

**RICARDO MASSAO SIGEMORI**

**RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO DE PINOS INTRA-  
RADICULARES PRÉ-FABRICADOS: INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE  
SUPERFÍCIE, SISTEMA DE FIXAÇÃO E PROFUNDIDADE**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de Dentística.

Orientador: Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

**PIRACICABA**

**2006**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecário: Sueli Ferreira Julio de Oliveira – CRB-8ª. / 2380

Si22r Sigemori, Ricardo Massao.  
Resistência ao cisalhamento por extrusão de pinos intraradiculares pré-fabricados: influência do tratamento de superfície, sistema de fixação e profundidade. / Ricardo Massao Sigemori. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2006.

Orientador: Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo.  
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Pinos retenção dentária. 2. Adesivos dentários. 3. Cimentos de resina. I. Paulillo, Luís Alexandre Maffei Sartini. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(sfjo/fop)

Título em Inglês: Push out strenght of intraradicular prefabricated post: influence of surface treatment, luting material and depths

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Post and core technique. 2. Dentin-bonding agents. 3. Resin cements.

Área de Concentração: Dentística

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca Examinadora: Flávio Henrique Baggio Aguiar, Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Luís Roberto Marcondes Martins, Milton Satouqui Masuda, Priscila Christiane Suzy Liporoni.

Data da Defesa: 14-12-2006.

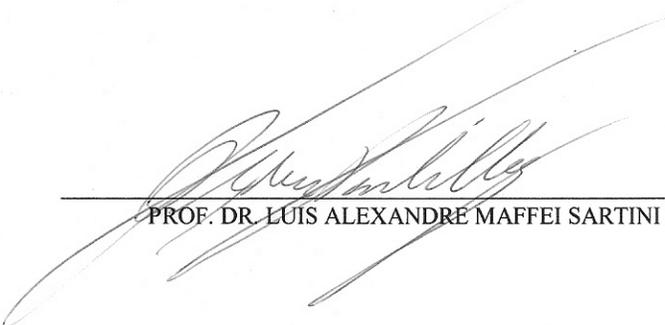
Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica



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 14 de Dezembro de 2006, considerou o candidato RICARDO MASSAO SIGEMORI aprovado.



---

PROF. DR. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO



---

PROF.ª DR.ª PRISCILA CHRISTIANE SUZY LIPORONI



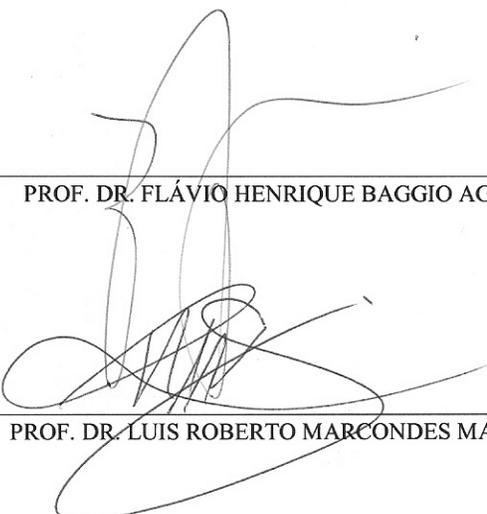
---

PROF. DR. MILTON SATOIUQUE MASUDA



---

PROF. DR. FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR



---

PROF. DR. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

Ao meu filho NICOLAS e ao que VAI NASCER, a quem dedico e dedicarei toda minha vida.

Aos meus pais, LUIZ e ALICE, meus maiores exemplos;

Aos meus irmãos, CLAUDIO e FATIMA, pela união e amor que nunca me faltaram.

À minha esposa KELLY, pelo amor, carinho e apoio

Ao Prof. Dr. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO por tudo que acrescentou a minha vida profissional e pessoal. Com quem começaria tudo de novo.

Não poderia também deixar de agradecer:

À faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, na pessoa do Prof. Dr. FRANCISCO HAITER NETO (Diretor) e do Prof. Dr. MARCELO DE CASTRO MENEHIM (Diretor Associado);

Ao Prof. Dr. MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI, coordenador do curso de pós-graduação e a Profa. Dra. RENATA CUNHA MATHEUS RODRIGUES GARCIA, coordenadora do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica;

À Faculdade de Odontologia – UNINOVE, na pessoa do Prof. Dr. MILTON SATOIUQUE MASUDA (Coordenador do curso de Odontologia);

À UNIVERSIDADE BRAZ CUBAS, na pessoa da Profa Dra. KRISTIANNE PORTA SANTOS. FERNANDES (Coordenadora do curso de Odontologia);

Ao Prof. Dr. WALDYR ROMÃO JUNIOR, Prof. Dr. FERNÃO HÉLIO DE CAMPOS LEITE JUNIOR e Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO LOVADINO, pela análise crítica e sugestões construtivas ao conteúdo deste trabalho;

Aos PROFESSORES da ÁREA de DENTÍSTICA, pelos ensinamentos, respeito e estímulo para minha formação profissional;

Aos AMIGOS do curso de pós-graduação, pelo companheirismo de tantas horas.

**RESUMO**

A retenção de pinos pré-fabricados de fibra de vidro utilizados na restauração de dentes com tratamento endodôntico é baseada na sua união às superfícies das paredes do canal radicular por meio dos sistemas adesivos e agentes de fixação resinosos. O propósito desse estudo foi avaliar a influência da profundidade, do tratamento de superfície e de sistemas de fixação resinosos utilizados na instalação de pinos pré-fabricados de fibra de vidro. O fator em estudo foi a resistência ao cisalhamento por extrusão – push out – medida em MPa de dentes com tratamento endodôntico em três níveis experimentais: SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO – RelyX ARC sem adesivo (RO), RelyX ARC / Single Bond 2 (RS), RelyX ARC / ED Primer (RE), Panavia F sem adesivo (PO), Panavia F / ED Primer (PE), Panavia F / Single Bond 2 (PS); TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE - sem EDTA (SE), com EDTA (CE); PROFUNDIDADE – superficial (S), média (M) e profunda (P). Foram utilizados 360 unidades experimentais, em forma de discos com aproximadamente 1 mm de espessura, retirados de 120 raízes bovinas restauradas com retenções intra-radulares. Os valores obtidos foram submetidos à Análise de Variância que não demonstrou diferença estatística significativa para o fator “TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE”. Entretanto os fatores “SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO” e “PROFUNDIDADE” foram significativos em nível de 0,5% de probabilidade. O Teste de Múltipla Variação de Tukey (LSMEANS) (0.05) demonstrou que a maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi obtida pelo sistema de fixação Panavia F/ Single Bond no terço superficial (24,76 MPa) e a menor média pelo Panavia / Sem adesivo no terço Profundo (2,49 MPa). Conclusão: o tratamento de superfície - EDTA - não interferiu na resistência adesiva dos sistemas utilizados na instalação de pinos intra-radulares pré-fabricados de fibra de vidro; o sistema adesivo que emprega o condicionamento ácido para a remoção da lama dentinária apresentou melhor comportamento quando comparado ao sistema autocondicionante; a retenção de pinos pré-fabricados foi maior no terço superficial; os menores valores de

resistência foram obtidos no terço profundo; entre os sistemas de fixação resinosos o Panavia F apresentou os melhores resultados.

**Palavras chave:** Pinos inta-radulares pré-fabricados, sistemas adesivos, cimentos odontológicos, polimerização.

## **ABSTRACT**

The retention of prefabricated fiber posts used on endodontically treated teeth is based on adhesive systems and resin luting cements. The aim of this study was to evaluate the influence of the depth, surface treatment and adhesives luting cement used for retention of prefabricated fibers posts. The factors studied were SURFACE TREATMENT: with EDTA and without EDTA; LUTING MATERIAL: RelyX ARC without adhesive (RO), RelyX ARC / Single Bond 2 (RS), RelyX ARC / ED Primer (RE), Panavia F without adhesive (PO), Panavia F / ED Primer (PE), Panavia F / Single Bond 2 (PS) and DEPTHS: superficial (S), medium (M) and deep (D). Push-out test was carried out on 360 1 mm thick specimens get from 120 endodontically treated bovine roots. ANOVA showed no statistically significant differences for the SURFACE TREATMENT factor but LUTING MATERIAL and DEPTHS were significantly different. Tukey (LSMEANS) (0,05) showed that the highest push out means was presented by Panavia F / Single Bond 2 on superficial third (24.76 MPa) and the lowest by Panavia F / without adhesives on deep third (2,49 MPa). Conclusion: the surface treatment did not influence the push out strength of prefabricated fiber posts; total etch adhesive system present better behaviour than self-etch adhesive; retention of prefabricated fiber posts was higher on superficial third; the lowest push out strength was presented on deep third and Panavia F presented better results among the luting cements.

**Keywords:** intrarradicular prefabricated post, adhesive systems, luting cements and polymerization.

## SUMÁRIO

1. Introdução	01
2. Revisão da Literatura	04
3. Proposição	26
4. Material e Métodos	27
4.1. Material	27
4.2. Métodos	29
4.2.1. Delineamento Experimental	29
4.2.2. Seleção dos dentes	29
4.2.3. Preparo dos canais radiculares	30
4.2.4. Grupos experimentais	32
4.2.5. Tratamento de superfície dos canais radiculares	33
4.2.6. Aplicação do sistema adesivo	33
4.2.6.1. Sistema Single Bond 2	33
4.2.6.2. Sistema ED Primer	35
4.2.7. Fixação do pino intra-radicular pré-fabricado	36
4.2.7.1. RelyX ARC	37
4.2.7.2. Panavia F	38
4.2.8. Ensaio de Resistência ao Cisalhamento por extrusão – Push Out	39
4.2.9. Análise estatística	41
5. Resultados	42
6. Discussão	50
7. Conclusão	57
8. Referências Bibliográficas	58
9. Obras Consultadas	62
10. Anexos	63

## 1. INTRODUÇÃO

Os dentes com tratamento endodôntico muitas vezes se encontram extensamente destruídos devido a lesões cariosas, fraturas, acesso endodôntico incorreto, substituições de restaurações ou reabsorções internas (Assif & Gorfil, 1994; Gutmann, 1992). Nessas situações clínicas, a utilização de pinos intra-radulares pré-fabricados tem sido indicada para promover retenção à restauração (Rolf *et al.*, 1992; Chan *et al.*, 1993; Morgano, 1996; Freno, 1998).

A vantagem desses sistemas consiste em simplificar a técnica restauradora, pois apresentam fácil instalação e tempo clínico reduzido quando comparados a núcleos metálicos fundidos (Rolf *et al.*, 1992; Chan *et al.*, 1993). Somado a isso, a composição dos materiais utilizados para a confecção de retentores intra-radulares mudou de materiais de alto módulo de elasticidade como ouro, aço inoxidável e dióxido de zircônia para materiais que possuem características mecânicas mais semelhantes à dentina como a resina composta e a fibra de vidro (Asmussen *et al.*, 1999; Boschian *et al.*, 2002; Akgungor & Akkayan, 2006). Assim, absorvem as tensões geradas pelas forças mastigatórias e protegem o remanescente radicular, pois possibilitam a construção de uma unidade mecanicamente homogênea em que os materiais que compõem esse conjunto, constituído por estrutura dental, agente de fixação resinoso e pino, idealmente devem possuir módulos de elasticidade similares (Asmussen *et al.*, 1999; Boschian *et al.*, 2002; Asmussen *et al.*, 2005).

Entre os diferentes materiais existentes no mercado, os pinos de fibra de vidro apresentam como característica principal o módulo de elasticidade de 16 a 40 GPa (Boschian *et al.*, 2002; Martelli, 2000). Dessa forma, representam o sistema de pinos intra-radulares que mais se aproxima ao da dentina 18,6 GPa (Martelli, 2000).

A retenção desses pinos é baseada na união às superfícies das paredes do canal radicular por meio dos sistemas adesivos (Serafino *et al.*, 2004)

e agentes de fixação resinosos (Chan *et al.*, 1993; Nash, 1998; Nissan *et al.*, 2001). Assim, os adesivos propiciam uma união micromecânica através da formação da camada híbrida (Nakabayashi & Pashley, 2000), enquanto que o cimento age como um dissipador de tensões devido a sua resiliência (Nash, 1998).

A técnica utilizada para a adesão à dentina intra-radicular é baseada em conhecimentos adquiridos para a adesão à dentina coronária (Pirani *et al.*, 2005). Entretanto, a dificuldade de visualização e acesso das superfícies dentinárias no interior do canal radicular (Bouillaguet *et al.*, 2003) e a deposição de lama dentinária e resíduos de material obturador nas paredes do canal (Serafino *et al.*, 2004) dificultam o procedimento adesivo e conseqüentemente levam ao fracasso da restauração. Frente a isso, a utilização de soluções irrigadoras como o Ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) tem sido sugerida (Miyasaka & Nakabayashi, 1999; Çalt & Serper, 2002) por ser um agente quelante que possui a capacidade de remover seletivamente a hidroxiapatita sem prejudicar a estrutura da matriz de colágeno (Jacques & Hebling, 2005).

Já os agentes de fixação resinosos são indicados por superar problemas inerentes ao cimento de fosfato de zinco como a falta de adesão à estrutura dental (Morgano & Brackett, 1999) e de não ser indicado para a cimentação onde a linha de cimento seja superior a 25µm (Anusavice, 1998). Esses agentes são classificados de acordo com a forma de polimerização em: quimicamente ativados, fotoativados e de dupla ativação - duais. Entre esses, os cimentos de dupla ativação são os indicados para cimentação de pinos intraradiculares, pois iniciadores químicos foram introduzidos junto aos físicos para que a polimerização ocorra mesmo na ausência de luz (Braga *et al.*, 2002; el-Mowafy *et al.* 1999). Porém, o grau de conversão desses agentes é questionado devido à dificuldade da luz penetrar no interior do canal radicular e pela incapacidade da ativação química complementar a ausência de luz (Braga *et al.*, 2002; Darr & Jacobsen, 1995). Somado a isso, a incompatibilidade entre os sistemas adesivos

que possuem monômeros ácidos em sua composição e os agentes de cimentação resinosos tem sido relatada (Sannares *et al.*, 2001; Tay *et al.*, 2003).

Assim, torna-se importante analisar a influência do tratamento de superfície da dentina radicular e o comportamento de diferentes sistemas de fixação resinosos na cimentação de pinos pré-fabricados.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Segundo Gutmann (1992) a dentina de dentes despulpados sofre alterações estruturais, resultando em redução de resistência e flexibilidade. Desta forma, sugeriu que procedimentos restauradores deveriam estar relacionados com a anatomia radicular e o suporte ósseo. Ressaltou a importância do conhecimento da anatomia e biologia da dentina e fez considerações sobre propriedades de dentes com tratamento endodôntico como perda de umidade; alterações de resistência causadas por mudanças na arquitetura e morfologia do dente; conceitos do comportamento biomecânico da estrutura dental sob tensões; natureza da dentina em dentes despulpados; e mudanças na malha de colágeno.

Para Rolf *et al.* (1992) os pinos pré-fabricados passaram a ser bastante utilizados por apresentarem fácil instalação, tempo clínico reduzido, pois os dentes podem ser preparados em uma mesma sessão clínica, baixo custo e excelente retenção. Assim, estudaram através da análise fotoelástica bidimensional tensões geradas por 5 sistemas de pinos pré-fabricados paralelos, sendo estes: Para-Post (Whaledent International New York, NY 10001); Beta Post (CTH, Inc West Babylon, NY 11702); Kurer Crown Anchor (Teledyne Getz Elk Grove Village, IL60007); Flexi-Post (Essential Dental Systems, Inc New York, NY 10019) e Radix Anker (Star Dental Mfg Co Inc Valley Forge, PA 19482). Os pinos foram fixados com cimento de fosfato de zinco em condutos preparados em material fotoelástico PSM-5 (Measurements Group Inc., Raleigh, NC 27611). Após a aplicação de carga, cada amostra foi fotografada com polariscópio circular (Star Titan, Star Dental Mfg Co, Valley Forge, PA 19482) em campo óptico de análise escuro com telemicroscópio (Modelo 241-50, Measurements Group Inc, magnification X15) para que fosse observada a magnitude das tensões geradas. Concluíram que pinos passivos causaram menores tensões que pinos ativos; entre os pinos ativos, o Flexi-Post e Radix Anker geraram menores tensões e o Kurer Crown Anchor maiores.

No ano de 1993, Chan *et al.* relataram que a utilização de retenções intra-radulares constitui um procedimento universalmente aceito para a restauração de dentes tratados endodonticamente. Para os autores, devido a sua adaptação, os núcleos metálicos fundidos apresentam boa retenção e distribuem as tensões geradas durante a mastigação para toda a raiz. Por outro lado os pinos pré-fabricados apresentam tempo clínico reduzido, fácil instalação e baixo custo. Porém, sua retenção está baseada nos agentes cimentantes, pois não reproduzem as formas individuais dos canais. Assim, avaliaram a retenção de pinos pré-fabricados instalados com diferentes agentes de cimentação e a influencia da adaptação dos pinos às paredes do canal radicular. Para isso, utilizaram incisivos superiores, primeiros e segundos premolares inferiores humanos que foram divididos aleatoriamente em oito grupos experimentais. Os condutos radulares foram preparados no comprimento de 9 mm com as brocas fornecidas pelo fabricante do pino Para-Post sendo que nos grupos 1, 3, 5 e 7 foram realizados preparos com 1,25 mm de diâmetro e nos grupos 2, 4, 6 e 8 preparos com 1,75 mm. A seguir, os pinos Para-post foram instalados com os seguintes agentes cimentantes: cimento de fosfato de zinco (S.S White Manufacturing Ltd., Bradford, England), Cimento de poliacrilato (GC Liv Genera, G-C Dental Industrial Corp., Tokyo, Japan), cimento de Ionômero de vidro (Ketac-Cem radiopaque, ESPE GmbH Seefeld/Oberbay, Germany) e agente de fixação resinoso (Panavia EX, Kuraray Co., Ltd, Osaka, Japan). O ensaio de tração foi realizado em Máquina Universal de ensaio Shimadzu IS-500 à velocidade de 2,5 mm por minuto. Concluíram que os pinos instalados com o agente de fixação resinoso apresentaram a maior retenção; os pinos cimentados em canais amplos apresentaram maiores valores de resistência à tração. Atribuíram esse resultado à maior área de superfície dos canais amplos para a fixação dos cimentos à dentina e sugeriram novos estudos para avaliar a influência da adaptação na retenção de pinos pré-fabricados.

De acordo com Assif & Gorfil (1994) a perda de estrutura dental provocada por cáries, fraturas, restaurações prévias ou mesmo a técnica

endodôntica resultam em redução da capacidade do dente de resistir forças intra-orais. Relataram que pinos intra-radulares são comumente utilizados para promover retenção ao material restaurador e proteger ou reforçar a estrutura dental contra essas forças distribuindo-as através da dentina radicular para os tecidos de suporte, assim como, dispersando-as ao longo da raiz. Desta forma, os autores analisaram considerações biomecânicas relacionadas a restauração de dentes com tratamento endodôntico e verificaram a validade e capacidade de pinos promoverem estas funções. Concluíram que pinos metálicos e o aumento do seu comprimento e diâmetro para promover maior retenção comprometeram o prognóstico do dente restaurado, pois quanto maior a quantidade de estrutura removida menor foi a capacidade de resistir a forças oclusais aumentando o risco de fraturas; o uso de pinos para reforçar dentes despulpados a resistir forças oclusais seria difícil de ser justificado e possivelmente nociva, por esta razão pinos deveriam ser utilizados apenas para promoverem retenção; toda restauração de dentes despulpados requer recobrimento das cúspides com coroas totais abraçando estrutura dental sadia apicalmente ao término do preenchimento.

Darr & Jacobsen (1995) avaliaram através do ensaio de dureza o grau de conversão de cimentos resinosos de dupla ativação quando fotoativados de acordo com as recomendações do fabricante ou quando ativados somente quimicamente sem a presença de luz. Verificaram que a dureza aumentou rapidamente após a exposição à luz seguida de um aumento constante durante 24 horas. As amostras ativadas quimicamente demonstraram aumento durante as 24 horas, porém moles demais para serem avaliadas nos primeiros 30 minutos. Concluíram que a dupla ativação é mais efetiva à ativação química e relataram que clinicamente em cavidades profundas podem ocorrer áreas de pouca polimerização.

Segundo Morgano (1996) os pinos são recomendados há mais de 100 anos para a restauração de dentes com tratamento endodôntico, porém sua instalação pode enfraquecer o remanescente dental. Devido a isso, os procedimentos restauradores que preservam a vitalidade pulpar e eliminam a

necessidade de se utilizar pinos são mais desejáveis. Assim, revisou a literatura e discutiu princípios biomecânicos das restaurações desses dentes. Concluiu que a conservação de estrutura dental sadia constitui o fator de maior importância para o sucesso do procedimento restaurador e que, quando indicado, a espessura dos pinos intra-radiculares deve ser mínima.

Em 1998, Nash relatou um caso clínico de um prémolar inferior restaurado com a utilização de pino pré-fabricado – FibreKor Post. Destacaram que esses pinos são constituídos de fibras de vidro paralelas impregnadas com resina que apresentam como principal característica sua união à estrutura dental e o módulo de elasticidade relativamente baixo. Dessa maneira as forças externas são mais uniformemente distribuídas na interface dente/pino o que resulta em menores índices de fraturas por trauma. Outra vantagem desse sistema é seu potencial estético. Concluiu que pinos adesivos reforçaram a estrutura dental e a transmissão da luz através do pino promoveu máxima estética.

Segundo Freno (1998) os pinos são freqüentemente utilizados para a restauração de dentes tratados endodonticamente. Assim, revisou a literatura e forneceu orientações para a utilização de pinos. Relatou que o fator mais importante no sucesso da restauração de dentes com tratamento endodôntico seria a quantidade de estrutura dental remanescente, portanto, máxima estrutura dental deveria ser preservada. Concluiu que um pino de menor diâmetro deveria ser utilizado contanto que possuísse resistência suficiente para resistir à fratura. O aumento do diâmetro não aumentou a retenção e poderia enfraquecer a estrutura dental remanescente; se quantidade de estrutura dental coronária (2,0 mm) fosse adequada para a retenção da restauração, a instalação de pino não seria necessária; remanescente de estrutura dental coronária de no mínimo 1 a 2 mm parecia ter maior correlação com o sucesso da restauração; pinos de superfície lisa eram menos retentivos do que pinos serrilhados ou rosqueados.

De acordo com Morgano & Brackett (1999) as restaurações de bases envolveriam vários materiais e técnicas que eram diariamente utilizados na prática odontológica. Assim, revisou a literatura de estudos *in vitro* e *in vivo*, técnicas e

relatos clínicos para fornecer guias de seleção do material e método para a restauração de dentes comprometidos estruturalmente. Os tópicos revistos e discutidos incluíram características desejáveis das restaurações de bases; fundamentos para a restauração de dentes despolpados; perspectivas históricas; núcleos metálicos fundidos; efeito da cinta metálica; pinos pré-fabricados; preenchimento direto; confecção de retenções para a restauração de dentes severamente comprometidos; problemas e limitações. Relataram que o sucesso clínico de pinos estava diretamente relacionado com o comprimento, que devia ser o mais longo possível respeitando-se limitações anatômicas e selamento apical; a cimentação de pinos com sistemas adesivos poderiam teoricamente prover reforço interno da raiz; máxima estrutura dental deveria ser preservada durante o preparo de dentes despolpados.

Para Asmussen *et al.* (1999) pinos devem fornecer retenção ao material restaurador e transferir a força mastigatória para o dente sem torná-lo susceptível à fratura. Dessa forma, relata que, as principais causas de insucessos da restauração de dentes com tratamento endodôntico são a cárie, perda de retenção do pino ou da coroa, fratura radicular e distorção e fratura do pino. Embora, esses fatores estejam envolvidos, alguns desses insucessos estão relacionados a propriedades mecânicas do pino. Dessa forma, avaliaram a dureza, limite elástico e resistência de dois pinos de zircônia (Biopost, Incermed, Lausanne, Switzerland; e Cerapost, Brasseler, Lemgo, Germany) um de titânio (PCR, Brasseler, Lemgo, Germany) e um de fibra de carbono (Composipost, RTD, Meylan, France). Para isso os pinos foram instalados em canais radiculares artificiais feitos em blocos metálicos com o agente de fixação resinoso Panavia 21 (Kuraray, Osaka, Japan). A seguir, dez amostras de cada pino foram posicionadas em máquina universal de ensaio para que o carregamento fosse aplicado à velocidade de 5 mm/min para produzir a curva de deflexão. Os dados obtidos foram analisados através da ANOVA e test t ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram que não houve diferenças mecânicas entre o Biopost e Cerapost. O pino PCR foi menos rígido e apresentou menor limite elástico do que o Biopost e Cerapost,

porém com a mesma resistência. O Pino Composipost obteve valores de propriedades mecânicas menores em relação aos demais pinos. O valor de limite elástico foi idêntico ao da resistência para o pino Biopost e Cerapost o que indica que esses pinos são friáveis. Já os pinos PCR e Composipost obtiveram valores de limites elásticos menores que os da resistência o que indica um comportamento plástico.

Nesse mesmo ano Miyasaka & Nakabayashi (1999) relataram que os sistemas adesivos autocondicionantes tendem a se tornarem ideais devido à simplicidade da técnica de aplicação e por causarem menores danos à superfície dentinária em relação aos que empregam condicionadores ácidos. Relataram também que a resistência à tração de resinas à dentina recoberta por lama dentinária depende de como essa camada é tratada. Assim, avaliaram através do ensaio de tração e microscopia eletrônica de varredura a influencia do condicionamento com EDTA na resistência adesiva de um primer autocondicionante. Para isso, utilizaram coroas de dentes bovinos que foram preparadas com lixas de granulação 180 para se padronizar as superfícies de dentina e da lama dentinária. Feito isso, a dentina foi condicionada com 20 µl de EDTA com pH 7,4 por 60s, lavadas e secadas para que em seguida fosse aplicado o primer com 20 µl de uma mistura aquosa de 1, 5 ou 20% de Phenyl-P e 30% de HEMA descritas como 1P-30H, 5P-30H e 20P-30H, respectivamente, por 10s. Outras amostras foram confeccionadas da mesma forma, porém tratadas com 1P-30H por 10, 30 e 60s. O ensaio foi realizado em máquina universal de ensaio com velocidade de 1 mm/min. Os valores obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste Student' t a 5 e 1% de probabilidade e revelaram que a superfície dentinária condicionada com EDTA e tratada 1P-30H por 10s demonstrou a maior resistência à tração. Assim, concluíram que a combinação do condicionamento com EDTA e o primer Phenyl-P/HEMA resultaram em uma hibridização de qualidade e boa resistência adesiva.

Takeda *et al.* (1999) avaliaram o efeito de três soluções irrigadoras do canal radicular e dois tipos de laser na remoção da lama dentinária produzida pela

instrumentação endodôntica. Para isso utilizaram 60 premolares inferiores que após a instrumentação os canais foram distribuídos aleatoriamente em 5 grupos (n=12) para serem irrigados com: Grupo 1 (controle) – 10 ml de EDTA a 17% por 5 minutos, 3 ml de NaOCl a 5,25% e 3 ml de água destilada; Grupo 2 - 10 ml de ácido fosfórico a 6% por 5 minutos, 3 ml de NaOCl a 5,25% e 3 ml de água destilada; Grupo 3 - 10 ml de ácido cítrico a 6% por 5 minutos, 3 ml de NaOCl a 5,25% e 3 ml de água destilada; Grupo 4 – irradiação com laser de CO<sub>2</sub> (Opelaser-03S, Yoshida, Tokyo, Japan) em um comprimento de onda de 10,6µm e 23 segundos de exposição; Grupo 5 – irradiação com laser de Er:YAG (prototype, Luxar Co, Bothel, WA, USA) em um comprimento de onda de 2,94 µm e 15 segundos de exposição total. A seguir os dentes foram seccionados longitudinalmente para serem observados nos terços médios e apicais em Microscopia Eletrônica de Varredura (JSM-T220A; JEOL, Tokyo, Japan). Concluíram que o EDTA, o ácido fosfórico a 6% e o ácido cítrico a 6% não foram efetivos na remoção da lama dentinária; o laser de CO<sub>2</sub> e o de Er:YAG foram mais eficientes.

Segundo el-Mowafy *et al.* (1999) os cimentos resinosos são os materiais indicados para a cimentação de restaurações inlay / onlay de cerâmica ou resina, coroas totais de cerâmica, restaurações metálicas fundidas, núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados. De acordo com os autores, os cimentos de dupla ativação são os indicados para esses procedimentos clínicos. Porém, relatam que a polimerização química não é suficiente para conferir máxima dureza a esses compósitos. Assim, avaliaram através do ensaio de dureza Knoop o grau de conversão de cimentos resinoso ativados somente quimicamente e pelo duplo sistema de ativação e o efeito da espessura de inlays cerâmicos na dureza desses cimentos. Para isso, oito amostras em forma de discos com 6 mm de diâmetro e 2,5 mm de espessura foram confeccionadas com os seguintes materiais: Adherence (Confi-Dental Products, Louisville), Choice (Bisco Inc., Itasca), Duolink (Bisco Inc.), Enforce (DentiPLY/Caulk, Milford), Lute-It (Jeneric/Pentron Inc., Wallingford), Nexus (Kerr USA Orange), Resinomer (Bisco Inc.), e Variolink

(Vivadent, Schaan, Liechtenstein), sendo que metade das amostras foi quimicamente e a outra metade foi duplamente ativada. Outras 12 amostras foram confeccionadas, porém a ativação foi realizada sobre a superfície de cerâmicas Cerec Vita Blocks (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) com espessura variando de 1 a 6 mm. As amostras foram armazenadas a 37° C e o ensaio de dureza Knoop foi realizado no após o intervalo de 1 hora, 1 dia e 1 semana. Concluíram que a ativação química não é suficiente para se alcançar dureza adequada; a dureza dos cimentos reduziu quando a espessura da cerâmica foi de 2-3 mm.

De acordo com Martelli (2000) os dentes com tratamento endodôntico são tradicionalmente restaurados com retenções intra-radiculares metálicas. Entretanto, devido à insucessos clínicos como fratura radicular e dificuldades técnicas relacionadas à estética diferentes sistemas de pinos foram desenvolvidos. Destacaram que os pinos de fibra de vidro possuem o módulo de elasticidade que mais se aproxima ao da dentina. Assim, relataram um caso clínico da restauração de um incisivo central superior com o pino de fibra de vidro Luscent Anchors (Dentatus USA, New York, NY) e coroas de cerâmica IPS Empress (Ivoclar, Williams, Amherst, NY).

Perdigão *et al.* (2000) avaliaram através do ensaio de cisalhamento e Microscopia Eletrônica de Transmissão o efeito do gel de hipoclorito de sódio (NaOCl) na resistência de união de dois sistemas adesivos sendo esses Prime & Bond NT (Dentsply Caulk) e Single Bond 2 (3M Dental Products Division). Para isso utilizaram 80 dentes bovinos onde após a remoção das raízes as faces vestibulares das coroas foram lixadas com lixas de granulação 240, 400 e 600 para expor a dentina. Feito isso, os dentes foram divididos aleatoriamente e após o condicionamento ácido da dentina e lavagem as amostras foram tratadas com NaOCl 10% (AD Gel, Kuraray. Ltd) por 0 (controle), 15, 30 ou 60 segundos. A seguir, o gel foi lavado com água e os sistemas adesivos foram aplicados segundo recomendações de cada fabricante. Os compósitos Surefil para o sistema Primer & Bond e Z100 para o Single Bond 2, foram depositados com o auxílio de

cápsulas de gelatina #5 (Torpac Inc., Fairfield, NJ). Assim, concluíram que com o aumento do tempo de aplicação do NaOCl a resistência de união dos dois sistemas adesivos diminuíram progressivamente e que a integridade das fibras colágenas possuem grande significância no mecanismo de união dos sistemas adesivos utilizados.

No ano de 2001, Nissan *et al.* relataram que a função dos pinos intraradiculares é fornecer retenção para a restauração. Devido a isso, a utilização de cimentos que possuam a capacidade de reter esses pinos pode permitir a instalação de pinos mais curtos que favoreçam a manutenção do selamento apical e da estrutura dental sadia. Assim, avaliaram se a utilização de agentes de fixação resinosos poderia compensar a redução no comprimento dos pinos. Para isso, utilizaram 120 dentes humanos unirradiculares que foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo do dente na junção amelo-cemento, tratados endodonticamente. A seguir, os pinos paralelos serrilhados (Para-Post, Coltene/Whaledent Inc, Mahwah, J. J.) e cônicos rosqueados (Dentatus SST, Hagerten, Sweden) foram instalados nos comprimentos de 5, 8 e 10 mm com o cimento resinoso (Flexi-Flow, EDS, South Hackensack, NJ) e o cimento de fosfato de zinco (ZPC, Harvard cement, Richter & Hoffman, Harvard Dental GmbH, Berlin, Germany) de acordo com os diferentes grupos experimentais. O ensaio de tração foi conduzido em máquina Universal de Ensaio (Instron, model 1026, MFG, Canton, Mass) à velocidade de 2 mm/min. A análise de Variância e Teste Scheffe revelaram que: o cimento resinoso aumentou significativamente a retenção dos pinos, não houve diferença estatística significativa entre os pinos de 5, 8 e 10 mm de comprimento instalados com cimento resinoso, a média de resistência à tração foi significativamente diferente quando os pinos com 5, 8 e 10 mm de comprimento foram cimentados com o fosfato de zinco. Dessa forma, concluíram que a utilização de agentes de fixação resinosos compensou menores comprimento na retenção dos pinos utilizados.

Nesse mesmo ano (2001) Sanares *et al.* relataram que as técnicas restauradoras que empregam a utilização de compósitos quimicamente ativados e

fotoativados não demonstraram nenhuma incompatibilidade entre esses sistemas de polimerização. Porém, para os autores, a resistência de união à dentina poderia ser influenciada pela incompatibilidade dos mecanismos de polimerização dos sistemas adesivos e das resinas compostas. Assim, avaliaram através do ensaio de microtração e microscopia eletrônica de varredura o efeito dos adesivos frascos único com diferentes graus de acidez na resistência de união a compósitos quimicamente ativados e fotoativados. Para isso, utilizaram 24 terceiros molares hígidos que foram lixados com lixas granulação 600 para expor a dentina e padronizar a espessura da lama dentinária. A seguir, os dentes foram divididos inicialmente em quatro grupos onde foram aplicados os seguintes sistemas adesivos: Prime & Bond NT (PB; Dentsply De Tray, Konstanz, Germany), OptiBond SOLO (OB; Kerr Co., Orange, CA, USA), Single Bond 2 (SB; 3M Dental Products, St Paul, MN, USA) e One-Step (OS; Bisco Inc., Schamburg, IL, USA). Feito isso, cada grupo de adesivo foi dividido em dois subgrupos sendo um para o compósito Z100 (3M Dental products) que foi fotoativado (LC) e outro para o compósito Bisfil 2 (Bisco Inc.) que foi quimicamente ativado. Através dos resultados obtidos observaram correlação positiva entre o grau de acidez dos adesivos e a resistência de união à resina quimicamente ativada. Relataram que falhas ocorreram predominantemente ao longo da interface adesivo / dentina com presença de microporosidades na superfície do adesivo e bolhas no interior da massa do compósito quimicamente ativado. Sugeriram haver uma interação adversa entre os monômeros ácidos não polimerizados da camada onde a polimerização é inibida pelo oxigênio com os componentes de iniciação da reação dos compósitos quimicamente ativados.

No ano de 2002, Boschian *et al.* relataram que a seleção dos materiais utilizados para a restauração de dentes com tratamento endodôntico passou de materiais rígidos como aço inoxidável, ouro e dióxido de zircônia para materiais que possuem características mecânicas que mais se assemelham à da dentina como a resina composta e a fibra de vidro. Dessa forma, podem criar uma unidade mecanicamente homogênea onde os materiais devem possuir módulos de

elasticidade similares. Destacaram os módulos de elasticidade desses componentes sendo a do cimento resinoso de 6,8 a 10,8 GPa, resina composta 5,7 a 25 GPa e pinos de fibra de vidro 16 a 40 GPa. Assim, avaliaram a resistência da adesão entre os cimentos resinosos, a dentina radicular e os pinos de fibra de vidro através do ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão - push out - e examinaram a integração entre esses componentes através da microscopia eletrônica de varredura. Para isso utilizaram 50 dentes unirradiculares que foram tratados endodonticamente e restaurado com os seguintes materiais: Cimento resinoso e sistema adesivo - Ti-Core Titanium (EDS Inc., Hackensak, NJ), Clearfil Photocore (Kuraray Co., Osaka, Japan), Clearfil Core (Kuraray Co., Osaka, Japan), C&B Cement (Bisco Inc., Schaumburg, IL), Panavia F (Kuraray Co., Osaka, Japan), All Bond 2 (Bisco Inc., Schaumburg, IL), Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co., Osaka, Japan); Pinos – Tech2000 (Carbotech Ganges, France), Endo Composipost (RTD, France), Tech21Xop (Carbotech Ganges, France), Luscent Anchors (Dentatus, Sweden). O ensaio de cisalhamento por extrusão foi realizado em máquina universal de ensaio (Acquatic, Varese, Italy) com velocidade de 0,5 mm/min. Todos os sistemas estudados apresentaram médias de resistência entre 26-30 MPa sendo que os valores obtidos pela combinação dos pinos Tech2000 ou Tech21 com Panavia F ou Liner Bond 2V foram significativamente maiores. Verificaram através da Microscopia que a camada híbrida formada pelo adesivo ED Primer não foi homogênea ao longo do canal radicular e que os prolongamentos de resina, quando presentes, foram irregulares. Observaram ainda a presença de microbolhas e fendas.

Braga *et al.* (2002) relataram que os agentes de fixação resinosos são classificados em quimicamente ativados, fotoativados e de dupla ativação - duais. Entre esses, os cimentos de dupla ativação são os indicados para cimentação de pinos intra-radulares. Assim, avaliaram a resistência flexural, o módulo de elasticidade e a dureza Knoop dos agentes de fixação resinosos Enforce (Dentisply Ind, São Paulo, Brazil), RelyX ARC (3M Dental Products, St Paul, MN, USA) Variolink II (Vivadent Ets, Schaan, Liechstein) e C&B (Bisco Inc, Schawburg,

IL, USA) ativados de diferentes formas. Para isso, utilizaram 10 amostras para cada grupo experimental confeccionadas em moldes de aço inoxidável. Os compósitos Enforce e Variolink II foram avaliados como sendo materiais fotoativados, quimicamente ativados e de dupla ativação. O RelyX não foi avaliado quando ativado somente por fontes de luz, pois não apresenta essa possibilidade de ativação. Já o C&B representou um cimento quimicamente ativado. Assim, verificaram que quando foram fotoativados o compósito RelyX ARC demonstrou maior resistência flexural que os demais grupos, o RelyX ARC e o Variolink II dependem da foto ativação para alcançarem maiores valores de dureza, o Enforce demonstrou dureza semelhante para o modo dupla ativação e quimicamente ativados. Não houve diferenças estatísticas significativas no módulo de elasticidade entre os diferentes sistemas avaliados.

Nesse mesmo ano Çalt & Serper (2002) relataram que a irrigação com 10 ml de EDTA a 17% seguida por 10 ml de NaOCl a 5% tem sido recomendada para remover tanto a parte orgânica como inorgânica dos componentes da lama dentinária. Destacaram que o EDTA é um agente quelante freqüentemente utilizado na terapia endodôntica para remover a lama dentinária e preparar as paredes de dentina para uma melhor união dos materiais obturadores as paredes do canal. Assim, avaliaram por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura o efeito do EDTA na remoção da lama dentinária e na estrutura da dentina. Para isso, utilizaram 6 dentes unirradiculares humanos que foram instrumentados e tratados com EDTA a 17% por 1 ou 10 minutos seguida de 10 ml de NaOCl a 5%. Observaram que nas amostras onde a aplicação foi de 1 minuto a lama dentinária foi totalmente removida, os túbulos dentinários apresentavam-se abertos e houve leve efeito erosivo na dentina peritubular e intratubular. Já nas amostras onde o EDTA a 17% foi aplicado por 10 minutos a lama dentinária também foi totalmente removida, porém ocorreu erosão excessiva da dentina peritubular e intratubular. Dessa forma sugeriram que a utilização do EDTA não exceda o tempo de 1 minuto de aplicação.

Bouillaguet *et al.* (2003) avaliaram através do ensaio de tração a hipótese de que a resistência adesiva à dentina do canal radicular pode ser reduzida devido ao fator de configuração desfavorável, ao tipo de agente de fixação resinoso e modo de polimerização, e as diferenças estruturais e dificuldades técnicas na região apical do canal radicular. Para isso, utilizaram 48 caninos e pré-molares humanos que foram seccionados para se obter raízes com 12 mm de comprimento e preparadas para receberem pinos instalados através dos seguintes sistemas de fixação resinosos: Single Bond 2 / RelyX ARC; ED Primer / Panavia F, C&B Metabond; e Fuji Plus. As amostras foram divididas em dois grupos, sendo um com raízes intactas onde os pinos foram instalados como nos procedimentos clínicos, e outro com as raízes seccionadas, onde os pinos foram instalados diretamente sobre a raiz planificada. Os resultados obtidos foram analisados pela ANOVA e Teste de múltipla comparação de Tukey. Dessa forma concluíram que as tensões geradas pela contração de polimerização e problemas devido ao acesso inadequado do canal radicular dificultam a obtenção de uma maior resistência adesiva quando pinos intra-radulares são instalados com sistemas de fixação resinosos.

Nesse mesmo ano Tay *et al.* (2003) avaliaram através do ensaio de micro-tração e microscopia eletrônica de transmissão fatores que podem contribuir na incompatibilidade entre adesivos autocondicionantes passo único e compósito quimicamente ou de dupla ativação. Para isso, utilizaram terceiros molares humanos onde procedimentos adesivos foram realizados em dentes hidratados e desidratados utilizando um sistema passo único autocondicionante. A seguir, o compósito de dupla ativação foi depositado e ativado das seguintes formas: fotoativados, demora de foto ativação (o compósito foi deixado sobre o adesivo na ausência de luz por 20 min e em seguida fotoativado) e quimicamente ativado (no escuro). No modo quimicamente ativado, um co-iniciador químico foi aplicado sobre o adesivo antes da deposição do compósito. Assim, relataram que interações adversas entre adesivos frascos únicos e compósitos ativados quimicamente são causadas pela interação entre aminas terciárias presente nos

compósitos quimicamente ativados e monômeros ácidos não polimerizados presentes na camada inibida pelo oxigênio do sistema adesivo. O complexo de transferência e cadeia que são formados entre os monômeros resinosos acídicos ( $\pi$  receptor) e aminas terciárias aromáticas ( $\pi$  doadora) impedem que as aminas participem da reação de oxiredução e conseqüentemente a formação de radicais livres o que resulta na incompleta polimerização de compósitos ativados quimicamente. Concluíram que a interação química adversa entre os componentes catalisadores de compósitos quimicamente ativados e o sistema adesivo autocondicionante utilizado foi a maior causa da redução da resistência adesiva, enquanto que a permeabilidade do adesivo foi uma causa menor. A combinação dos dois fatores resultou em substancial redução da resistência adesiva quando um compósito quimicamente ou de dupla ativação é depositado sobre uma união à dentina hidratada.

No ano de 2004, Bitter *et al.* avaliaram a interface resina/dentina de diferentes sistemas adesivos e respectivos agentes de fixação resinosos indicados para a instalação de pinos pré-fabricados de fibra de vidro através de Microscopia Confocal com Varredura a Laser em cinquenta caninos e incisivos centrais superiores recém extraídos. Para isso, após a remoção das coroas as raízes foram tratadas endodonticamente e preparadas no comprimento de 9 mm para receberem o pino de fibra de vidro que foram instalados com os diferentes sistemas adesivos. Grupo 1 - Clearfil Core/New Bond (Kuraray); Grupo 2 - Multilink (Vivadent); Grupo 3 - Panavia 21/ED Primer (Kuraray); Grupo 4 - PermaFlo DC (Ultradent); e Grupo 5 - Variolink II/Excite DSC (Vivadent). Após a instalação dos pinos as raízes foram seccionadas a 1, 4, e 7 mm do limite cervical e as imagens foram observadas em quatro áreas de cada amostra. A seguir, as espessuras da camada híbrida foram quantificadas pelas médias das mensurações observadas e a quantidade de prolongamentos resinosos foi contada. Assim, concluíram que o condicionamento ácido com ácido fosfórico e a utilização de sistemas adesivos de um ou dois frascos resultaram em uma camada híbrida mais espessa, uniforme e com mais prolongamentos de resina quando comparados aos sistemas

autocondicionantes. O que provavelmente conferem uma adesão mais durável do pino à dentina do canal radicular.

Goracci *et al.* (2004) compararam a metodologia de microtração e cisalhamento por extrusão - push-out - para a avaliação da resistência adesiva de pinos pré-fabricados de fibra de vidro nas paredes do canal radicular. Para isso utilizaram 30 dentes anteriores superiores extraídos por razões periodontais. Os dentes foram tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro instalados com os agentes de fixação Excite DSC/Variolink II e Rely X Unicem. Verificaram que a resistência adesiva obtida pelo sistema Excite/Variolink foi significativamente maior que a do Rely X Unicem e que o ensaio de resistência ao cisalhamento - push out – é mais apropriado para avaliar a resistência adesiva dos pinos intra-radulares. Relataram que a utilização de pinos de fibra de vidro levou um novo interesse pela adesão às paredes do canal radicular e que a ação de soluções irrigadoras, as condições da dentina após tratamento endodôntico, o tipo de agente utilizado para o condicionamento do substrato, as tensões geradas pela polimerização do agente de fixação resinoso frente ao fator de configuração da cavidade desfavorável e as propriedades químicas e físicas dos pinos intra-radulares são variáveis que possivelmente influenciam na qualidade da adesão na interface pino/agente de fixação/adensivo.

Nesse mesmo ano, Serafino *et al.* (2004) relataram que quando pinos de fibra de vidro são utilizados para a restauração de dentes com tratamento endodôntico sua retenção é baseada na união às superfícies do canal radicular por meio dos sistemas adesivos através da formação da camada híbrida. Porém, para se obter essa camada há a necessidade de se remover a lama dentinária e debris das paredes da dentina radicular e das partes iniciais dos túbulos dentinários para aumentar a retenção quando um cimento resinoso é utilizado. Assim, avaliaram através de microscopia eletrônica de varredura a superfície da dentina radicular após preparo do canal para receber pinos. Para isso utilizaram 40 dentes humanos unirradulares que foram instrumentados endodonticamente com limas de NiTi e divididos em quatro grupos experimentais: irrigados com

NaOCl ou NaOCl + EDTA, e obturados pela técnica da condensação lateral ou vertical. Após o preparo do canal radicular com as brocas fornecidas pelo fabricante do pino Compositopost (Cabon Denit, Italy) os canais foram condicionados com ácido fosfórico a 35% e lavados com água. A seguir os dentes foram seccionados no sentido méσιο/distal para serem observados em microscopia eletrônica de varredura. Verificaram que após o preparo do canal para receber pinos as paredes demonstraram grandes áreas recobertas por lama dentinária, debris e remanescente de cimento e guta percha o que não são favoráveis para a instalação de pinos com cimentos resinosos.

De acordo com Sigemori *et al.* (2005) os agentes de fixação resinosos de dupla polimerização e sistemas de pinos pré-fabricados são utilizados para a retenção em restaurações de dentes com tratamento endodôntico extensamente destruídos. Entretanto, a efetividade da reação de polimerização desses agentes no terço apical, tem sido questionada pela dificuldade da luz atingir essa região. Assim, avaliou a profundidade de polimerização de dois agentes de fixação resinosos e um ionomérico indicados para a fixação de pinos pré-fabricados. Para isso, utilizaram 24 corpos de provas com 14 mm x 2 mm x 2 mm confeccionados em matriz de teflon com os cimentos Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Enforce (Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA) e Rely X Vitremer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Após a confecção as amostras foram armazenadas a 37°C por 24 horas em recipientes que não permitiam a passagem de luz e o ensaio de dureza Knoop (FM – 1E, Future Tech, Tokyo, Japan) foi realizado em três profundidades: superior, média e profunda. Concluíram que na porção superficial os agentes de fixação resinosos apresentaram maior dureza em relação ao cimento de ionômero de vidro, pois são quimicamente e fotoativados; as porções em que os compósitos não foram diretamente irradiadas pela luz demonstraram diminuição nos valores de dureza KHN; no terço profundo o cimento de ionômero de vidro apresentou maior dureza.

Fonseca *et al.* (2005) relataram que os agentes de fixação resinosos de dupla ativação podem ser indicados para a cimentação de restaurações metálicas.

Destacam que esses materiais possuem baixa solubilidade, adequada consistência e espessura de linha de cimentação, união à estrutura dental e material restaurador e menor microinfiltração marginal. Porém, a polimerização desses cimentos em regiões que não são expostas à luz dependem da ativação química. Assim, avaliou a influência de métodos de ativação na resistência à tração diametral (RTD) de cimentos resinosos duais. Para isso, as pastas base e catalisadoras do Panavia F (Kuraray, Umeda, Osaka Japan), Variolink II Vivadent, Amherst, NY, USA), Scotchbond Resin Cement (3M ESPE, St Paul, MN, USA), Rely X (3M ESPE) e Enforce (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) foram espatuladas e inseridas em matrizes metálicas cilíndricas com 4 mm de diâmetro por 2 mm de altura. O cimento resinoso de ativação química Cement-It (Jeneric Pentron, Wallingford, CT, USA) e o de fosfato de zinco (S.S.White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) serviu como grupos controle. Os cimentos foram: 1) não fotoativados (ativação química = grupos quimicamente ativados) ou 2) fotoativados através de tira de poliéster (ativação química e foto = grupos duais). Após armazenamento por 24 horas em água destilada a 37°C, os espécimes foram submetidos a forças de compressão. Observaram que os compósitos Scotchbond Resin Cement, Variolink II e Rely X demonstraram menores valores quando não foram fotoativados, o Enforce e o Panavia F não demonstraram diferença significativa entre os métodos de ativação, os grupos quimicamente ativados dos cimentos duais apresentaram RTD estatisticamente semelhante à do Cement-It e maior que a do fosfato de zinco, na ausência de luz, todos os cimentos duais apresentaram maior RTD que a do fosfato de zinco, e RTD estatisticamente semelhante à do Cement-It.

Goracci *et al.*, 2005, examinaram a interface cimento dentina através de microscopia eletrônica de transmissão e a resistência de pinos de fibra de vidro instalados com ou sem a utilização de sistemas adesivos autocondicionantes ou que empregam o condicionamento total da dentina através do ensaio de cisalhamento por extrusão. Verificaram que a resistência ao cisalhamento por extrusão de pinos instalados com adesivos não diferiu dos sem adesivos.

Verificaram que os sistemas adesivos não foram capazes de penetrar completamente a camada de lama dentinária. Relataram que devido a capacidade tampão da lama dentinária o condicionamento total com ácido fosfórico não criou uma camada híbrida uniforme. Assim, Concluíram que a criação de uma adesão contínua e conseqüentemente a formação de um monobloco entre os pinos de fibra e a dentina não é uma expectativa realista com a utilização de sistemas adesivos. A presença de lama dentinária não permitiu a infiltração adequada do sistema adesivo.

No ano de 2005, Asmussen *et al.* avaliaram através do ensaio de elementos finitos as tensões geradas por retenções intra-radulares em relação ao material, forma, adesão, módulo de elasticidade, diâmetro, e comprimento. Para isso, foram simulados pinos de fibra de vidro, titânio e zircônio com 1,4 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento com ou sem adesão; pinos cônicos e paralelos; módulos de elasticidade variando de 20 a 320 GPa; diâmetros entre 1,0 a 2,2 mm e comprimentos entre 6 a 10 mm. Assim, concluíram que retenções intra-radulares adesivas e paralelas resultaram em menores tensões na dentina do que as não adesivas e cônicas; as tensões geradas diminuíram com o aumento do diâmetro e do módulo de elasticidade de retenções adesivas e a diminuição do comprimento do pino aumentou as tensões na dentina.

De acordo com Pirani *et al.*, 2005, as características adesivas da dentina radicular de dentes com tratamento endodôntico diferem em termos da umidade necessária para a aplicação de adesivos que empregam condicionamento total da dentina, pela habilidade de se alcançar um grau de conversão aceitável uma vez que adesivos fotopolimerizáveis são expostos à luz somente na entrada do canal radicular e do controle das tensões geradas pela contração de polimerização. Assim, avaliaram a hipótese de que a hibridização da dentina intra-radicular elimina a formação de fendas e conseqüentemente melhora o selamento coronário e a retenção de pinos de fibra de vidro. Para isso utilizaram 40 incisivos humanos que foram extraídos, tratados endodonticamente e divididos em quatro grupos experimentais (n=10) que foram restaurados com dois tipos de

pinos de fibra de vidro instalados com sistemas adesivos e agentes de fixação resinosos de dupla ativação. Após o armazenamento à 37°C por uma semana as amostras foram seccionadas longitudinalmente e observadas em microscopia eletrônica de varredura para a verificação de fendas. Verificaram que a espessura da camada híbrida não foi influenciada pelo modo de polimerização e da localização da dentina intra-radicular, a formação de fendas foi significativamente influenciada pela localização da dentina, porém foram observadas em todas as regiões do canal radicular. Assim, demonstraram que a hibridização da dentina intra-radicular é uma mera manifestação fenomenológica da infiltração de resina na dentina após a dissolução da lama dentinária e desmineralização da dentina. Entretanto, não há evidências da integridade do selamento coronário e resistência ao deslocamento de pinos de fibra de vidro. Concluíram que a retenção de pinos de fibra de vidro é provavelmente predominantemente pelo imbricamento mecânico.

Jacques & Hebling, 2005, relataram que o EDTA é um agente quelante que possui a capacidade de remover seletivamente a hidroxiapatita sem prejudicar a estrutura da matriz de colágeno. Assim, avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência adesiva de sistemas autocondicionantes e que empregam o condicionamento total da dentina. Para isso, utilizaram trinta terceiros molares humanos que foram divididos em três grupos de acordo com o agente utilizado para condicionar a dentina. Sendo esses primer autocondicionante, ácido fosfórico a 37% e EDTA. Após o condicionamento da dentina os grupos foram divididos em dois subgrupos de 5 dentes cada para avaliar os sistemas Clearfil SE Bond e Single Bond 2. Dessa forma, concluíram que a remoção da lama dentinária com EDTA antes da utilização do primer autocondicionante aumentou a resistência adesiva desses sistemas, entretanto esse aumento não foi verificado quando utilizado com o sistema adesivo convencional. O Single Bond 2 com o primer autocondicionante apresentou a maior média de resistência à microtração frente a isso, os autores sugerem que

outros estudos sejam realizados uma vez que esse procedimento incorpora a lama dentinária na interface adesiva.

Nesse mesmo ano (2005) Hayashi *et al.* avaliaram através do ensaio de cisalhamento e Microscopia eletrônica de varredura a influência do hipoclorito de sódio (NaOCl) e do EDTA na união do sistema adesivo que emprega o princípio da dentina úmida (Uni-etch, Bisco) ou sistema autocondicionante (Tyrian SPE, Bisco). Para isso, utilizaram 12 incisivos humanos que foram seccionados no limite amelo-cemento para a remoção da coroa. Obtida as raízes, as mesmas foram seccionadas longitudinalmente em duas partes e planificadas com lixas granulação 600. As amostras foram divididas aleatoriamente para serem tratadas com as seguintes soluções irrigadoras: grupo EDTA - EDTA 17% por 60 segundos; grupo EDTA/NaOCl - EDTA 17% por 60 segundos seguido de 10 ml de NaOCl 5% por 15 segundos; grupo NaOCl – 10 ml de NaOCl 5% por 15 segundos; e grupo controle – sem tratamento. Dessa forma, verificaram que para o sistema que emprega o princípio da dentina úmida a resistência ao cisalhamento, para o grupo EDTA/NaOCl, na qual foram observados os túbulos dentinários abertos e a formação de prolongamentos de resina uniformes, foram significativamente maiores do que o grupo EDTA e controle. Com o adesivo autocondicionante a resistência ao cisalhamento do grupo EDTA foi significativamente menor quando comparado aos grupos NaOCl e controle. Assim, concluíram que o efeito de soluções endodônticas irrigadoras sobre a dentina radicular dependem do sistema adesivo empregado. A desmineralização e desproteinização facilitam a penetração de prolongamentos de resina no interior dos canalículos dentinários e contribuem para uma maior resistência adesiva quando um sistema que emprega a dentina úmida é utilizado. Entretanto, a desmineralização excessiva com soluções irrigadoras deve ser evitada quando um sistema adesivo autocondicionante é utilizado.

De acordo com Akgungor & Akkayan, 2006, os materiais utilizados para a construção de retentores intra-radulares para restauração de dentes com tratamento endodôntico mudaram de rígidos como metal e zircônia para materiais

que possuem características mecânicas mais próximas à da dentina como pinos de fibra de vidro e resina composta. Entretanto, devido a insucessos clínicos causados pela perda de união ao longo da interface dentina/adensivo avaliaram o efeito de diferentes sistemas adesivos e seu modo de ativação na resistência de união de pinos de fibra de vidro em diferentes regiões da dentina do canal radicular através do ensaio de cisalhamento por extrusão – push out. Para isso, utilizaram 40 caninos recém extraídos que foram tratados endodonticamente e divididos em quatro grupos experimentais (n=10): grupo EX – sistema adesivo frasco único Excite e fotoativação, grupo EX-DSC – sistema adesivo frasco único Excite DSC e dupla ativação, grupo CL-LC – sistema adesivo autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V com agente adesivo foto ativado Bond A, grupo CL-DC - sistema adesivo autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V com agente adesivo de dupla ativação Bond A+B. Após a aplicação dos sistemas adesivos, de acordo com os grupos experimentais, o pino de fibra de vidro D.T. Light- Post foi instalado com o agente de fixação resinoso Panavia F. A seguir, as raízes foram seccionadas em discos com 3 mm de espessura nas regiões cervical, média e apical do preparo do canal radicular. O ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão foi realizado em máquina universal de ensaio à velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância que revelaram que os valores de resistência apresentaram diferenças estatísticas significativas para o sistema adesivo, para a profundidade e para a interação dos dois fatores. Observaram através de microscopia eletrônica de Varredura que EX e EX-DSC revelaram uma camada híbrida mais espessa (4-5  $\mu\text{m}$ ) e distribuída de forma homogênea ao longo do preparo do canal radicular, enquanto que, CL-LC e CL-DC menos espessa (1-2 $\mu\text{m}$ ). Concluíram que os adesivos autocondicionantes fotoativados resultaram em maior resistência de união à dentina radicular quando comparado aos adesivos frascos único; a resistência de união não foi dependente da espessura da camada híbrida; A dupla ativação não melhorou a resistência de união para os sistemas adesivos frasco único e resultou em menores valores com diferença significativa quando em combinação com o sistema autocondicionante; a

resistência de união de sistemas frasco único diminuiu significativamente nas regiões apicais do canal radicular e o adesivo autocondicionante demonstrou valores iguais nas regiões cervical, média e apical.

### **3. PROPOSIÇÃO.**

O propósito desse estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento por extrusão de pinos pré-fabricados de fibra de vidro de acordo com os fatores:

- tratamento de superfície da dentina radicular – EDTA
- sistemas de fixação resinosos
- profundidade – superficial, média e profunda

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. MATERIAL

Para a realização deste trabalho foram selecionados o material apresentado na Figura 1 e Quadro 1.



Figura 1. Material selecionado para a confecção dos corpos de prova utilizados no ensaio de cisalhamento por extrusão – push out - de dentes com tratamento endodôntico restaurados com sistema de fixação resinosos com ou sem tratamento prévio.

Quadro 1. Material selecionado para a confecção dos corpos de prova utilizados no ensaio de cisalhamento por extrusão – push out.

Nome Comercial	Composição	Fabricante
RelyX ARC	bisfenol A diglicidil eter dimetacrilato (Bis-GMA), trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), 67,5% em peso de partículas inorgânicas de zircônia/sílica com tamanho médio de 1,5 $\mu$ m e polímero derivado do dimetacrilato	3M/ESPE
Single Bond 2	Bis-GMA, HEMA, diuretano dimetacrilato, copolímero do ácido polialcenóico, canforoquinona, água, etanol e glicerol 1,3 dimetacrilato, 10% em peso de nanopartículas de sílica (5 nanometros).	3M/ESPE
Ácido fosfórico 35%	35% de ácido fosfórico, agente espessante composto por sílica pirogênica e tensoativo solúvel à água	3M/ESPE
Panavia F	Pasta A - sílica Coloidal, Bis-GMA, MDP, dimetacrilato hidrófilo e hidrófobo, peróxido de benzoíla. Pasta B - vidro de bário silanizado, óxido de titânio, fluoreto de sódio, sílica coloidal, Bis-GMA, dimetacrilato hidrófilo e hidrófobo, dietanol p-toluidina, sulfonato de sódio trisopropílico benzênico.	Kuraray Medical Inc.
ED Primer	Líquido A: HEMA, MDP, NMac. Aminosalicílico, dietanol p-toluidina, água. Líquido B: ácido aminosalicílico, sulfonato benzênico de sódio, dietanol p-toluidina, água	Kuraray Medical Inc.
Reforpost	Pino intra-radicular de fibra de vidro com 1,5 mm de diâmetro, composto por fibras de vidro longitudinais e resina epoxica.	Ángelus
EDTA a 17%	Ácido etilenodiaminotetracético, Hidróxido de sódio, conservantes e água.	Formula & Ação

## **4.2. MÉTODOS**

### **4.2.1. Delineamento Experimental**

A variável experimental foi a resistência ao cisalhamento por extrusão de pinos pré-fabricados instalados em dentes com tratamento endodôntico em três níveis experimentais: SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO (S) – RelyX ARC, RelyX ARC / Single Bond 2, RelyX ARC / ED Primer, Panavia F, Panavia F / ED Primer, Panavia F / Single Bond 2; TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE (T)- sem EDTA, com EDTA; PROFUNDIDADE (P) - superficial, média e profunda. A variável de resposta foi a resistência ao cisalhamento por extrusão em MPa, medida em 360 unidades experimentais em forma de discos com aproximadamente 1 mm de espessura, retirados de 120 raízes bovinas nas quais foram fixadas retenções intra-radulares. A associação dos níveis em estudo constituiu 36 grupos experimentais em um delineamento fatorial com parcelas subdivididas.

### **4.2.2. Seleção dos dentes**

Após a extração, os incisivos inferiores bovinos foram armazenados em solução aquosa de timol por 24 horas. Em seguida, os mesmos foram raspados com curetas periodontais número 11-12 (Duflex-SS White-Brasil) e limpos com jato de bicarbonato de sódio e água (Profi II-Dabi-Atlante Ltda-Brasil). Após serem limpos, os dentes foram armazenados em solução fisiológica a 0,9%.

Feito isto, foram selecionados os dentes com raízes retas com formas e dimensões semelhantes. Cada dente foi seccionado com disco diamantado de alta concentração - EXTEC DIA WAFER BLADE 4" X .012 X ½ (102 mm X 0.3 mm X 127 mm) – adaptado em recortadora metalográfica (Imptech PC 10), de modo a se obter um comprimento padronizado de 17 mm de raiz.

Realizado o corte, para que todas as raízes tivessem o mesmo padrão de desgaste interno durante o preparo intra-radicular, foram selecionadas 120 raízes bovinas nas quais a broca largo nº 5, fornecida pelo fabricante do pino Reforpost para o preparo do canal radicular, não penetrasse no interior do mesmo (figura 2). Assim, o padrão de desgaste em todas as raízes correspondeu ao diâmetro dessa broca.

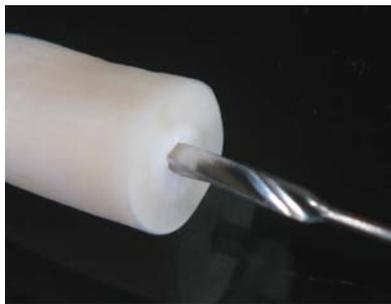


Figura 2. Broca largo nº 5 sendo introduzida no canal radicular para a seleção das raízes bovinas.

#### **4.2.3. Preparo dos canais radiculares**

Todos canais foram obturados pela técnica da compressão hidráulica (DE DEUS, 1992). Desta forma, a instrumentação dos condutos radiculares foi realizada com brocas Gates Glidden (Maillefer-Dentsply-Brasil) número 3 e 4 no comprimento de 16 mm, controlado por cursor. Após a instrumentação o canal foi irrigado com hipoclorito de sódio a 1,0 % e secados com cones de papel absorventes.

Um cone principal de guta percha (Dentsply-Brasil) que travasse na região apical do canal foi selecionado. Feito isso, o cimento obturador à base de

hidróxido de cálcio – Sealer 26 (Dentsply - Brasil) foi espatulado, segundo recomendações do fabricante, inserido no interior do canal radicular com o auxílio de lentulo e aplicado sobre toda a superfície do cone. A seguir o cone foi inserido no canal e um condensador vertical (Golgran Ind. e Com. De Inst. Odontológicos-Brasil) com tamanho compatível ao canal foi aquecido ao rubro em lamparina a álcool, e em seguida posicionado sobre o cone para cortá-lo rapidamente. Após o corte, o remanescente do cone foi pressionado com um condensador de menor diâmetro. Realizada a obturação do canal, as raízes foram limpas com algodão embebido em álcool e rearmazenadas em solução fisiológica a 0,9% por 24 horas.

A seguir, os canais radiculares foram desobturados com broca Gates Glidden nº 4 a uma profundidade de 12 mm e em seguida a broca fornecida pelo fabricante, largo nº 5, foi introduzida no canal radicular em movimento único (Figura 3). Feito isso, o pino pré-fabricado Reforpost foi introduzido no canal radicular para verificar sua adaptação no comprimento de 12 mm. A seguir, o canal foi lavado com ar/água da seringa tríplice e secado para que fosse realizada a cimentação do pino de acordo com os diferentes grupos experimentais.

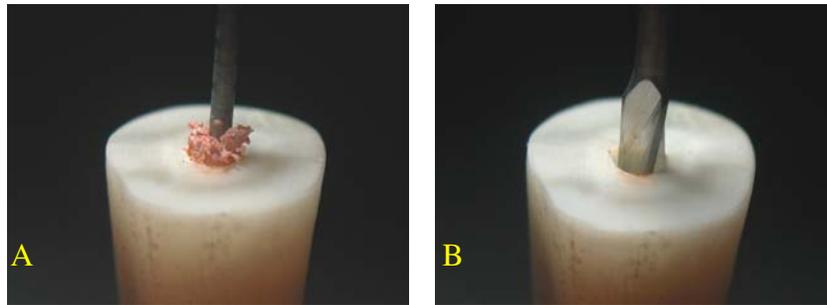


Figura 3. A. Desobturação do canal radicular com brocas Gates Glidden nº 4; B. Broca largo nº 5 sendo introduzida no canal.

#### **4.2.4. Grupos experimentais**

- Grupo 1 - Agente de fixação resinoso RelyX ARC sem tratamento prévio com EDTA.
- Grupo 2 - Adesivo Single Bond 2 e agente de fixação resinoso RelyX ARC sem tratamento prévio com EDTA
- Grupo 3 - Adesivo ED Primer e agente de fixação resinoso RelyX ARC sem tratamento prévio com EDTA
- Grupo 4 - Agente de fixação resinoso Panavia F sem tratamento prévio com EDTA
- Grupo 5 - Adesivo ED Primer e agente de fixação resinoso Panavia F sem tratamento prévio com EDTA
- Grupo 6 - Adesivo Single Bond 2 e agente de fixação resinoso Panavia F sem tratamento prévio com EDTA
- Grupo 7 - Agente de fixação resinoso RelyX ARC com tratamento prévio com EDTA
- Grupo 8 - Adesivo Single Bond 2 e agente de fixação resinoso RelyX ARC com EDTA
- Grupo 9 - Adesivo ED Primer e agente de fixação resinoso RelyX ARC com tratamento prévio com EDTA
- Grupo 10 - Agente de fixação resinoso Panavia F com tratamento prévio com EDTA
- Grupo 11 - Adesivo ED Primer e agente de fixação resinoso Panavia F com tratamento prévio com EDTA
- Grupo 12 - Adesivo Single Bond 2 e agente de fixação resinoso Panavia F com tratamento prévio com EDTA

Após a fixação do pino, de acordo com os grupos experimentais, para se avaliar o fator profundidade, no delineamento estatístico foi considerado parcelas subdivididas tendo assim 36 condições experimentais formadas pela

interação SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO X TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE X PROFUNDIDADE.

#### **4.2.5. Tratamento de superfície dos canais radiculares**

Para os grupos experimentais que receberam tratamento de superfície, esse foi realizado irrigando-se o preparo do conduto radicular com 10 ml de EDTA a 17% por 1 minuto com o auxílio de seringas descartáveis (Figura 4). Aguardado esse período o conduto foi lavado abundantemente com água da seringa tríplice e seco com cones de papel absorvente. Nos grupos não tratados foram mantidas as mesmas condições de após a prova do pino (item 4.2.3)

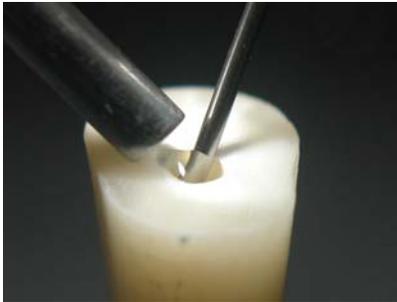


Figura 4. Irrigação e aspiração do preparo do conduto radicular com 10 ml de EDTA a 17%.

#### **4.2.6. Aplicação do sistema adesivo**

##### **4.2.6.1. Sistema Single Bond 2.**

A aplicação do sistema adesivo Single Bond 2 (figura 5) foi realizada, segundo recomendações do fabricante. Assim, o condicionamento ácido da

dentina radicular foi realizado com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, seguido de lavagem com jato de água por 30s e remoção do excesso de água com cones de papel absorventes. Feito isso, uma camada do adesivo Single Bond 2 foi aplicado sobre a dentina úmida de todas as paredes do canal radicular com aplicadores descartáveis – microbrush – que penetravam no interior do mesmo. A seguir, aguardou-se 20 segundos e uma segunda camada do adesivo foi aplicada. Os excessos foram removidos com cones de papel absorvente seguido de suave jato de ar da seringa tríplice por 5 segundos para a evaporação do solvente. A fotoativação foi realizada com fonte de luz com lâmpada halógena (XL 3000 3M / ESPE; 450 mW/cm<sup>2</sup>) por 10 segundos.

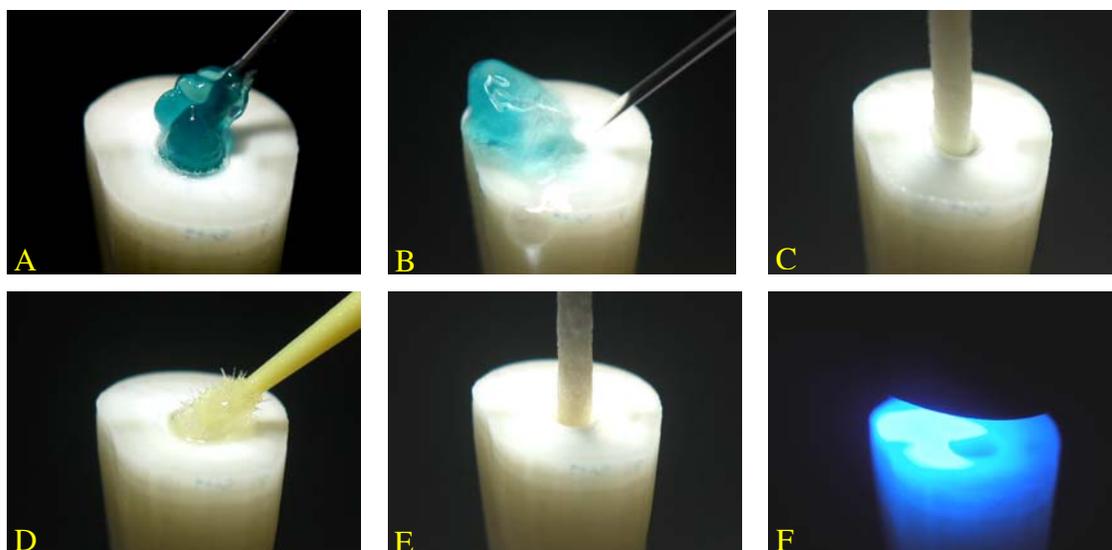


Figura 5. Seqüência da aplicação do sistema adesivo Single Bond 2. A. condicionamento com ácido fosfórico a 35%, B. lavagem com jatos de água, C. remoção dos excessos de água com cones de papel absorventes, D. aplicação do sistema adesivo single Bond 2, E. remoção dos excessos com cones de papel absorventes, F. fotoativação por 10s.

#### **4.2.6.2. Sistema ED Primer**

Para as raízes restauradas com o sistema adesivo ED Primer uma gota de cada frasco foi dispensada e misturada no recipiente fornecido pelo fabricante. Aguardado 1 minuto, o adesivo foi aplicado sobre a dentina do canal radicular, previamente seco com jatos de ar e cones de papel absorventes, com o auxílio de aplicadores descartáveis microbrush (Figura 6). A seguir foi aguardado o período de 1 minuto, e suave jato de ar foi aplicado por 2 segundos. Os excessos do adesivo foram removidos com cones de papel absorventes e a fotoativação realizada com fonte de luz com lâmpada halógena (450 mW/cm<sup>2</sup>) por 10 segundos.



Figura 6. Aplicação do sistema adesivo ED Primer com o auxílio de aplicadores descartáveis compatíveis ao diâmetro do canal radicular

#### **4.2.7. Fixação do pino intra-radicular pré-fabricado**

Para a fixação do pino intra-radicular, o mesmo foi limpo com álcool e, em seguida, foi aplicado o Silano Ângelus com o auxílio de aplicadores descartáveis – microbrush - (figura 7) de acordo com as recomendações do fabricante. Aguardado 1 minuto os pinos foram secos com jatos de ar e o sistema adesivo, correspondente aos grupos experimentais, foi aplicado sobre a superfície do pino com aplicadores descartáveis microbrush.

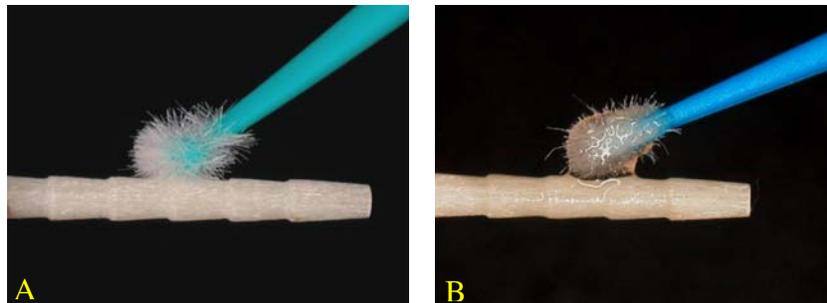


Figura 7. A. Aplicação do silano sobre a superfície do pino, B. Aplicação do sistema adesivo correspondente aos grupos experimentais.

#### 4.2.7.1. RelyX ARC

Para a fixação com o agente de fixação resinoso RelyX ARC, duas porções do mesmo foram dispensadas e manipulada em bloco de papel impermeável para que fosse depositado no interior do preparo intra-radicular através de Lentulo (Mailleifer-Dentsply-Brasil). A seguir, o pino Reforpost foi posicionado e os excessos foram removidos com escavadores de dentina e todo o conjunto foi fotoativado por 20 segundos nas faces vestibulares e linguais (figura 8) segundo recomendações do fabricante.

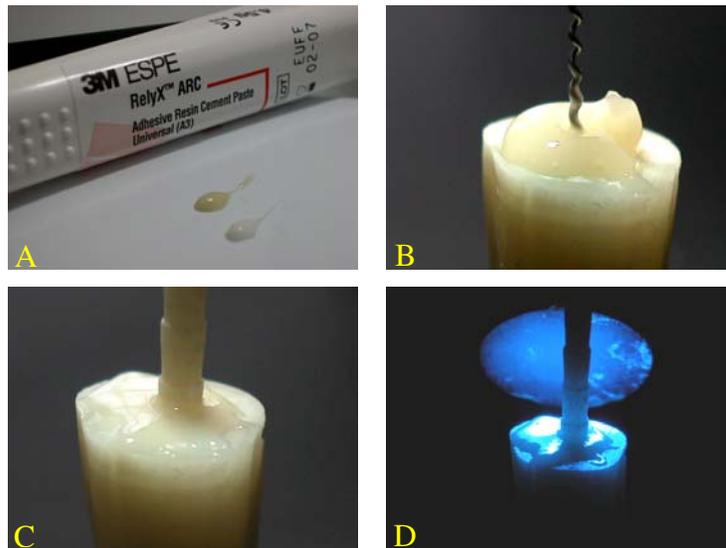


Figura 8. Seqüência da instalação do pino com o agente de fixação resinoso RelyX ARC. A. porções dispensadas em bloco de papel impermeável, B. deposição no interior do preparo intra-radicular através de Lentulo, C. Pino posicionado, D. fotoativação por 20 segundos em cada face.

#### 4.2.7.2. Panavia F

Para a fixação com o sistema Panavia F a mesma quantidade da pasta catalisadora A e da pasta B foram dispensadas em papel impermeável e manipulada de acordo com as recomendações do fabricante. A seguir, o agente de fixação resinoso Panavia F foi aplicado sobre o pino que foi imediatamente posicionado no interior do preparo do canal radicular. Os excessos foram removidos com escavadores de dentina e a fotoativação foi efetuada durante 20 segundos em cada face. Após a fotoativação o “oxiguard” foi aplicado sobre toda a superfície do agente de fixação resinoso e após 1 minuto foi realizada a sua remoção através de jatos de água (figura 9).

Após a instalação dos pinos, as amostras foram armazenadas a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 horas.

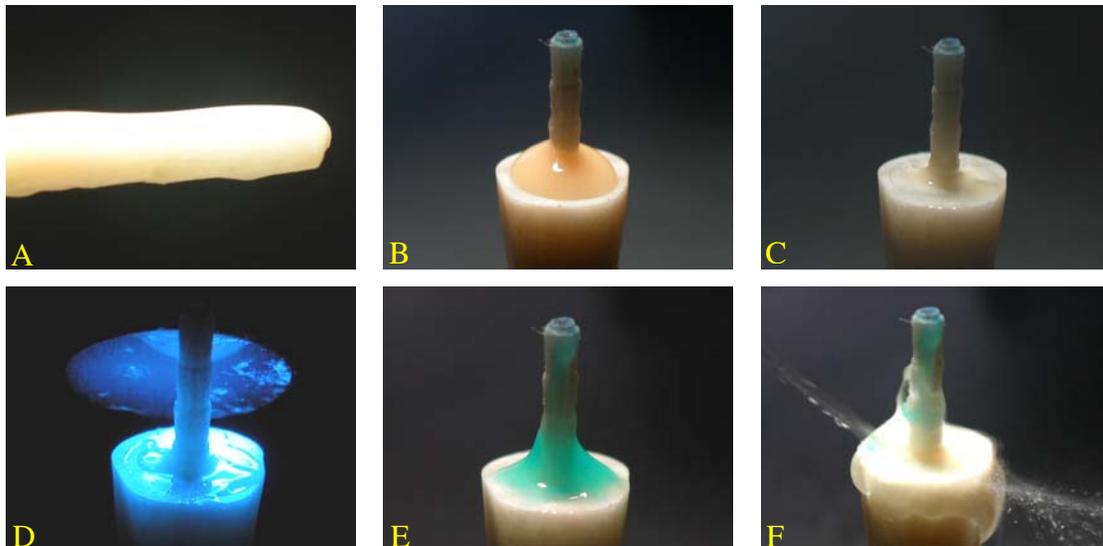


Figura 9. Seqüência da instalação do pino com o agente de fixação resinoso Panavia F. A. Cimento aplicado sobre o pino, B. Pino posicionado, C. Pino posicionado após remoção dos excessos, D. fotoativação por 20 segundos em cada face. E. Aplicação do “Oxiguard”, F. Remoção do “Oxiguard” através de jatos de água.

#### 4.2.8. Ensaio de Resistência ao Cisalhamento por extrusão – Push Out.

O ensaio de resistência ao Cisalhamento por extrusão– Push Out - foi realizado em três níveis: superficial, médio e profundo. Para isso, as raízes foram fixadas em uma placa acrílica com godiva de baixa fusão e cera pegajosa. Feito isso, cada dente foi seccionado perpendicularmente ao longo eixo do pino pré-fabricado com disco diamantado de alta concentração - EXTEC DIA WAFER BLADE 4" X .012 X ½ (102 mm X 0.3 mm X 127 mm) – adaptado em recortadora metalográfica (Imptech PC 10) de modo a se obter uma fatia de cada profundidade, com espessura de aproximadamente 1 mm (Goracci *et al.*, 2004; Goracci *et al.*, 2005), retiradas a partir de 1 mm, 5 mm, e 9 mm do limite cervical de cada raiz (figura 10).

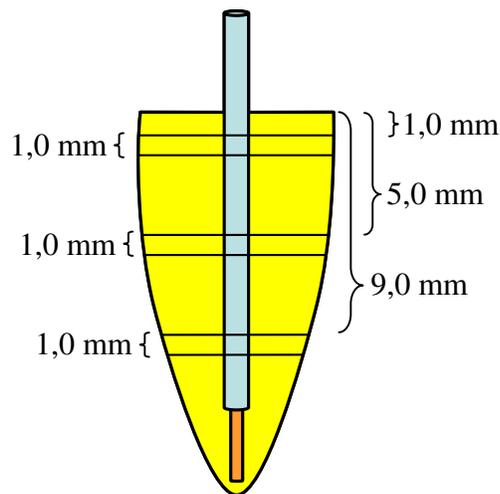


Figura 10. Desenho esquemático representando a localização dos cortes para a obtenção das fatias.

Após os cortes, as fatias receberam marcas realizadas com caneta de retro-projetor - Pilot S.A - nas cores vermelha, verde e azul para que fosse

identificada as profundidades superficial, média e profunda respectivamente. Essas marcas serviram também para orientar o carregamento de resistência ao cisalhamento por extrusão que foi aplicado no sentido de apical para cervical. Após os cortes e a identificação, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C em recipientes que não permitiam a passagem de luz por 12 horas.

Para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão – push out - as amostras foram posicionadas em um suporte metálico de aço inoxidável contendo uma perfuração central com 2 mm de diâmetro (Figura 11). A seguir, o carregamento foi aplicado sobre a superfície do pino por meio de uma ponta com 1,0 mm de diâmetro acoplada a Máquina Universal de Ensaio – EMIC, com célula de carga de 100 Kg, à velocidade de 0,5 mm/min. Após o ensaio a espessura de cada fatia foi aferida com paquímetro digital (Digimess)

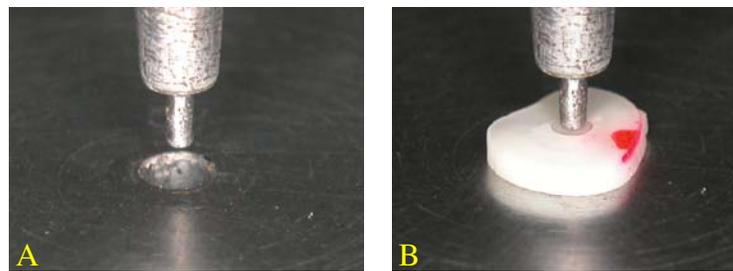


Figura 11. A. suporte metálico de aço inoxidável contendo uma perfuração e ponta com 1,0 mm de diâmetro. B. Corpo-de-prova posicionado para a realização do ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão

Os dados obtidos em Kgf foram transformados em MPa dividindo-se a Força (Newton) pela área (cm<sup>2</sup>) do canal radicular (anexo 1). Para isso, os valores

em Kgf foram multiplicados por 0,0980655, que corresponde ao fator de conversão de Kgf para Newton e a área foi calculada através da fórmula:

$$A=2\pi r \times h \text{ (Goracci et al., 2004)}$$

Onde  $\pi$  é a constante 3,14,  $r = 0,75$  mm que corresponde ao raio da broca largo nº 5 e  $h$  a espessura de cada fatia em milímetros.

#### 4.2.9. Análise estatística

Durante a realização do ensaio quatro corpos de prova foram descartados devido à dificuldade na leitura do resultado de resistência ao cisalhamento por extrusão. Os demais valores obtidos foram trabalhados estatisticamente através de Análise de variância e Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) em nível de 0,05% de probabilidade em um delineamento fatorial (6x2x3) com parcelas subdivididas (Tabela 1).

TABELA 1. Delineamento estatístico para o ensaio de Resistência à compressão.

Fonte de variação	GL
Sistema de fixação	5
Tratamento de superfície	1
Profundidade	2
Sistema de fixação x Tratamento de superfície	5
Sistema de fixação x Profundidade	10
Tratamento de superfície x Profundidade	2
Sistema de fixação x Tratamento de superfície x Profundidade	10
Resíduo	320
<b>TOTAL</b>	<b>355</b>

## 5. RESULTADOS

A análise de variância apresentou F igual a 5,71 significativos ao nível de 5% de probabilidade e coeficiente de variação igual a 49,31% (anexo 2).

No entanto, foi realizada a análise exploratória dos dados para se avaliar as pressuposições do modelo (Teste de Levene) que apontou problema de heterogeneidade da variância e de escala da variável resposta. Com isso houve a necessidade de se transformar os dados originais elevando-os à potência 0,3 ( $Y^{0,3}$ ). Após a transformação os problemas foram corrigidos e foi realizada nova análise de variância e seu resultado é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de Variância dos valores obtidos no ensaio de cisalhamento por extrusão.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr >F
Tratamentos	143	59,87039493	0,41867409	5,73	<,0001
Resíduo	212	15,50267970	0,07312585		
Total	355	75,37307463			
Coeficiente de Variação 15,43					

A Análise de variância apresentou valor de F de 5,73 significativo ao nível de 5% e coeficiente de variação de 15,43. A seguir, para evidenciar o efeito dos tratamentos e suas interações foi realizada a decomposição da mesma (Tabela 3).

Tabela 3. Decomposição da Análise de Variância dos valores obtidos no ensaio de cisalhamento por extrusão.

FV	GL	SQ Tipo III	QM	F	Pr > F
Sistema de Fixação (S)	5	20,62106090	4,12421218	56,40	<,0001
Tratamento de Superfície (T)	1	0,13192569	0,13192569	1,80	0,1807
S x T	5	0,11848205	0,02369641	0,32	0,8982
S x T x Repetição	108	18,19838777	0,16850359	2,30	<,0001
Profundidade (P)	2	15,36713906	7,68356953	105,07	<,0001
S x P	10	4,57786697	0,45778670	6,26	<,0001
T x P	2	0,28178128	0,14089064	1,93	0,1482
S x T x P	10	0,20243691	0,02024369	0,28	0,9857

A decomposição da Análise de Variância não demonstrou efeito significativo para o fator “TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE”. Entretanto, os fatores “SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO” e “PROFUNDIDADE”, assim como a sua interação “SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO x PROFUNDIDADE”, foram significativos em nível de 0,5% de probabilidade. Para melhor evidenciar esse resultado foi aplicado o Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) na interação SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO x PROFUNDIDADE e o seu resultado é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) para a interação SISTEMA DE FIXAÇÃO RESINOSO x PROFUNDIDADE (valores originais).

<b>Grupo</b>	<b>Repetições</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Tukey</b>
PSS	20	24,76	4,23	a
PSM	20	16,92	7,47	b
RSS	20	12,90	7,78	bc
ROS	20	11,24	6,56	bcd
PES	20	9,16	4,73	cde
RSM	20	9,07	4,32	cde
RSP	20	8,79	5,08	cdef
RES	20	7,38	4,17	defg
POS	20	6,84	3,17	defgh
PSP	20	6,42	4,21	efgh
ROM	19	5,56	4,65	fghi
ROP	20	5,41	4,06	fghi
PEM	20	5,17	2,79	fghi
REM	20	4,95	2,25	fghi
POM	20	4,52	2,62	ghi
REP	20	3,81	1,90	hij
PEP	20	3,01	1,77	ij
POP	20	2,49	2,16	j

Onde: RO = RelyX, RS = RelyX / Single Bond 2, RE = RelyX / ED Primer, PO = Panavia, PE = Panavia / ED Primer, PS = Panavia / Single Bond 2, S = Superficial, M = Médio, P = Profundo

A maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi apresentada pelo sistema de fixação resinoso Panavia F / Single Bond 2 / Superficial com diferença estatística significativa dos demais sistemas e

profundidades. Por outro lado, os sistemas Panavia F / Sem adesivo / Profundo, RelyX ARC / ED Primer / Profundo e Panavia F / ED Primer / Profundo apresentaram as menores médias sem diferença estatística significativa entre si.

Para facilitar a interpretação dos resultados a Tabela 4 foi dividida de acordo com as profundidades e agentes de fixação resinosos e esses resultados são apresentados nas Tabelas 5, 6, 7 e 8.

Tabela 5. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) para a profundidade SUPERFICIAL.

<b>Grupo</b>	<b>Repetições</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Tukey</b>
PS	20	24,76	4,23	a
RS	20	12,90	7,78	b
RO	20	11,24	6,56	bc
PE	20	9,16	4,73	c
RE	20	7,38	4,17	c
PO	20	6,84	3,17	c

Onde: R = RelyX, P = Panavia, S = Single Bond 2, E = ED Primer e O = Sem adesivo

No terço superficial o sistema Panavia F / Single Bond 2 apresentou a maior média com diferença estatística significativa dos demais sistemas. A média de resistência do grupo RelyX ARC / Single Bond 2 não apresentou diferença com os sistemas RelyX ARC / Sem adesivo. Os sistemas RelyX ARC / Sem adesivo, Panavia F / EDPrimer, RelyX ARC / ED Primer e Panavia F / Sem adesivo não se diferiram estatisticamente.

Tabela 6. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) para a profundidade MÉDIA.

<b>Grupo</b>	<b>Repetições</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Tukey</b>
PS	20	16,92	7,47	a
RS	20	9,07	4,32	b
RO	19	5,56	4,65	c
PE	20	5,17	2,79	c
RE	20	4,95	2,25	c
PO	19	4,52	2,62	c

Onde: R = RelyX, P = Panavia, S = Single Bond 2, E = ED Primer e O = Sem adesivo

Assim como no terço superficial, no terço médio o sistema Panavia F / Single Bond 2 apresentou a maior média com diferença estatística significativa dos demais sistemas. Já o sistema RelyX ARC / Single Bond 2 apresentou média inferior com diferença estatística significativa do sistema Panavia F / Single Bond 2 e maior com diferença estatística dos sistemas Panavia F / ED Primer, RelyX ARC / Sem adesivo, RelyX ARC / ED Primer e Panavia F / Sem adesivo. Os sistemas Panavia F / ED Primer, RelyX ARC / Sem adesivo, RelyX ARC / ED Primer e Panavia F / Sem adesivo foram estatisticamente iguais.

Tabela 7. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) para a profundidade PROFUNDA.

<b>Sistema</b>	<b>Repetições</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Tukey</b>
RS	20	8,79	5,08	a
PS	20	6,42	4,21	a
RO	20	5,41	4,06	a
RE	20	3,81	1,90	b
PE	20	3,01	1,77	b
PO	20	2,49	2,16	b

Onde: R = RelyX, P = Panavia, S = Single Bond 2, E = ED Primer e O = Sem adesivo

No Terço profundo, os sistemas RelyX ARC / Single Bond 2, Panavia F / Single Bond 2 e RelyX ARC / Sem adesivo apresentaram as maiores médias sem diferença estatística significativa entre si, porém com diferença estatística significativa dos sistemas RelyX ARC / ED Primer, Panavia F / ED Primer e Panavia F / Sem adesivo que foram estatisticamente iguais entre os mesmos.

Tabela 8. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) para o agente de Fixação Panavia F nas diferentes profundidades.

<b>Grupo</b>	<b>Repetições</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Tukey</b>
PSS	20	24,76	4,23	a
PSM	20	16,92	7,47	b
PES	20	9,16	4,73	c
POS	20	6,84	3,17	cd
PSP	20	6,42	4,21	cd
PEM	20	5,17	2,79	de
POM	20	4,52	2,62	de
PEP	20	3,01	1,77	ef
POP	20	2,49	2,16	f

P = Panavia, S = Single Bond 2, E = ED Primer, O = Sem adesivo, S = Superficial, M = Médio e P = Profundo

Para o agente de fixação resinoso Panavia a maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi obtido pelo sistema Panavia F / Single Bond 2 / superficial que foi maior com diferença estatística significativa do sistema Panavia F / Single Bond 2 / Médio e Panavia F / Single Bond 2 / Profundo. O sistema Panavia F / ED Primer / Superficial apresentou média estatisticamente maior que Panavia F / ED Primer / Médio e Panavia F / ED Primer / Profundo. A média de resistência ao cisalhamento por extrusão do Panavia F / Sem adesivo / Superficial foi estatisticamente igual a Panavia F / Sem adesivo / Médio, porém maior com diferença estatística significativa de Panavia F / Sem adesivo / Profundo.

Tabela 9. Resultado do Teste de Variação Múltipla de Tukey (LSMEANS) para o agente de Fixação RelyX ARC nas diferentes profundidades.

Grupo	Repetições	Média	DP	Tukey
RSS	20	12,90	7,78	a
ROS	20	11,24	6,56	ab
RSM	20	9,07	4,32	ab
RSP	20	8,79	5,08	abc
RES	20	7,38	4,17	bc
ROM	19	5,56	4,65	cd
ROP	20	5,41	4,06	cd
REM	20	4,95	2,25	cd
REP	20	3,81	1,90	d

R = RelyX ARC, S = Single Bond 2, E = ED Primer, O = Sem adesivo, S = Superficial, M = Médio e P = Profundo

A maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão referente ao sistema de fixação resinoso RelyX ARC foi obtida pelo grupo RelyX ARC / Single Bond 2 / Superficial que não apresentou diferença estatística significativa de RelyX ARC / SingleBond 2 / Médio e RelyX ARC / Single Bond 2 / Profundo. O sistema RelyX ARC / Sem adesivo / Superficial apresentou média maior com diferença estatística significativa de RelyX ARC / Sem adesivo / Médio e RelyX ARC / Sem adesivo / Profundo. Já o sistema RelyX ARC / ED Primer / Superficial apresentou média estatisticamente igual a RelyX ARC / ED Primer / Médio, porém maior com diferença estatística significativa que RelyX ARC / ED Primer / Profundo.

## 6. DISCUSSÃO

A retenção de pinos pré-fabricados de fibra de vidro é baseada na união às paredes do canal radicular por meio dos sistemas adesivos (Serafino *et al.*, 2004) e agentes de fixação resinosos (Nash, 1998; Nissan *et al.*, 2001). Devido a isso, ensaios mecânicos como os de resistência à tração (Bouillaguet *et al.*, 2003) e de cisalhamento por extrusão (Goracci *et al.*, 2004) têm sido utilizados para avaliar a resistência à união dos diferentes sistemas restauradores. Entre esses, o ensaio de cisalhamento por extrusão utilizado nesse estudo tem sido indicado por simular melhor as condições em que os pinos são submetidos clinicamente (Goracci *et al.*, 2004). Somado a isso, a obtenção dos discos de regiões pré-determinadas possibilitou mensurar a resistência adesiva dos sistemas de fixação resinosos e a influência do tratamento de superfície com o EDTA nas diferentes profundidades do canal radicular. Com isso, as limitações dos sistemas de retenção intra-radulares podem ser avaliadas para a busca de soluções que promovam melhor prognóstico clínico.

A Análise de Variância não demonstrou efeito significativo para o fator “TRATAMENTO de SUPERFÍCIE”. Esse resultado pode ser explicado pelo fato do EDTA não conseguir remover toda a lama dentinária em sua total espessura (Takeda *et al.*, 1999). A utilização do EDTA para o tratamento da superfície do canal radicular tem sido indicada por ser um quelante que possui afinidade por cálcio. Entretanto para a remoção tanto da parte orgânica como da inorgânica da lama dentinária o EDTA tem sido utilizado em associação com o hipoclorito de sódio (NaOCl). Porém, nesse estudo o NaOCl não foi utilizado devido aos efeitos negativos na resistência de união de sistemas adesivos (Perdigão *et al.*, 2000). Assim, a ação do EDTA provavelmente não foi capaz de remover completamente a lama dentinária e promover melhores valores de resistência adesiva. Conseqüentemente as dificuldades clínicas como o fator de configuração da cavidade desfavorável (Bouillaguet *et al.*, 2003; Goracci *et al.*, 2005) e as

propriedades químicas e físicas dos agentes de fixação resinosos (Pirani *et al.*, 2005) tiveram maior influência nos valores obtidos.

De acordo com os resultados obtidos podemos observar que a maior média de resistência ao cisalhamento por extrusão foi obtida pelo sistema de fixação Panavia F / Single Bond 2 na profundidade Superficial. Esse resultado pode ser atribuído à composição do agente de fixação resinoso e nas características do sistema adesivo empregado.

O agente de fixação Panavia F é composto, segundo seu fabricante, por sílica coloidal, Bis-GMA, MDP, dimetacrilato hidrófilo e hidrófobo, peróxido de benzoíla (Pasta A) e vidro de bário silanizado, óxido de titânio, fluoreto de sódio, sílica coloidal, Bis-GMA, dimetacrilato hidrófilo e hidrófobo, dietanol p-toluidina, sulfonato de sódio trisopropílico benzênico (Pasta B). Já o compósito Rely X ARC é composto, segundo seu fabricante, pelo bisfenol A diglicidil eter dimetacrilato (Bis-GMA) e trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), 67,5% em peso de partículas inorgânicas de zircônia/sílica com tamanho médio de 1,5 $\mu$ m, e por um polímero derivado do dimetacrilato que modifica a reologia do material e permite uma melhora nas características de manipulação e facilidade de limpeza.

De acordo com essas informações fornecidas pelos fabricantes podemos notar a existência do TEGDMA no agente de fixação resinoso RelyX ARC. Por outro lado o fabricante do Panavia F não informa a presença desse diluente o que provavelmente torna a sua presença, caso exista, pouco significativa. A presença de diluentes como o TEGDMA à matriz resinosa extremamente viscosa de Bis-GMA confere ao compósito suficiente escoamento para exercer a função de cimentação. Clinicamente essa diferença na composição pode ser comprovada pelo fato de que o compósito RelyX ARC apresenta menor viscosidade quando comparado ao Panavia F.

Além desse fator, o TEGDMA favorece o aumento no número de ligações cruzadas durante a reação de polimerização entre as cadeias poliméricas, resultando em uma matriz mais resistente à degradação, assim como facilita a incorporação de maior quantidade de carga à matriz resinosa

aumentando as propriedades mecânicas dos compósitos (Anusavice, 1998). Por outro lado, a adição de TEGDMA favorece uma maior contração de polimerização (Anusavice, 1998) e conseqüentemente maior tensão resultante da competição da contração de polimerização e a resistência de união dos sistemas adesivos.

Clinicamente a contração de polimerização, característica inerente dos compósitos, pode ser contornada através da deformação do compósito. Assim, durante a formação do polímero, no estágio inicial da polimerização, as cadeias poliméricas podem se deslocar umas sobre as outras e se deformar para compensar as tensões geradas pela contração do material. Entretanto, para que isso ocorra outro aspecto importante a ser discutido é o fator de configuração cavitária definido como a proporção entre superfície aderida e superfície livre de resina (Davidson, 1986). Dessa forma, para se compensar a contração de polimerização através da deformação do compósito deve se tomar o cuidado de não se unir mais do que duas paredes uma vez que a capacidade de deformação é reduzida em função de menores quantidades de paredes livres.

Porém, a técnica de cimentação de pinos pré-fabricados intraradiculares impossibilita a utilização desse procedimento clínico para contornar os efeitos deletérios da contração de polimerização uma vez que o cimento é inserido em incremento único. Assim, as tensões geradas pela polimerização do agente de fixação resinoso Panavia, por não apresentar TEGDMA de acordo com o perfil técnico fornecido pelo fabricante, frente ao fator de configuração da cavidade desfavorável (Bouillaguet *et al.*, 2003; Goracci *et al.*, 2004), resultou em menor competição entre as forças geradas pela contração de polimerização e a resistência de união dos sistemas adesivos. Como conseqüência esse cimento apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento por extrusão quando comparado ao RelyX. Esse comportamento pode ser observado tanto no terço superficial quanto no terço médio uma vez que os sistemas Panavia F / Single Bond 2 / Superficial e Panavia F / Single Bond 2 / Médio apresentaram medias superiores com diferença estatística significativa para os sistemas RelyX ARC / Single Bond 2 / Superficial e RelyX ARC / Single Bond 2 / Médio, respectivamente.

Somado a característica do agente de fixação resinoso Panavia F, os adesivos que empregam o condicionamento da dentina com ácido fosfórico demonstraram formar uma camada híbrida mais espessa e uniforme quando comparado aos adesivos autocondicionantes (Bitter *et al.*, 2004). Assim, a resistência adesiva do sistema Single Bond 2 foi provavelmente maior devido a maior espessura da camada híbrida o que resultou na manutenção da adesão e conseqüentemente na maior resistência ao cisalhamento por extrusão do sistema Panavia F / Single Bond 2.

A maior resistência adesiva do sistema Single Bond 2 quando comparado ao ED Primer também pode ser comprovada em todas profundidades estudadas, pois através da análise dos resultados as médias de resistência dos sistemas que empregaram o adesivo Single Bond 2 foram sempre maiores com diferença estatística significativa para as médias do ED Primer.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que a técnica utilizada para a adesão à dentina intra-radicular é baseada em conhecimentos adquiridos para a adesão à dentina coronária (Pirani *et al.*, 2005). Assim, pela dificuldade de visualização e acesso das superfícies dentinárias do interior do canal radicular (Bouillaguet *et al.*, 2003) esperava-se que os adesivos autocondicionantes apresentassem melhores valores de união, entretanto os resultados não confirmaram essa expectativa.

A utilização dos sistemas adesivos autocondicionantes tem sido indicado para a instalação de pinos pré-fabricados por apresentarem facilidade de manipulação. Porém, ao contrário do que se esperava, durante a instalação dos pinos intra-radulares a utilização do sistema autocondicionante ED Primer dificultou o procedimento clínico, pois possui um mecanismo de polimerização química para condições anaeróbicas. Devido a isso para se evitar a polimerização prematura no interior do canal radicular, o compósito Panavia F foi depositado somente sobre a superfície do pino e não com auxílio de lentulo, seguindo as recomendações do fabricante. Esse procedimento favorece a formação de bolhas e fendas que provavelmente influenciaram os valores de resistência para o

adesivo ED Primer e fizeram com que o mesmo apresentasse menores valores de união em todas as profundidades do canal radicular quando comparados ao Single Bond 2. O mesmo fato também pode ser notado com o agente de fixação resinoso RelyX ARC. Embora esse compósito tenha sido inserido através de lentulo, para a padronização das amostras que utilizaram esse sistema, durante a instalação dos pinos a presença do ED Primer acelerou a reação de polimerização do RelyX ARC dificultando o procedimento restaurador. Assim, a dificuldade técnica encontrada para a instalação de pinos pré-fabricados com o adesivo ED Primer somado a formação da camada híbrida menos espessa conferiram ao adesivo autocondicionante menores valores de resistência ao cisalhamento por extrusão.

A análise dos resultados dos diferentes sistemas de fixação resinosos nas diferentes profundidades revelou que as médias de resistência ao cisalhamento por extrusão foi geralmente maior no terço superficial do que no terço profundo. Esse resultado pode ser explicado provavelmente devido ao menor grau de conversão de monômeros em polímeros nas regiões profundas do canal radicular apresentados pelos agentes de fixação resinosos utilizados.

Durante a fixação dos sistemas de retenção intra-radulares, a polimerização das áreas exposta à fonte de luz é prontamente ativada conferindo aos materiais adequadas propriedades mecânicas. A ativação física é obtida através de fotoiniciadores que, quando expostos à luz visível com comprimento de onda entre 400 e 500 nanômetros, liberam radicais livres que rompem a ligação C=C e iniciam a polimerização do material (Anusavice, 1998). Porém, a redução da intensidade de luz irradiada devido a sua difusão no interior do canal radicular, confia aos iniciadores químicos, presentes nesse material, à função de polimerizar (El-Mowafy *et al.*, 1999; Braga *et al.*, 2002) e proporcionar as propriedades desejadas para o sucesso do procedimento restaurador. Essa ativação química é obtida através da reação do peróxido de benzoíla presente na pasta B com aminas terciárias da pasta A. A mistura desses componentes gera radicais livres que irão romper a dupla ligação de carbono (C=C) iniciando a reação de polimerização. Dessa forma, esses compósitos apresentam maior tempo de

trabalho e capacidade de obter alto grau de conversão tanto na presença quanto na ausência de luz (Braga *et al.*, 2002). Porém, a ativação química de materiais de dupla polimerização não suplementa a ausência da luz (Souza Jr. *et al.*, 2001; Fonseca *et al.*, 2005; Sigemori *et al.*, 2005). Dessa forma, o grau de conversão nas regiões apicais do canal pode ter sido menor tendo como consequência menores propriedades mecânicas e conseqüentemente menores valores de resistência à união.

Com base no que foi discutido poderia ser inferido que o grupo de raízes restauradas sem os sistemas adesivos apresentassem os menores valores de resistência ao cisalhamento por extrusão. Porém, os resultados não comprovaram essa expectativa, pois os sistemas RelyX ARC / Sem adesivo / Superficial e Panavia F / Sem adesivo / Superficial apresentaram médias sem diferenças estatísticas significativas dos sistemas Panavia F / Single Bond 2 / Médio, RelyX ARC / Single Bond 2 / Superficial, RelyX ARC / Single Bond 2 / Médio, Panavia F / ED Primer / Superficial, RelyX ARC / Single Bond 2 / Profundo e RelyX ARC / ED Primer / Superficial. Esses resultados podem ser explicados devido ao imbricamento mecânico dos pinos às paredes do canal radicular (Pirani *et al.*, 2005; Goracci *et al.*, 2005)

Durante a seleção das raízes, somente as que a broca de preparo do canal radicular, fornecida pelo fabricante, não penetravam no interior do mesmo foram selecionadas. Dessa forma, durante a instalação os pinos penetravam justos às paredes do canal o que conferiu o imbricamento mecânico necessário para que as médias mencionadas não apresentassem diferenças estatísticas significativas. Esses resultados corroboram com os de Pirani *et al.*, 2005 e Goracci *et al.*, 2005. De acordo com esses autores, a retenção de pinos intra-radulares depende entre outros fatores do controle das tensões geradas pela contração de polimerização e da possibilidade de se alcançar um grau de conversão aceitável uma vez que adesivos fotopolimerizáveis são expostos à luz somente na entrada do canal radicular. Assim, os valores de resistência ao cisalhamento por extrusão

são provavelmente influenciados pelo imbricamento mecânico devido rupturas de união causadas pelas dificuldades discutidas anteriormente.

A análise dos resultados no terço profundo demonstrou que os sistemas RelyX ARC / ED Primer / Profundo, Panavia F / ED Primer / Profundo apresentaram médias inferiores com diferença estatística significativa dos sistemas RelyX ARC / Single Bond 2 / Profundo e Panavia F / Single Bond 2 / Profundo. Esse resultado pode ser explicado devido a interações adversas entre adesivos frascos únicos e compósitos ativados quimicamente (Sanares *et al.*, 2001; Tay *et al.*, 2003). A incompatibilidade entre os diferentes sistemas é causada pela interação entre aminas terciárias presente nos compósitos quimicamente ativados e monômeros ácidos não polimerizados presentes na camada inibida pelo oxigênio do sistema adesivo. O complexo de transferência de carga que são formadas entre os monômeros resinosos acídicos ( $\pi$  receptor) e aminas terciárias aromáticas ( $\pi$  doador) impedem que as aminas participem da reação de oxiredução e a formação de radicais livres, o que resulta na incompleta polimerização de compósitos ativados quimicamente. Assim, a interação química adversa entre os componentes catalisadores de compósitos quimicamente ativados e o sistema adesivo autocondicionante utilizado pode ter contribuído para que os valores de resistência ao cisalhamento por extrusão dos sistemas RelyX ARC / ED Primer / Profundo e Panavia F / ED Primer / Profundo apresentaram as menores médias.

Assim, apesar das limitações desse estudo e, embora os resultados obtidos não permitam prever o comportamento clínico dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro instalados com sistemas de fixação resinosos, novos estudos que visem melhoras nos valores de resistência de união nas regiões profundas do canal radicular devem ser realizados para melhorar a previsibilidade desse procedimento clínico.

## **7. CONCLUSÃO**

Através dos resultados obtidos no ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão – push out - deste estudo pôde-se concluir que:

1. o tratamento de superfície - EDTA - não interferiu na resistência adesiva dos sistemas utilizados na instalação de pinos intra-radulares pré-fabricados de fibra de vidro.
2. o sistema adesivo que emprega o condicionamento ácido para a remoção da lama dentinária apresentou melhor comportamento quando comparado ao sistema autocondicionante.
3. a retenção de pinos pré-fabricados foi maior no terço superficial.
4. os menores valores de resistência foram obtidos no terço profundo.
5. entre os agentes de fixação resinosos o Panavia F apresentou os melhores resultados.

## **8. Referências Bibliográficas\***

1. Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. **J Prosthet Dent.** 2006 May; 95(5): 368-78.
2. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. **J Dent.** 1999 May;27(4):275-8
3. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. **J Prosthet Dent.** 2005 Oct; 94(4):321-9.
4. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent.** 1994 Jun; 71(6): 565-7
5. Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM. A Confocal Laser Scanning Microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. **Int Endod J.** 2004 Dec; 37(12):840-8.
6. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. **Dent Mater.** 2002 Dec; 18(8):596-602.
7. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent Mater.** 2003 May;19(3):199-205
8. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. **J Oral Rehabil.** 2002 Mar; 29(3): 257-62.
9. Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. **J Endod.** 2002 Jan;28(1):17-9

---

\*De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

10. Chan FW, Harcourt JK, Brockhurst PJ. The effect of post adaptation in the root canal on retention of posts cemented with various cements. **Aust Dent J.** 1993 Feb; 38(1): 39-45.
11. Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. **J Oral Rehabil.** 1995 Jan; 22(1): 43-7.
12. Davidson CL. Resisting the curing contraction with adhesive composites. **J Prosthet Dent.** 1986 Apr; 55(4): 446-447
13. el-Mowafy OM, Rubo MH, el-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. **Oper Dent.** 1999 Jan-Feb; 24(1): 38-44.
14. Fonseca RG, Santos JG, Adabo GL. Influence of activation modes on diametral tensile strength of dual-curing resin cements. **Pesqui Odontol Bras.** 2005 Dec; 19(4): 267-271.
15. Freno JP Jr. Guidelines for using posts in the restoration of endodontically treated teeth. **Gen Dent.** 1998 Sep-Oct; 46(5): 474-9; quiz 481-2
16. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. **J Endod.** 2005 Aug; 31(8): 608-12
17. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur J Oral Sci.** 2004 Aug; 112(4): 353-61.
18. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent.** 1992 Apr; 67(4): 458-67
19. Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. **Eur J Oral Sci.** 2005 Feb; 113(1): 70-6.

20. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. **Dent Mater.** 2005 Feb; 21(2): 103-9.
21. Martelli R. Fourth-generation intraradicular posts for the aesthetic restoration of anterior teeth. **Pract Periodontics Aesthet Dent.** 2000 Aug; 12(n): 579-584
22. Miyasaka K, Nakabayashi N. Combination of EDTA conditioner and phenyl-P/HEMA self-etching primer for bonding to dentin. **Dent Mater.** 1999 May; 15(3): 153-7.
23. Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. **J Prosthet Dent.** 1999 Dec; 82(6): 643-57
24. Morgano SM. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. **J Prosthet Dent.** 1996 Apr; 75(4): 375-80. Review
25. Nash RW. The use of posts for endodontically treated teeth. **Compend Contin Educ Dent,** 1998 Oct; 19(10): 1054-62
26. Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. **J Prosthet Dent.** 2001 Sep; 86(3): 304-8.
27. Perdigão J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, Garcia-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. **Dent Mater.** 2000 Sep; 16(5): 311-23
28. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, Prati C. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? **J Endod.** 2005 Dec; 31(12): 891-4.
29. Rolf KC, Parker MW, Pelleu GB. Stress analysis of five prefabricated endodontic dowel designs: a Photoelastic Study. **Oper Dent.** 1002, 1992 May/Jun; 7(3): 86-92.

30. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. **Dent Mater.** 2001 Nov; 17(6): 542-56.
31. 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 Mar; 97(3): 381-7.
32. Sigemori RM, Reis AF, Giannini M, Paulillo LA. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. *Oper Dent.* 2005 Mar-Apr; 30(2): 185-9.
33. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. **Int Endod J.** 1999 Jan; 32(1): 32-9.
34. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. **J Adhes Dent.** 2003 Spring; 5(1): 27-40.

## OBRAS CONSULTADAS

- ANUSAVICE, K. J. **Philips Materiais Dentários**. 10<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 412p.
- DE DEUS, Q. D. **Endodontia**. 5<sup>o</sup>. Ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992.
- NAKABAYASHI, N. & PASHLEY, D. H. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. São Paulo: Quintessence, 2000. 129p.
- 3M DO BRASIL. **Rely X**: Cimento Resinoso Adesivo.[s n t]. 31 p. Perfil técnico do produto.
- KURARAY MEDICAL INC. Perfil técnico ED Primer e Panavia F
- SOUZA Jr., M. H. S. *et al* . **Odontologia Estética**: Fundamentos e Aplicações Clínicas. São Paulo: Santos, 2001. v. 3, 194 p.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Tabela dos valores obtidos no ensaio de cisalhamento por extrusão em MPa e Kgf, espessura dos corpos de prova, Força em Newton e área das diferente profundidades

grupo	dente	MPa	MPa	MPa	kgf	Kgf	Kgf	espessura	espessura	espessura
		Sup	Med	Prof	Sup	Med	Prof	Sup	Med	Prof
1	17	5,54	3,38	4,75	2,53	1,69	2,40	0,95	1,04	1,05
1	30	5,23	5,62	2,00	3,15	2,51	0,94	1,00	0,93	0,98
1	48	18,87	1,63	19,26	8,25	0,72	8,98	0,91	0,92	0,97
1	56	18,08	10,74	5,89	8,95	5,27	2,77	1,03	1,02	0,98
1	59	4,07		6,06	2,01		2,77	1,03		0,95
1	72	11,44	2,13	1,53	5,99	1,09	0,73	1,09	1,06	0,99
1	76	17,75	0,56	2,76	8,10	0,25	1,26	0,95	0,91	0,95
1	79	8,61	16,60	5,45	3,85	7,50	2,54	0,93	0,94	0,97
1	94	13,12	3,06	6,01	6,68	1,50	2,83	1,06	1,02	0,98
1	100	10,72	3,77	4,48	5,10	1,68	2,09	0,99	0,93	0,97
2	7	24,91	20,83	19,61	11,37	10,11	8,86	0,95	1,01	0,94
2	57	6,31	8,52	3,74	2,85	4,51	1,71	0,94	1,10	0,95
2	63	12,00	6,50	3,38	5,65	3,22	1,53	0,98	1,03	0,94
2	64	6,76	7,04	22,34	3,02	3,35	10,95	0,93	0,99	1,02
2	65	11,33	5,85	10,14	5,55	2,59	4,63	1,02	0,92	0,95
2	86	15,60	8,84	7,85	7,42	4,55	3,62	0,99	1,07	0,96
2	87	6,07	4,08	6,62	2,89	1,94	3,18	0,99	0,99	1,00
2	95	27,38	5,70	8,11	13,55	2,52	3,82	1,03	0,92	0,98
2	99	7,94	8,86	7,63	4,01	4,17	3,56	1,05	0,98	0,97
2	104	8,97	9,10	6,96	4,27	4,59	3,18	0,99	1,05	0,95
3	12	11,39	6,97	4,38	5,47	3,22	2,02	1,00	0,96	0,96
3	19	3,07	5,99	3,63	1,48	2,94	1,69	1,00	1,02	0,97
3	26	17,49	8,76	4,91	7,98	4,29	2,52	0,95	1,02	1,07

3	42	7,71	6,32	8,17	3,67	2,95	4,05	0,99	0,97	1,03
3	44	1,31	1,28	3,23	0,59	0,58	1,43	0,94	0,94	0,92
3	50	3,64	1,87	3,08	1,70	0,84	1,48	0,97	0,93	1,00
3	54	4,24	0,97	1,48	2,10	0,47	0,75	1,03	1,02	1,05
3	68	8,83	7,62	8,73	4,62	3,48	4,24	1,09	0,95	1,01
3	73	5,90	5,11	4,39	3,29	2,60	2,11	1,16	1,06	1,00
3	77	8,63	6,45	3,47	3,98	2,82	1,55	0,96	0,91	0,93
4	16	2,92	1,30	0,79	1,37	0,64	0,38	0,98	1,03	1,01
4	27	12,08	10,30	7,01	5,63	4,90	3,17	0,97	0,99	0,94
4	28	4,87	5,07	2,95	2,32	2,36	1,48	0,99	0,97	1,04
4	36	2,92	1,25	0,09	1,42	0,57	0,04	1,01	0,95	0,98
4	52	9,34	9,22	5,40	4,18	4,48	2,62	0,93	1,01	1,01
4	80	7,56	3,62	0,08	3,71	1,72	0,04	1,02	0,99	0,93
4	89	9,47	4,91	3,19	4,37	2,45	1,58	0,96	1,04	1,03
4	101	7,40	7,85	4,43	3,45	3,70	2,07	0,97	0,98	0,97
4	106	7,89	4,52	6,53	3,87	2,30	3,04	1,02	1,06	0,97
4	108	6,24	2,32	1,32	2,94	1,05	0,59	0,98	0,94	0,94
5	4	5,55	2,54	1,86	2,56	1,21	0,83	0,96	0,99	0,93
5	10	12,65	5,87	1,69	6,26	2,99	0,77	1,03	1,06	0,95
5	20	9,56	3,88	2,94	4,73	1,89	1,50	1,03	1,01	1,06
5	22	4,98	5,20	0,91	2,25	2,48	0,43	0,94	0,99	0,98
5	29	3,76	3,46	3,29	1,79	1,68	1,55	0,99	1,01	0,98
5	38	10,02	7,94	5,35	4,57	3,81	2,47	0,95	1,00	0,96
5	39	9,05	7,39	4,42	4,09	3,48	2,23	0,94	0,98	1,05
5	49	6,48	2,14	1,41	3,08	1,00	0,70	0,99	0,97	1,04
5	82	6,03	7,10		2,84	3,52		0,98	1,03	
5	84	18,28	5,51	4,29	8,52	2,54	2,04	0,97	0,96	0,99
6	13	25,22	21,33	6,67	12,24	9,84	3,04	1,01	0,96	0,95

6	24	22,18	9,80	5,06	10,87	4,43	2,31	1,02	0,94	0,95
6	33	25,85	25,92	7,73	12,42	12,08	3,68	1,00	0,97	0,99
6	34	27,65	18,85	17,90	12,89	9,42	8,17	0,97	1,04	0,95
6	45	26,64	4,77	2,44	12,93	2,34	1,11	1,01	1,02	0,95
6	75	30,42	21,89	4,33	14,62	10,31	2,12	1,00	0,98	1,02
6	85	24,80	22,21	6,80	11,68	10,46	3,04	0,98	0,98	0,93
6	88	10,29	20,37	8,91	5,29	9,99	4,07	1,07	1,02	0,95
6	110	25,47	14,89	11,08	11,75	6,66	5,06	0,96	0,93	0,95
6	119	24,38	16,58	0,40	11,13	7,57	0,18	0,95	0,95	0,93
7	2	20,08	4,51	3,46	9,65	2,10	1,71	1,00	0,97	1,03
7	35	17,56	1,43	12,90	8,19	0,72	5,95	0,97	1,04	0,96
7	37	8,06	3,67	5,04	3,91	1,84	2,54	1,01	1,04	1,05
7	47	22,07	4,47	4,18	11,03	2,19	1,91	1,04	1,02	0,95
7	58	5,73	7,53	3,76	2,84	3,83	1,75	1,03	1,06	0,97
7	83	3,42	4,87	3,39	1,60	2,41	1,66	0,97	1,03	1,02
7	90	3,83	2,90	2,10	1,95	1,39	0,95	1,06	1,00	0,94
7	91	20,02	17,18	6,62	9,81	8,75	2,99	1,02	1,06	0,94
7	105	5,63	3,75	3,19	2,87	1,68	1,46	1,06	0,93	0,95
7	117	4,99	7,01	5,43	2,47	3,60	2,71	1,03	1,07	1,04
8	31	6,34	5,34	5,55	3,05	2,70	2,67	1,00	1,05	1,00
8	43	7,73	10,45	14,81	3,23	5,17	6,98	0,87	1,03	0,98
8	61	9,80	8,37	8,83	4,52	3,70	4,07	0,96	0,92	0,96
8	62	21,37	5,91	4,49	10,78	2,84	2,07	1,05	1,00	0,96
8	70	24,37	12,99	7,47	11,71	6,18	3,73	1,00	0,99	1,04
8	71	3,14	7,00	5,87	1,47	3,13	2,65	0,97	0,93	0,94
8	92	9,31	12,21	11,17	4,65	5,75	5,15	1,04	0,98	0,96
8	96	5,61	6,26	2,97	2,64	2,89	1,38	0,98	0,96	0,97
8	107	18,08	8,74	10,94	8,78	4,16	5,36	1,01	0,99	1,02

8	113	25,06	18,78	7,25	11,80	8,48	3,31	0,98	0,94	0,95
9	1	5,12	4,42	3,86	2,27	2,21	1,76	0,92	1,04	0,95
9	5	6,08	6,16	4,26	2,92	2,87	2,03	1,00	0,97	0,99
9	9	15,26	5,88	3,89	7,70	2,80	1,74	1,05	0,99	0,93
9	21	6,23	6,12	4,17	2,90	2,97	1,94	0,97	1,01	0,97
9	46	3,46	2,63	0,99	1,65	1,25	0,47	0,99	0,99	0,98
9	65	11,82	4,91	3,26	5,85	2,34	1,61	1,03	0,99	1,03
9	66	4,45	3,48	1,60	2,18	1,79	0,74	1,02	1,07	0,96
9	93	9,47	7,34	2,59	4,10	3,35	1,26	0,90	0,95	1,01
9	115	8,65	1,97	2,28	4,20	0,91	1,12	1,01	0,96	1,02
9	118	4,79	4,75	3,84	2,42	2,19	1,81	1,05	0,96	0,98
10	15	8,31	3,16	2,71	3,64	1,55	1,37	0,91	1,02	1,05
10	23	2,61	4,69	1,86	1,23	2,14	0,86	0,98	0,95	0,96
10	32	6,35	3,97	3,67	3,05	1,85	1,82	1,00	0,97	1,03
10	51	7,96		0,35	3,90		0,16	1,02		0,99
10	60	2,04	1,43	0,11	0,96	0,68	0,05	0,98	0,99	0,99
10	78	6,23	3,48	3,13	3,05	1,69	1,48	1,02	1,01	0,98
10	81	6,21	3,28	0,12	3,20	1,51	0,06	1,07	0,96	0,99
10	103	14,47	3,63	2,80	7,23	1,78	1,32	1,04	1,02	0,98
10	116	3,93	1,28	0,25	1,74	0,57	0,11	0,92	0,93	0,94
10	120	8,01	6,60	3,04	4,04	2,95	1,42	1,05	0,93	0,97
11	6	10,38	6,95	3,76	5,29	3,17	1,75	1,06	0,95	0,97
11	14	4,24	1,56	0,18	2,02	0,74	0,08	0,99	0,98	0,99
11	18	9,59	3,65	6,34	4,47	1,67	3,02	0,97	0,95	0,99
11	40	22,66	2,43	0,33	10,56	1,06	0,15	0,97	0,91	0,97
11	41	7,41	7,83	1,94	3,35	3,76	0,98	0,94	1,00	1,05
11	67	10,43	13,37	3,58	5,06	6,49	1,72	1,01	1,01	1,00
11	74	8,17	3,64		4,08	1,66		1,04	0,95	

11	98	7,47	5,18	4,01	3,91	2,51	1,87	1,09	1,01	0,97
11	109	4,12	2,40	0,76	1,96	1,13	0,38	0,99	0,98	1,03
11	114	12,46	5,34	3,67	6,05	2,64	1,75	1,01	1,03	0,99
12	3	26,15	23,98	10,00	13,57	10,83	4,86	1,08	0,94	1,01
12	8	23,02	21,44	7,29	10,95	10,51	3,47	0,99	1,02	0,99
12	11	27,45	3,64	10,65	12,53	1,80	4,91	0,95	1,03	0,96
12	25	22,49	13,44	8,15	11,13	6,07	3,53	1,03	0,94	0,9
12	53	28,27	9,59	3,27	13,04	4,70	1,48	0,96	1,02	0,94
12	69	26,89	17,63	2,61	13,18	8,39	1,21	1,02	0,99	0,96
12	97	25,29	15,16	3,96	11,18	7,14	1,92	0,92	0,98	1,01
12	102	20,14	3,61	0,34	10,16	1,60	0,16	1,05	0,92	0,99
12	111	23,43	28,24	2,93	10,81	13,57	1,27	0,96	1,00	0,90
12	112	29,28	25,14	8,00	14,49	12,32	3,92	1,03	1,02	1,02

Anexo 2. Análise de Variância para os valores originais obtidos no ensaio de cisalhamento por extrusão

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt;F</b>
tratamentos	143	13576.31219	94.93925	5.71	<.0001
Resíduo	212	3525.11130	16.62788		
Total	355	17101.42349			

Coeficiente de variação - 49.30867

Anexo 3. Decomposição da Análise de Variância para os valores originais obtidos no ensaio de cisalhamento por extrusão

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ Tipo III</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Sistema de Fixação	5	5533.558515	1106.711703	66.56	<.0001
Tratamento de Superfície (T)	1	13.375730	13.375730	0.80	0.3708
S x T	5	10.958433	2.191687	0.13	0.9850
S x T x Repetição	108	3162.664649	29.283932	1.76	0.0002
Profundidade (P)	2	3008.010423	1504.005211	90.45	<.0001
S x P	10	1704.921888	170.492189	10.25	<.0001
T x P	2	39.756959	19.878479	1.20	0.3046
S x T x P	10	22.642754	2.264275	0.14	0.9993