.

Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. Dent Mater. 2005; 21(5): 437-44.

Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC *et al.* The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. Eur J Oral Sci. 2004; 112(4): 353-61.

Grandini S, Sapio S, Goracci C, Monticelli F, Ferrari M. A one step procedure for luting glass fibre posts: an SEM evaluation. Int Endod J. 2004; 37(10): 679-86.

Hashimoto M, Ito S, Tay FR, Svizero NR, Sano H, Kaga M *et al.* Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. J Dent Res. 2004; 83(11): 843-8.

Huber L, Cattani-Lorente M, Shaw L, Krejci I, Bouillaguet S. Push-out bond strengths of endodontic posts bonded with different resin-based luting cements. Am J Dent. 2007; 20(3): 167-72.

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): 41-6.

Karapinar-Kazandag M, Basrani BR, Friedman S. The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molars. J Endod. 2010; 36(8): 1289-94.

Kawagoe ST. Avaliação in vitro da influência de substâncias químicas auxiliares endodônticas na resistência e longevidade adesiva intrarradicular. [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2010.

- Kersten DD, Mines P, Sweet M. Use of the microscope in endodontics: results of a questionnaire. *J Endod.* 2008; 34(7): 804-7.
- Kim S, Baek S. The microscope and endodontics. *Dent Clin North Am.* 2004; 48(1): 11-8.
- Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater.* 2001; 17(2): 122-6.
- Lima ACMR. Resistência da união e caracterização morfológica da dentina coronária e radicular tratada com sistemas adesivos. [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2007.
- Lopes GC, Cardoso PC, Vieira LC, Baratieri LN. Microtensile bond strength to root canal vs pulp chamber dentin: effect of bonding strategies. *J Adhes Dent.* 2004; 6(2): 129-33.
- Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont.* 2003; 16(1): 39-44.
- Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TR. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *J Prosthet Dent.* 2002; 88(3): 297-301.
- Mannocci F, Pilecki P, Bertelli E, Watson TF. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. *Dent Mater.* 2004; 20(3): 293-6.
- Mello Junior JE, Cunha RS, Bueno CE, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I - an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(1): e59-62.
- Menezes MS, Queiroz EC, Campos RE, Martins LR, Soares CJ. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. *Int Endod J.* 2008; 41(6): 476-84
- Metzger Z, Abramovitz R, Abramovitz L, Tagger M. Correlation between remaining length of root canal fillings after immediate post space preparation and coronal leakage. *J Endod.* 2000; 26(12): 724-8.
- Mitsui FHO. Avaliação da resistência a fratura de raízes bovinas com sistemas de retenção intra-radicular submetidas a ciclagem mecânica. [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2003.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982; 16(3): 265-73.
- Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *J Endod.* 2004; 30(5): 362-5.
- Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007; 16(3): 54-64.
- Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater.* 2006; 22(8): 752-8.

Pitel ML, Hicks NL. Evolving technology in endodontic posts. *Compend Contin Educ Dent*. 2003; 24(1):13-6.

Quintas AF, Dinato JC, Bottino MA. Aesthetic posts and cores for metal-free restoration of endodontically treated teeth. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 2000; 12(9): 875-84.

Ramalho ACD, Mariz AL, Beatrice LCS, Silva CHV, Menezes Filho PF. Estudo comparativo da resistência radicular à fratura em função do comprimento e da composição do pino. *RFO UPF*. 2008; 13(3): 42-46.

Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endodon*, 15(11): 512-6, 1989.

Reis AF, Giannini M, Pereira PN. Long-term TEM analysis of the nanoleakage patterns in resin-dentin interfaces produced by different bonding strategies. *Dent Mater*. 2007; 23(9): 1164-72.

Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PE, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater*. 2007; 23(1): 95-9.

Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ *et al*. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod*. 2006; 32(11): 1088-90.

Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol*. 1994; 10(3): 105-8.

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

Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle?. *J Endod*; 18(7): 332-5, 1992.

Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004; 97(3): 381-7.

Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature-Part 2: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with and without the Use of Higher Magnification. *J Endod*. 2012; 38(1): 1-10.

Shirai K, DE Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Suzuki K *et al*. Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater*. 2005; 21(2): 110-24.

Silva GR. Resistência à fratura, padrão de fratura e deformação de raízes com canais excessivamente alargados restauradas com diferentes pinos e técnicas - avaliação mecânica e por extensometria. 40f. [dissertação]. Uberlândia: UFU; 2007.

Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F *et al.* Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater.* 2008; 24(10): 1405-11.

Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1984; 51(6): 780-4.

Souza, L.C. *et al.* Resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina em diferentes regiões do canal radicular. *RGO.* 2011; 59(1): 51-58.

Stewardson, D.A. Non-metal post system. *Dental update.* 2001; 28: 326-336.

Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007; 33(4): 391-8.

Ten Cate AR. *Histologia Bucal: Desenvolvimento, Estrutura e função.* 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater.* 2006; 22(6): 533-44.

Vano M, Cury AH, Goracci C, Chieffi N, Gabriele M, Tay FR *et al.* The effect of immediate versus delayed cementation on the retention of different types of fiber post in canals obturated using a eugenol sealer. *J Endod.* 2006; 32(9): 882-5.

Wagnild GW, Mueller KI. Restauração de dentes tratados endodonticamente. In: Cohen S, Hargreaves KM, Caminhos da polpa, 9.ed. Rio de Janeiro: Elsevire; 2007. p.786-821.

Wrbas KT, Altenburger MJ, Schirrmeister JF, Bitter K, Kielbassa AM. Effect of adhesive resin cements and post surface silanization on the bond strengths of adhesively inserted fiber posts. *J Endod.* 2007; 33(7): 840-3.

Yoldas O, Alaçam T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. *J Endod.* 2005; 31(2): 104-6.