

GIOVANA MONGRUEL GOMES

**INFLUÊNCIA DO OPERADOR E AGENTE CIMENTANTE NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA
RADICULAR**

Dissertação apresentada para
obtenção do título de mestre na
Universidade Estadual de Ponta
Grossa, no Curso de Mestrado em
Odontologia – Área de Concentração
em Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Abraham Lincoln
Calixto

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Osnara
Maria Mongruel Gomes

**PONTA GROSSA
2010**

Ficha catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

G633i Gomes, Giovana Mongruel
 Influência do operador e agente cimentante na resistência de
 união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular / Giovana
 Mongruel Gomes. Ponta Grossa, 2010.
 102 f.

 Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração :
 Dentística Restauradora)- Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientador : Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto.
 Co-orientadora: Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes

 1. Cimentos resinosos. 2. Operador. 3. Pinos de fibra.
 4. *Push – out*. 5. Resistência de união. I. Calixto, Abraham Lincoln.
 II. Gomes, Osnara Maria Mongruel. .III. T.

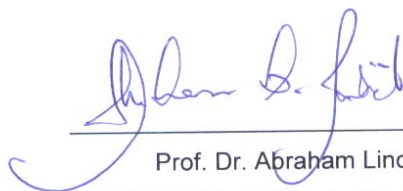
CDD : 617.67

GIOVANA MONGRUEL GOMES

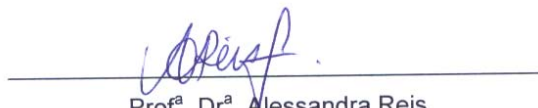
**INFLUÊNCIA DO OPERADOR E AGENTE CIMENTANTE NA RESISTÊNCIA
DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora.

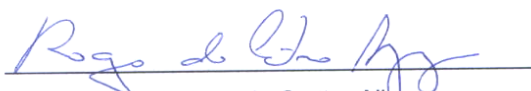
Ponta Grossa, 22 de fevereiro de 2010



Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof.ª Dr.ª Alessandra Reis
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Rodrigo de Castro Albuquerque
Universidade Federal de Minas Gerais

*Dedico essa dissertação ao meu pai
João Carlos e a minha mãe Osnara Maria.
Foi por vocês que eu cheguei até aqui, e vocês
me incentivaram a seguir em frente. Saibam
que todas as minhas conquistas só foram
possíveis graças a vocês!*

Agradecimentos Especiais

A Deus, por iluminar o meu caminho, por guiar meus passos, pelas oportunidades a mim concedidas e pelas pessoas especiais que colocou em minha vida.

Aos meus pais **João Carlos e Osnara** por confiarem em mim, pelas palavras de incentivo e coragem, pela paciência e grande amor que sempre me dedicaram. Sou e serei uma eterna admiradora de vocês. Vocês são os responsáveis por mais essa vitória em minha vida, sem o apoio incondicional de vocês nada teria sido possível... Obrigada pelos conselhos, pela força nos momentos difíceis, por fazerem parte da minha vida acadêmica e durante minha pós-graduação, por serem meus exemplos de caráter, de determinação e de amor. O meu eterno Obrigada! Espero um dia poder retribuir tudo o que vocês fizeram por mim.

Aos meus irmãos **Osnei e Gisele** pela amizade, companheirismo, pelas palavras certas nas horas necessárias e por dividirem comigo desde os momentos mais felizes até os mais difíceis. Sem vocês, a minha vida não teria sentido! Amo vocês...

A todos os meus familiares, minha avó Neiva, tios e primos, pelo amor incondicional.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto** por sempre estar disposto a me ensinar, por toda a sua dedicação em me orientar desde a iniciação científica durante a graduação, por ter me apoiado na busca de minha formação como mestre e principalmente pela amizade, pelo carinho e pelas palavras de apoio. Saiba que seus ensinamentos certamente permanecerão em meus pensamentos. Muito obrigada por me orientar os caminhos a seguir.

A minha co-orientadora Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes, além de um exemplo de mulher, de mãe, de professora, você é a grande responsável por minha evolução como pessoa. Muito obrigada por estar sempre disposta a ler e reler todos os meus trabalhos inúmeras vezes, por me ensinar desde as coisas mais simples até as mais complexas... mas principalmente muito obrigada por ser a pessoa em que eu me espelho, quem dera um dia ser um pouquinho do que você é...

Agradecimentos

Ao meu namorado Iury pelo amor, carinho, paciência, amizade e dedicação. Muito obrigada por estar sempre me incentivando, e por acreditar no meu sucesso.

A todos meus colegas de turma do Mestrado e pelas amizades que construímos durante essa etapa, vocês foram fundamentais para tornar os momentos mais prazerosos. Obrigada pelo convívio e por terem compartilhado comigo essa etapa de minha vida. Com certeza, aprendi muito com todos vocês. Que o tempo e a distância não separem o laço de amizade que nos uniu ao longo desse curso.

As minhas amigas do curso Yasmine, Juliana e Sindianara, por me acompanharem nas minhas conquistas e dificuldades, me apoiando de forma incondicional.

A minha amiga Gislaine, pela amizade, companheirismo e por estar sempre disponível a me ensinar e a colaborar com meus trabalhos, e também por sempre me ajudar com seu dom artístico.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa de seu reitor Prof. Dr. João Carlos Gomes, pela oportunidade da realização do meu curso de graduação, bem como meu curso de Mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa de sua coordenadora Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes, que possibilitou meu crescimento pessoal e profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante o transcorrer do curso.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Berger, pelos ensinamentos transmitidos e pela ajuda valiosa na fase experimental desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Fábio André dos Santos pela orientação na análise estatística e pela maneira simples e dedicada de ensinar. Aprendi muito com o senhor.

Ao Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio e à Prof^a. Dr^a. Alessandra Reis pela colaboração e dedicação com o meu trabalho.

À Banca de Qualificação composta pela Prof^a. Dr^a. Nara Hellen Campanha e pelo Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio, pela disposição em ler meu trabalho e pelas valiosas sugestões.

Aos professores da Área de Dentística, Stella Kossatz Pereira, Vânia Aparecida Queiroz, Alessandra Reis, Alessandro Dourado Loguercio, Abraham Lincoln Calixto, Osnara Maria Mongruel Gomes e João Carlos Gomes, pelos ensinamentos e engrandecimento de meus conhecimentos teóricos e práticos. Vocês guiaram meus passos para a Área da Dentística.

Ao Prof. Ms. Edirceu Pinheiro pela oportunidade de realizar estágio na clínica de Prótese, muito obrigada pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos.

As Prof^a. Dr^{as}. Osnara e Stella, que supervisionaram meu estágio docente na clínica de Dentística Restauradora, saibam que aprendi com vocês a cada clínica, muito obrigada pela paciência e por sempre estarem dispostas a me ensinar a ser uma professora.

A todos os professores que tive a oportunidade de conviver durante meu curso de Mestrado, por terem sido exemplo para minha carreira docente, trabalhando com seriedade, com responsabilidade e acima de

tudo me incentivando a seguir sempre em busca do crescimento pessoal e da verdade científica. Obrigada por compartilharem comigo seus conhecimentos e sabedoria.

Ao técnico de laboratório **Dr. Milton Domingos Michél**, que não mediu esforços para me ajudar durante a fase experimental desse trabalho. Muito obrigada por me ensinar que tudo é possível quando batalhamos por um ideal.

Ao amigo **Álvaro Cury**, que se dispôs a vir de Bauru até Ponta Grossa para me ensinar a metodologia utilizada nesse estudo, suas contribuições foram valiosíssimas...

A todos os **profissionais e acadêmicos** que foram voluntários nesse trabalho. Muito obrigada por terem dedicado um tempo para cimentarem os pinos. Sem a colaboração de vocês, esse trabalho não teria sido possível.

A **Morgana e a Cida**, funcionárias da pós-graduação, pela amizade, carinho, e ajuda nos momentos necessários.

As **bibliotecárias Ivani, Maria Luzia e Eunice** pela revisão das normas de formatação deste trabalho.

As Empresas **3M ESPE e Coltène/Whaledent** pela doação dos materiais solicitados para a realização desse trabalho.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta participaram de mais essa etapa em minha vida e no meu sucesso como estudante.

Obrigada a todos!

Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco; à medida que vamos adquirindo conhecimentos, instala-se a dúvida.

(Johann Wolfgang von Goethe)

DADOS CURRICULARES

Giovana Mongruel Gomes

NASCIMENTO	11.07.1985	Ponta Grossa, Paraná – Brasil
FILIAÇÃO		Osnara Maria Mongruel Gomes João Carlos Gomes
2003 – 2007		Curso de Graduação em Odontologia. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.
2006 – 2006		Curso de Aperfeiçoamento em Odontologia Estética Adesiva. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.
2007 – 2008		Curso de Aperfeiçoamento em Implantodontia. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.
2008 – 2010		Curso de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.
2009 - 2010		Curso de Aperfeiçoamento em Endodontia de Molares. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.
2009 - 2010		Curso de Especialização em Prótese Dentária. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.

RESUMO

Gomes GM. Influência do operador e agente cimentante na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. [Dissertação Mestrado em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2010.

O propósito desse estudo foi avaliar a influência do operador e do sistema de cimentação na resistência de união (RU) de pino de fibra de vidro à dentina radicular nos diferentes terços radiculares. Quarenta e oito incisivos centrais superiores humanos extraídos foram seccionados transversalmente imediatamente após a junção cimento-esmalte, e as raízes foram tratadas endodonticamente. Após uma semana, foi realizado o preparo padronizado dos condutos, e as raízes foram aleatoriamente divididas em dois grupos (n=24), de acordo com o operador: profissional (CD) vs acadêmico (AC). As raízes foram então subdivididas em três subgrupos cada (n=8) de acordo com o sistema de cimentação: CD1 e AC1 (Adper Scotchbond Multi-Purpose [SBMP] + RelyX ARC [ARC]), CD2 e AC2 (Adper Single Bond 2 [SB] + ARC) e CD3 e AC3 (RelyX U100 [U100]). Os pinos de fibra de vidro (Tenax Fiber Trans Esthetic Post System) foram cimentados de acordo com as recomendações dos fabricantes de cada sistema de cimentação. Após o armazenamento em água a 37° C por uma semana, cada raiz foi seccionada transversalmente em seis discos com 1 mm de espessura, e os terços coronário (TC), médio (TM) e apical (TA) do canal radicular foram identificados. O teste de *push-out* foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do teste ANOVA e pós teste de Tukey (p=0,05). Os valores médios de RU (MPa) e desvio padrão (DP) para cada subgrupo foram: CD1: 12,83±7,26; CD2: 11,46±4,22; CD3: 14,27±6,59; AC1: 9,70±4,37; AC2: 8,02±5,25 e AC3: 13,40±4,93. A RU e DP para o grupo dos CD e dos AC foram 12,85±6,18 e 10,37±5,30, respectivamente. Em relação aos terços radiculares, as médias e o DP foram: TC: 14,46±5,55; TM: 10,04±5,07 e TA: 10,35± 6,01. As médias e DP para os sistemas de cimentação foram: SBMP + ARC: 11,27±6,13; SB + ARC: 9,74±5,03 e U100: 13,83±5,77. As maiores médias de RU foram obtidas para o grupo dos CD (p=0,004); não houve diferenças significativas entre os três sistemas de cimentação para o grupo dos CD (p=0,294); o cimento U100 foi estatisticamente superior aos demais sistemas de cimentação para o grupo dos AC (p=0,001). O cimento resinoso U100 foi estatisticamente superior aos demais sistemas de cimentação (p=0,001) independente do operador. A RU no terço coronário foi estatisticamente superior aos TM e TA (p<0,0001). Pode-se concluir que a resistência de união do canal radicular foi significativamente afetada pelo operador, sistema de cimentação e região radicular.

Palavras-chave: Cimentos resinosos. Operador. Pinos de fibra. *Push-out*. Resistência de união.

ABSTRACT

Gomes GM. Influence of the operator skill and luting agent on the bond strength of glass fiber post to radicular dentin. [Dissertação Mestrado em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2010.

The aim of this study was to evaluate the influence of the operator skill and resin cement system on the bond strength (BS) of glass fiber post to radicular dentin in different root thirds. Forty-eight extracted human upper central incisors were sectioned transversally immediately below the cement-enamel junction and the roots were treated endodontically. After one week, standardized post space cavities were prepared, and the roots randomly divided into two groups (n=24), according to the operator skill: professional (CD) vs academic (AC). The roots were then subdivided into three subgroups (n=8) according to the cementation system: CD1 and AC1 (Adper Scotchbond Multi-Purpose [SBMP] + RelyX ARC [ARC]), CD2 and AC2 (Adper Single Bond 2 [SB] + ARC) and CD3 and AC3 (RelyX U100 [U100]). The glass fiber post (Tenax Fiber Trans Esthetic Post System) were cemented following the manufacturer's instructions of each cementation system. After water storage at 37° C for one week, each root was sectioned transversely into six 1-mm thick discs and the coronal (TC), middle (TM) and apical (TA) thirds of the root canal identified. A push-out test was carried out at a crosshead speed of 0,5 mm/min. The data were statistically analyzed by ANOVA and post-hoc Tukey's tests (p=0.05). The mean bond strengths (BS) values (MPa) and standard deviations (SD) of each subgroup were: CD1: 12.83±7.26; CD2: 11.46±4.22; CD3: 14.27±6.59; AC1: 9.70±4.37; AC2: 8.02±5.25 and AC3: 13.40±4.93. The BS of the CD and AC groups were 12.85±6.18 and 10.37±5.30, respectively. In regard to the root thirds, the means and SD were: TC: 14.46±5.55; TM: 10.04±5.07 and TA: 10.35±6.01. The mean and SD for the cementation systems were: SBMP + ARC: 11.27±6.13; SB + ARC: 9.74±5.03 and U100: 13.83±5.77. The highest BS means were obtained for CD group (p=0.004); no significant differences were detected among the three cementation systems for CD group (p=0.294); U100 cement reached statistically higher BS than the other cementation systems for AC group (p=0.001). The resin cement U100 was statistically higher than the other materials (p=0.0010) regardless the operator skill. The BS in the cervical third was statistically higher than in the TM and TA (p<0.0001). It can be concluded that the bond strength to the root canal is significantly affected by the operator skill, cementation system and root region.

Keywords: Resin cements. Operator. Fiber posts. Push-out. Bond strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- A – Dente sendo seccionado na JCE; B – Mensuração do comprimento da raiz após corte da coroa dentária.....	63
Figura 2	- Desenho esquemático do tratamento endodôntico. A – Raiz após o corte da coroa dentária; B – Preparo do canal (instrumentação até a lima # 55); C – Irrigação com soro fisiológico e EDTA 17%; D – Secagem com ponta de papel absorvente; E – Prova do cone de guta-percha; F – Obturação do canal; G – Condensação vertical e H – Aspecto final da obturação.....	64
Figura 3	- Radiografias periapicais dos canais radiculares.....	65
Figura 4	- Desenho esquemático da cimentação dos pinos - A – Preparo mecânico do canal radicular (Tenax Fiber Trans Drills); B – Limpeza do canal radicular (de acordo com os subgrupos); C – Secagem com ponta de papel absorvente; D – Cimentação do pino de fibra de vidro (Tenax Fiber Trans Esthetic) de acordo com os diferentes subgrupos; E – Fotoativação e F – Aspecto final da cimentação.....	70
Figura 5	- Preparo dos espécimes – A e B – Raiz embutida com pino cimentado; C – Vista frontal do seccionamento da raiz, D, E e F – Vista lateral do seccionamento da raiz.....	71
Figura 6	- A - Fatias obtidas após o corte da raiz; B – Mensuração da espessura das fatias por meio de paquímetro digital.....	72
Figura 7	- Mensuração do diâmetro coronário e apical dos pinos medidos no <i>Software Image Tool</i>	73
Figura 8	- Desenho esquemático - A - Raiz dentária com pino cimentado embutida; B – Fatias obtidas após corte da raiz; C – Corpo-de-prova sendo submetido ao teste de <i>push-out</i> e D – <i>Close-up</i> do teste de <i>push-out</i>	74
Figura 9	- Teste de <i>push-out</i> – A – Atuador e dispositivo metálico; B - Atuador posicionado paralelo ao longo eixo do pino; C e D – Ponta ativa exercendo carga compressiva sob o pino e E – Vista aproximada do teste de <i>push-out</i>	74
Figura 10	- Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes sistemas de cimentação de acordo com o operador: Profissional (CD) e Acadêmico (AC). Para o grupo dos CD não houve diferenças significativas entre os diferentes sistemas de cimentação ($p=0,294$). Para o grupo dos AC, houve diferenças significativas (*): SBMP + RelyX ARC ($p=0,028$) e SB + RelyX ARC	

(p=0,001) (ANOVA fatorial com pós teste de Tukey). Comparação entre os sistemas de cimentação em relação aos operadores. Diferenças significativas com SB + RelyX ARC.....	79
Figura 11 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes operadores (CD- Profissional; AC- Acadêmico), independente do sistema de cimentação. Diferenças significativas, p=0,004 (ANOVA fatorial).....	79
Figura 12 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes sistemas de cimentação, independente do operador. *diferenças significativa com SBMP + RelyX ARC (p=0,04) e SB + RelyX ARC (p<0,0001) (ANOVA fatorial com pós teste de Tukey).....	80
Figura 13 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para as diferentes regiões radiculares (terço coronário, terzo médio e terzo apical), independente do operador e do sistema de cimentação. *p<0,0001 diferenças significativa com terzo médio e terzo apical (ANOVA fatorial com pós teste de Tukey).....	81
Quadro 1 - Especificações do Fabricante do Pino de Fibra de Vidro Tenax Fiber Trans Esthetic e respectiva broca de preparo Tenax Fiber Trans (Coltène/Whaledent).....	65
Quadro 2 - Grupos Experimentais.....	66
Quadro 3 - Materiais utilizados no estudo, fabricante, composição e lote.....	67
Quadro 4 - Subgrupos de estudo e modo de aplicação dos materiais utilizados (sistemas adesivos e cimentos resinosos).....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para o grupo dos Profissionais (CD), levando em consideração os diferentes subgrupos (sistemas de cimentação) e as diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical).....	77
Tabela 2 - Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para o grupo dos Acadêmicos (AC), levando em consideração os diferentes subgrupos (sistemas de cimentação) e as diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical).....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ac	Acadêmico
ARC	RelyX ARC
ANOVA	Análise de variância
BDH	Banco de dentes humanos
Bis-GMA	Bisfenol A glicidilmetacrilato
CD	Cirurgião-dentista
CIV	Cimento de ionômero de vidro
cm	Centímetro
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
cp	Corpo-de-prova
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
GPa	Gigapascal
h	Hora
<i>h</i>	Espessura
HEMA	2- Hidroxietilmetacrilato
H ₃ PO ₄	Ácido fosfórico
ISO	Organização Internacional para Padronização (International Organization for Standardization)
Kg	Quilograma
JCE	Junção cimento-esmalte
MPa	Megapascal
µm	Micrômetro
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MET	Microscopia Eletrônica de Transmissão
min	Minuto
mm	Milímetro
mm ²	Milímetros quadrado
mm/min	Milímetro por minuto
mL	Mililitros
n	Número amostral
N	Newton
NaOCl	Hipoclorito de sódio
PVC	Policloreto de vinila
<i>R</i>	Raio coronário
<i>r</i>	Raio apical
RC	Resina Composta
rpm	Rotações por minuto
RU	Resistência de união
SBMP	Adper Scotchbond Multi-Purpose
SB	Adper Single Bond 2
s	Segundo
S _L	Área adesiva
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
U100	RelyX U100
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa

vs
ZIRD

Versus
Zona de inter-difusão resina dentina

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Número
=	Igual
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
&	E
<	Menor
≤	Menor ou igual
>	Maior
≥	Maior ou igual
X	Aumento de lente óptico
α	Alfa (nível de significância)
°C	Grau Célsius
n°	Número
p	Significância estatística
®	Registrado
™	Marca registrada
MR	Marca registrada
π	Constante 3,1416

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	20
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
3	PROPOSIÇÃO.....	61
3.1	Proposição geral.....	61
3.2	Proposição específica.....	61
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
4.1	Seleção dos dentes.....	62
4.2	Preparo dos dentes.....	62
4.2.1	Tratamento endodôntico.....	63
4.2.2	Preparo do canal radicular.....	65
4.3	Grupos experimentais.....	66
4.4	Cimentação dos pinos.....	68
4.5	Preparo dos espécimes para o teste de <i>push-out</i>.....	70
4.6	Teste de <i>push-out</i>.....	73
4.6.1	Divisão dos terços.....	75
4.7	Análise estatística.....	75
5	RESULTADOS.....	77
6	DISCUSSÃO.....	82
7	CONCLUSÕES.....	88
	REFERÊNCIAS.....	89
	APÊNDICE – Roteiro com o protocolo dos procedimentos de cimentação dos pinos de fibra de vidro.....	95
	ANEXO A – Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa COEP UEPG.....	99
	ANEXO B – Aprovação da ementa pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa COEP UEPG.....	101

1 INTRODUÇÃO

Dentes com grande perda de estrutura dentária comumente necessitam de tratamento endodôntico, o que leva, na maioria das vezes, a utilização de retenções intrarradiculares e núcleos de preenchimento para reter a restauração final (Zicari et al.¹ 2008). Atualmente, para a restauração desses dentes, tem se optado pelo uso de materiais com módulo de elasticidade similar à dentina, sendo que os cimentos resinosos, algumas resinas compostas e os pinos de fibras de vidro possuem essa característica, resultando em biomimetismo e favorecendo uma distribuição de tensões mais uniforme à estrutura radicular, reduzindo assim o risco de fraturas radiculares (Qualtrough, Manocci² 2003, Kremeier et al.³ 2008, Hayashi, Ebisu⁴ 2008).

Esses pinos reforçados por fibras foram introduzidos no mercado odontológico no início da década de 90, propondo, desde então, um novo conceito de sistema restaurador, em que os diferentes componentes da reconstrução (pino, cimento, material de reconstrução e dentina) constituem um complexo estrutural e mecanicamente homogêneo (monobloco), além de terem a capacidade de aderirem mutuamente um ao outro (Tay, Pashley⁵ 2007).

A cimentação desses pinos deve ser uma cimentação adesiva, seguindo os procedimentos de intervenção mínima da Dentística Restauradora (Boschian Pest et al.⁶ 2002). Dessa maneira, sua cimentação, realizada por meio de sistema adesivo e cimento resinoso, é dependente de uma união efetiva entre esses componentes adesivos e o substrato dentinário (Rosenstiel et al.⁷ 1998, Ferrari et al.⁸ 2000). Este procedimento é comprometido pela dificuldade da irradiação direta da luz em regiões profundas, sendo necessário o emprego de cimentos resinosos de ativação química ou dual (Foxton et al.⁹ 2003) e pela experiência do operador nesses procedimentos.

Vários agentes cimentantes têm sido indicados para a cimentação de pinos de fibras de vidro à dentina do canal radicular. A adesão de cimentos resinosos tradicionalmente requer seu uso adjunto com adesivos dentinários, os quais podem ser convencionais ou autocondicionantes (Carvalho et al.¹⁰ 2004, De Munck et al.¹¹ 2005). Cimentos resinosos convencionais utilizam o condicionamento prévio com

ácido fosfórico, dissolvendo completamente a *smear layer*, criando assim uma zona de dentina parcialmente desmineralizada. Sobre o substrato condicionado, após lavagem, *primers* adesivos e resinosos são aplicados nessa dentina desmineralizada resultando em uma adesão micromecânica. Por outro lado, cimentos resinosos autocondicionantes utilizam adesivos com altas concentrações de monômeros acidificados, os quais simultaneamente desmineralizam e infiltram-se sobre a *smear layer* (Monticelli et al.¹² 2008). Com o objetivo de reduzir os passos envolvidos durante os procedimentos de cimentação, surgiram recentemente no mercado odontológico os cimentos resinosos autoadesivos, os quais não requerem nenhum tratamento prévio do substrato dentário. As etapas de condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo são eliminadas; o que facilita o procedimento de cimentação e elimina possíveis falhas decorrentes destes procedimentos (Radovic et al.¹³ 2008).

Como todo processo adesivo, o sucesso da fixação de pinos estéticos está sujeito à qualidade de união pino-cimento-dentina. Mesmo diante de tantas controvérsias e desafios, as restaurações retidas por pinos de fibra apresentam um adequado desempenho clínico quando corretamente indicadas (Ferrari et al.¹⁴ 2000, Hedlund et al.¹⁵ 2003, Grandini et al.¹⁶ 2005, Mannocci et al.¹⁷ 2005, Signore et al.¹⁸ 2009). Entretanto, a maioria dos fracassos clínicos ocorre devido a falhas durante a cimentação desses pinos, resultando em seu desprendimento do canal radicular por falta de retenção (Malferrari et al.¹⁹ 2003, Monticelli et al.²⁰ 2003, Cagidiaco et al.²¹ 2007, Naumann et al.²² 2008, Bitter et al.²³ 2009). Desta maneira, o procedimento de cimentação desses pinos representa um importante passo no seu uso clínico (Goracci et al.²⁴ 2007). Selecionar um sistema adesivo e um cimento resinoso apropriados é considerado ainda um desafio; visto que vários tipos de sistemas adesivos podem ser usados em combinação com diferentes cimentos resinosos (Bouillaguet et al.²⁵ 2003). Isto somado a fragilidade e sensibilidade da técnica, bem como a experiência e a habilidade do operador são fatores que também podem afetar a adesão no interior dos canais radiculares (Ferrari et al.⁸ 2000).

A variabilidade nos resultados dos procedimentos adesivos decorrentes do operador tem sido investigada em alguns estudos. Sano

et al.²⁶ (1998) e Miyazaki et al.²⁷ (2000) demonstraram que a experiência clínica do operador pode influenciar nos valores de resistência de união de sistemas adesivos à dentina coronária. Em um estudo realizado por Jacobsen et al.²⁸ (2003), a variabilidade relacionada aos operadores demonstrou ser mais importante que o material testado em relação à formação de *gaps* na interface dentina-resina. Peschke et al.²⁹ (2000), Peutzfeldt e Asmussen³⁰ (2002) analisaram as consequências das instruções dos fabricantes de sistemas adesivos não serem seguidas de maneira correta pelo operador, observando resultados de adesão mais adversos nesses grupos.

Porém, poucas informações sobre como a experiência do operador pode vir a influenciar no sucesso ou no fracasso dos procedimentos de cimentação adesiva de pinos intrarradiculares é relatada na literatura. O único estudo sobre o assunto é o de Simonetti et al.³¹ (2006), os quais concluíram que o nível de experiência profissional dos operadores não influenciou nos resultados de retenção desses pinos à dentina radicular. Entretanto, não há estudos relacionando a experiência profissional dos operadores com os cimentos resinosos autoadesivos recentemente lançados no mercado odontológico.

Assim, com o surgimento de novos sistemas resinosos de cimentação e com o uso crescente de pinos estéticos, torna-se importante investigar a influência do operador no procedimento de cimentação de pinos de fibra de vidro, verificando sua resistência de união à dentina intrarradicular.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Assif e Gorfil³² (1994) realizaram uma revisão de literatura onde enfatizaram as considerações biomecânicas na restauração de dentes tratados endodonticamente. Os autores relataram que cáries dentais, fraturas e restaurações coronárias podem vir a resultar em tratamento endodôntico dos dentes envolvidos, o que pode conseqüentemente resultar em perda de estrutura dentária e redução da capacidade de resistência às forças intraorais; e que esses dentes, tratados endodonticamente, tornam-se enfraquecidos devido a uma desidratação, que anteriormente era suplementada pela polpa dentária, e também como causa da perda de dentina intrarradicular devido ao procedimento de instrumentação do canal radicular. Os autores afirmam que quando os núcleos e pinos foram introduzidos na Odontologia, inicialmente a filosofia baseava-se em reforçar as estruturas dentárias, prevenindo assim futuras fraturas radiculares. Porém, sabe-se hoje que o uso de pinos intrarradiculares não reforça a estrutura dentária; e, estes somente devem ser indicados em casos onde haja pouco remanescente coronário, havendo assim a necessidade de sustentar uma restauração definitiva; pois, de acordo com a observação biomecânica de um elemento dentário o eixo rotacional do dente está localizado na altura da sua crista alveolar, e quando a força incide na superfície lingual de um dente, essa se torna a região de fulcro, gerando tensões de tração e compressão; já, no centro do dente, em sentido longitudinal, localiza-se a sua área neutra, lugar em que o pino é introduzido. Dessa forma, os autores questionam a necessidade de utilização desses pinos, uma vez que acreditam que os mesmos não reforçam o dente, visto que absorvem o mínimo de forças; porém, enfatizam que o importante é não enfraquecê-lo, defendendo conseqüentemente técnicas restauradoras conservadoras. Uma vez que, quanto mais estrutura dentária for removida, a resistência do dente às forças oclusais diminui, aumentando a possibilidade de fraturas. Verificaram também que a presença de uma estrutura coronária hígida de pelo menos 2 mm ao redor do pino melhora o prognóstico do dente, independente do tipo de pino utilizado. Já, em relação ao formato dos pinos, os autores observaram que quando se utiliza pinos cilíndricos, devido possuírem ângulos agudos no seu término apical, ocorre uma concentração de forças nessa

área, uma vez que o preparo do canal radicular para esse tipo de pino resulta em uma parede mais fina de dentina no preparo apical, onde a concentração de forças também é maior, aumentando o risco de fraturas. Desta maneira, dentes com pinos cônicos exibem uma menor concentração de estresse nas suas porções apicais, provavelmente devido à ausência de ângulos agudos e à conservação de estrutura dentária nessa região.

Sano et al.²⁶ (1998) avaliaram a variabilidade entre operadores em procedimentos adesivos à dentina. Foram selecionados quatorze alunos de graduação de Odontologia e dez cirurgiões-dentistas com diferentes níveis de experiência clínica. Nesse estudo foi avaliado por meio do teste de tração a resistência de união entre resina composta e dentina bovina variando os sistemas adesivos, bem como os operadores (estudantes vs cirurgiões-dentistas). Os sistemas adesivos avaliados foram: sistema adesivo autocondicionante de dois passos Clearfil Liner Bond II (LB II) e sistema adesivo convencional de três passos Scotchbond MultiPurpose (MP). O grupo dos cirurgiões-dentistas não demonstrou diferenças significativas para os valores médios de resistência de união obtidos para ambos os sistemas adesivos (LB II e MP). Já, o grupo dos estudantes demonstrou valores médios de resistência de união significativamente superiores para o sistema adesivo LB II. O coeficiente médio de variação para o grupo dos cirurgiões-dentistas não demonstrou diferenças significativas entre LB II e MP, entretanto, para o grupo dos estudantes o coeficiente médio de variação foi menor para o sistema adesivo LB II. Quando o sistema adesivo MP foi utilizado, o grupo dos cirurgiões-dentistas demonstrou um coeficiente médio de variação menor do que foi observado entre os estudantes. De acordo com os autores, quando se deseja obter um melhor desempenho adesivo, ou quando do início da utilização de um novo sistema adesivo, o operador deve estar ciente da sensibilidade da técnica de alguns sistemas adesivos, bem como da sensibilidade em relação à variabilidade do próprio operador. Além disso, os autores recomendam que os clínicos devem seguir criteriosamente as orientações dos fabricantes quando do manejo dos materiais utilizados na sua rotina clínica.

Ferrari et al.³³ (2001) avaliaram diferentes técnicas adesivas na adesão de pinos de fibra à dentina radicular, por meio da formação de *tags* de resinas, extensões laterais dos adesivos e zona de inter-difusão resina-dentina (ZIRD)

observados em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Foram selecionados 40 dentes anteriores humanos, extraídos por razões periodontais, os quais foram tratados endodonticamente. Em seguida, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=10), de acordo com os procedimentos adesivos: G1- sistema adesivo One Step (Bisco) aplicado com um pequeno pincel fornecido pelo próprio fabricante, fotoativado por 20 s + cimento resinoso dual Dual-Link (Bisco) fotoativado por 20 s; G2- One Step aplicado com *microbrush*, fotoativado por 20 s + Dual-Link fotoativado por 20 s, G3- One Step aplicado com um pequeno pincel, não fotoatido + Dual-Link fotoativado por 20 s; e G4- sistema adesivo All Bond 2 (Bisco) + cimento resinoso C & B (Bisco) (controle). Nos G1 e G4 a aplicação dos sistemas adesivos e cimentos resinosos foi realizada exatamente de acordo com as recomendações dos fabricantes. Nos G1 e G2, os sistemas adesivos de um passo foram fotoativados antes da inserção dos cimentos resinosos e dos pinos de fibras, enquanto que no G3 o conjunto sistema adesivo/cimento resinoso foi fotoativado simultaneamente após a inserção do pino de fibra translúcido. Após uma semana dos procedimentos de cimentação dos pinos (RTD, France), todos os espécimes foram processados para observação em MEV. As imagens obtidas demonstraram que as interfaces restauradas do G2 mostraram uma maior porcentagem de ZIRD em relação aos demais grupos. Nas amostras dos grupos 1, 3 e 4 a morfologia da ZIRD foi bem detectada e apresentou-se uniforme apenas nos primeiros dois terços do canal radicular (terços coronário e médio), o que não foi observado no terço apical. Nos terços coronários de todos os grupos, não foi observado diferenças estatisticamente significativas; entretanto, nos terços médios e apicais do G2 observou-se significativamente uma maior formação de *tags* de resinas em relação aos outros grupos. Nos terços apicais do G1, G3 e G4 os *tags* apresentaram-se com uma morfologia menos uniforme e com comprimentos menores do que nos outros dois terços. Assim, quando *microbrush* foi utilizado, o mecanismo de adesão criado entre a dentina radicular e o sistema adesivo foi uniforme ao longo das paredes do canal. Dessa maneira, os autores puderam concluir que o *microbrush* pode ser clinicamente usado na adesão de pinos de fibra no canal radicular.

Akkayan e Gulmez³⁴ (2002) realizaram um estudo *in vitro* no qual compararam a resistência à fratura e o padrão de fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de titânio e pinos estéticos. Foram

utilizados 40 caninos superiores humanos extraídos, os quais tiveram suas coroas removidas e suas raízes receberam tratamento endodôntico. Em seguida, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=10) de acordo com o tipo de pino cimentado: G1- pino de titânio (Filpost, Filhol Dental), G2- fibra de quartzo (DT Light Post, RTD), G3- fibra de vidro (Para Post Fiber White, Coltène/Whaledent) e G4- pino de zircônia (CosmoPost, Ivoclar). Em todos os grupos os pinos foram cimentados utilizando o sistema adesivo Single Bond (3M ESPE) e o cimento resinoso de dupla polimerização RelyX ARC (3M ESPE). Posteriormente, todos os espécimes receberam um núcleo de preenchimento em compósito fotoativável (Valux Plus, 3M ESPE) e coroas totais metálicas foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro (Vitremmer, 3M ESPE). Os espécimes foram adaptados em uma máquina de ensaios universal numa angulação de 130° em relação ao longo eixo dos dentes, recebendo uma carga compressiva com uma velocidade de 1 mm/min. As cargas de fraturas foram determinadas, e o padrão das fraturas foi classificado como favorável ou catastrófico. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio da Análise de Variância de um fator e Teste de Tukey ao nível de 1% de significância. As médias encontradas (Kg) foram: G1- 66,95; G2- 91,20; G3- 75,90 e G4- 78,91. Os dentes restaurados com pinos de fibra de quartzo (G2) apresentaram uma resistência à fratura significativamente superior aos demais grupos ($p < 0.001$). Dentes restaurados com pinos de fibra de vidro (G3) e zircônia (G4) apresentaram valores similares estatisticamente ($p > 0.05$). Em relação ao padrão de fraturas, G2 e G3 apresentaram fraturas favoráveis, as quais poderiam ser reparadas; enquanto que G1 e G4 apresentaram fraturas catastróficas, impossíveis de serem reparadas. Os autores concluíram que, dentro das limitações apresentadas pelo estudo, os maiores valores de resistência à fratura foram atribuídos ao grupo restaurado com pinos de fibra de quartzo; e que fraturas reparáveis foram encontradas em dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de quartzo e pinos de fibra de vidro, os quais apresentam um módulo de elasticidade (18 a 47 GPa) próximo ao da dentina. Segundo os autores, os pinos deveriam apresentar um módulo de elasticidade o mais próximo possível ao da dentina radicular; assim, resultaria em uma redução da concentração de estresse, e conseqüentemente em uma redução das taxas de fraturas.

Boschian Pest et al.⁶ (2002) compararam o desempenho de cimentos resinosos com as resinas compostas (quimicamente ativadas e fotoativadas) utilizados para cimentação de pinos endodônticos por meio do teste de resistência adesiva e observações em MEV. Foram utilizados oitenta dentes unirradiculares extraídos e tratados endodonticamente, os quais tiveram pinos de fibra de vidro (Tech21Xop, Dentatus) e de carbono (Tech2000, RTD) cimentados com sistemas adesivos, cimentos resinosos e resina composta de baixa viscosidade. Para o teste de *push-out*, após a cimentação dos pinos, cinquenta raízes foram seccionadas transversalmente em discos com espessura de 2 mm, os quais foram armazenados em água destilada por 24 h; em seguida, o teste foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min em uma máquina de ensaio universal (Acquati). Os espécimes selecionados para observação em MEV (trinta raízes) foram seccionados no sentido do seu longo eixo e preparados para futura observação. Todos os grupos apresentaram altos valores de resistência adesiva (entre 26 e 30 MPa), no entanto, houve diferenças significativas entre os cimentos resinosos e as resinas compostas. Por meio da análise do MEV pode-se observar que com o uso de compósitos resinosos quimicamente ativados verificou-se poucas bolhas na extremidade dos pinos, mas nunca na interface adesiva. Porém, os melhores resultados foram observados com os pinos de fibra de vidro translúcidos associados às resinas compostas fotopolimerizável e autopolimerizável utilizadas como agentes de fixação, pois não apresentaram a formação de bolhas e nem de espaços vazios em nenhuma das amostras. Os autores concluíram que a técnica de utilização de resinas compostas para cimentação de pinos pode ser considerada uma alternativa viável e vantajosa, visto que dessa maneira pode-se utilizar o mesmo material para a reconstrução coronária, resultando, portanto, em uma boa união química; porém, destacam a necessidade de futuros estudos que avaliem o grau de conversão das resinas compostas fotopolimerizáveis em diferentes profundidades do canal radicular.

Vichi et al.³⁵ (2002) avaliaram a influência de dois pincéis aplicadores de soluções de primer-adesivo na formação da camada híbrida após a cimentação de pinos de fibras translúcidos. Foram utilizados 20 dentes unirradiculares tratados endodonticamente, extraídos por razões periodontais, os quais foram divididos aleatoriamente em dois grupos (n=10), um utilizando *microbrush* (pincel delgado)

(G1) e outro um pincel de plástico (G2), em associação com sistema adesivo Scotchbond 1 (3M ESPE) e o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE), de acordo com as orientações do fabricante. Após dez dias dos procedimentos de cimentação dos pinos (RTD, France), as amostras foram seccionadas paralelas aos seus longos eixos em direção mesio-distal e analisadas em MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) em relação à formação da camada híbrida e quanto à morfologia dos prolongamentos de resina e extensões laterais do adesivo. De acordo com os resultados, pode-se observar uma porcentagem maior de formação de camada híbrida no G1, detectando-se uma uniformidade ao longo dos três terços radiculares; já no G2 não foi observado camada híbrida no terço apical. Entre os dois grupos, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os terços coronários e médios; porém, o terço apical do G1 apresentou significativamente uma maior formação de prolongamentos de resina que o G2. As características em forma de cones reversos desses prolongamentos de resina foram notadas nos terços coronários e médios dos canais radiculares de ambos os grupos e no terço apical do G1. Entretanto, no terço apical do G2, os prolongamentos de resina mostraram uma menor uniformidade na sua morfologia e um menor comprimento do que aqueles encontrados nos outros terços observados. Desta maneira, os autores recomendam o uso de pincéis aplicadores de diâmetros pequenos (*microbrush*) para assegurar uma melhor qualidade dos procedimentos adesivos em toda a extensão do canal radicular.

Kurtz et al.³⁶ (2003) avaliaram a eficácia do cimento endodôntico, do sistema adesivo dentinário e da região radicular na resistência adesiva de três sistemas de pinos cimentados em dentes tratados endodonticamente por meio do teste de *push-out*. Foram selecionados 24 dentes ântero-superiores humanos extraídos, os quais foram endodonticamente tratados com guta-percha, variando o cimento endodôntico: Roth's 801 (contém eugenol) e AH 26 (sem eugenol). Após 7 dias, todas as raízes receberam a cimentação de pinos, os quais também variaram: G1- Cosmopost (Ivoclar-Vivadent), G2- Fibrekor (Pentron) e G3- Parapost Fiber White (Coltène/Whaledent); sendo que cada tipo de pino foi cimentado com dois sistemas adesivos: Parapost Cement Conditioner (sistema adesivo autocondicionante e autopolimerizável) com Parapost Cement (cimento resinoso autopolimerizável); e One Step (sistema adesivo fotopolimerizável de condicionamento total) com Hi-X

Post Cement (cimento resinoso autopolimerizável). Após os procedimentos de cimentação dos pinos, os espécimes foram cortados perpendicularmente em relação aos seus longos eixos, obtendo-se 4 discos (2 mm de espessura cada), sendo que 1 foi coronário à junção cimento-esmalte e os outros 3 foram apicais em relação a mesma, representando assim os 3 terços radiculares. Em seguida, todos os discos foram submetidos ao teste de *push-out* para avaliar sua resistência adesiva. Os dados obtidos foram catalogados e analisados estatisticamente (ANOVA e pós-teste de Tukey). Os resultados demonstraram que os espécimes que receberam o pino Cosmopost (pino cilíndrico liso) demonstraram uma resistência adesiva significativamente inferior aos pinos Fibrekor e Parapost Fiber White (pinos serrilhados), os quais não diferiram estatisticamente entre si. A resistência adesiva dos pinos na secção coronária foi significativamente superior à encontrada nos outros terços radiculares. Dessa maneira, os autores concluíram que o tipo de pino e a região radicular podem influenciar os valores para resistência adesiva, enquanto que a presença de eugenol nos cimentos endodônticos e o tipo de sistema adesivo não tiveram influência nos mesmos.

Goracci et al.³⁷ (2004) avaliaram diferentes técnicas de microtração, utilizando espécimes em forma de palito e ampulheta, com a técnica de *push-out* na resistência de união de pinos de fibras cimentados nos canais radiculares. Neste estudo foram utilizados 30 dentes ântero-superiores humanos extraídos, os quais foram tratados endodonticamente; e, em seguida, foram aleatoriamente divididos em 2 grupos (n=15) de acordo com o cimento resinoso utilizado para a cimentação dos pinos (Ghimas White, Ghimas): G1 – Excite DSC/ Variolink II (Ivoclar, Vivadent) e G2 – RelyX Unicem (3M ESPE). Decorrido uma semana dos procedimentos de cimentação dos pinos, a resistência de união foi medida por meio da técnica de microtração com palito, microtração com ampulheta e *push-out* para cada grupo. Na técnica de microtração utilizando as amostras em forma de ampulheta, observou-se um grande número de falhas prematuras (16,9% no G1 e 27,5% no G2) e valores altos de desvio padrão; e utilizando as amostras em forma de palito, apenas 5 palitos foram obtidos de 6 raízes, sendo que os espécimes restantes falharam prematuramente, ainda na etapa de corte. Já, em relação ao teste de *push-out* não houve falhas prematuras, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável e as diferenças regionais de resistência de união nos diferentes níveis radiculares

puderam ser mensuradas. Para ambas as metodologias empregadas (microtração e *push-out*) os valores de resistência adesiva para o G1 foram superiores aos encontrados para o G2. Nesse estudo, os autores concluíram que quando se pretende medir a resistência de união de pinos de fibras cimentados, o teste de *push-out* parece ser mais confiável que as técnicas de microtração.

Grandini et al.³⁸ (2004) avaliaram a eficácia da técnica de passo único para cimentação de pinos de fibras na formação de *tags* de resina, ramificações laterais do adesivo e ZIRD. Foram utilizados 40 dentes ântero-inferiores humanos extraídos por razões periodontais, sendo tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em 4 grupos de estudo de acordo com o procedimento de cimentação (n=10): G1- condicionamento com ácido fosfórico 32% por 15 s (AF) + sistema adesivo One Step (Bisco) fotoativado por 20 s + cimento resinoso dual Duo-Link (Bisco) fotoativado por 20 s; G2- AF + One Step sem fotoativação + cimento Duo-Link e fotoativação por 30 s; G3- AF + One Step sem fotoativação + cimento Duo-Link e fotoativação por 60 seg e G4- AF + One Step sem fotoativação + cimento Duo-Link e fotoativação por 90 s. Após a cimentação dos pinos de fibras translúcidos (Light Post, RTD), os mesmos foram armazenados em água à temperatura ambiente por uma semana; e, em seguida, os espécimes foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo e tratados para análise em MEV, com a finalidade de se analisar a continuidade da ZIRD, a presença ou ausência de *gaps*, e a densidade e morfologia dos *tags* de resina. Os resultados demonstraram que houve a presença de bolhas nas camadas de cimento em todos os grupos. As interfaces adesivo/cimento e cimento/pino do G1 apresentaram-se livres de bolhas, o que não ocorreu para os grupos em que a fotoativação do sistema adesivo e do cimento resinoso foram simultâneas (G2, G3 e G4). Para todos os grupos testados houve a formação da ZIRD; entretanto, esta foi significativamente maior e mais uniforme no G1 do que nos outros grupos ($P<0.005$), sendo menos representada no nível apical dos G2, G3 e G4. Com relação à formação dos *tags* de resina, estes foram evidentes em todos os grupos; suas características em forma de cone reverso foram notadas nos terços coronários e médios de todos os grupos, e no terço apical somente do G1; nos demais grupos, os *tags* se apresentaram mais curtos e menos uniformes no último terço. Desta maneira, os autores concluíram que para a cimentação de pinos de fibras translúcidos no canal radicular, a técnica tradicional que preconiza o

condicionamento prévio com ácido fosfórico e a fotopolimerização separada do sistema adesivo e do cimento resinoso é mais satisfatória do que o procedimento que preconiza a fotoativação simultânea do adesivo e cimento (técnica de passo único).

Bell et al.³⁹ (2005) determinaram as propriedades adesivas de dois tipos de pinos de fibra, sendo eles EverStick (Stick Tech Ltd) em fibras de vidro, C-Post (Bisco) em fibras de carbono, e um pino de titânio ParaPost XP (Coltène/Whaledent) usado como referência. Foram selecionados terceiros molares humanos extraídos, os quais tiveram suas coroas removidas, suas raízes tratadas endodonticamente, e seus canais preparados posteriormente para receber os respectivos pinos. Todos os pinos foram cimentados com o mesmo sistema adesivo: EBS Multi Primer (ESPE) e EBS Multi Bond (ESPE), e com o mesmo cimento resinoso de presa dual: Compolute Caps Cement (ESPE). Após 26 dias dos procedimentos de cimentação, os espécimes foram termociclados em água (6.000 ciclos – 5/55° C, com banhos de 30 s em cada temperatura); e, em seguida, foram cortados transversalmente em relação ao seu longo eixo em discos com espessura de 1, 2 e 4 mm (n=12 para cada espessura e para cada tipo de pino), sendo então submetidos ao teste de *push-out* em uma máquina de ensaios universal a uma velocidade de 1,0 mm/min. Por meio de um estereomicroscópio avaliou-se o tipo de fratura dos espécimes: 1- fratura adesiva entre o pino e o cimento, 2- fratura coesiva do pino, 3- fratura adesiva entre cimento e dentina. Os resultados demonstraram que a espessura dos discos de dentina submetidos ao teste de *push-out* influenciou nos valores de força de compressão, visto que a força de compressão aumentou quando se aumentou a espessura dos discos para todos os tipos de pinos testados. Os espécimes que receberam pinos de fibra de vidro e foram seccionados em discos com 4 mm de espessura mostraram uma maior resistência de união quando comparados aos pinos de titânio; entretanto, as outras diferenças entre os diferentes tipos de pinos testados não foram estatisticamente significantes. Em relação ao padrão de fratura, somente os pinos de fibra de vidro não apresentaram fraturas adesivas tipo 1, sugerindo assim uma melhor adesão interfacial do cimento a esses pinos.

Goracci et al.⁴⁰ (2005) avaliaram a resistência interfacial e a ultraestrutura de cimentos resinosos convencionais (preconizam condicionamento ácido prévio), autocondicionantes e autoadesivos usados para cimentação de pinos de fibras de

vidro (FRC Postec, Ivoclar-Vivadent) por meio do teste de *push-out* e por microscopia eletrônica de transmissão (MET). Os cimentos adesivos testados foram: G1- Variolink II (Ivoclar-Vivadent), G2- Panavia 21 (Kuraray) e G3- RelyX Unicem (3M ESPE). Em cada grupo, nove pinos de fibras foram cimentados ($n=9$) e armazenados em água à temperatura ambiente durante 24 horas; em seguida, sete espécimes de cada grupo foram estressados pelo teste de *push-out* e dois foram analisados em MET. A resistência interfacial para o G1 ($10,18 \pm 2,89$ MPa) foi significativamente superior a encontrada para o G2 ($5,04 \pm 2,81$ MPa) e para o G3 ($5,01 \pm 2,63$ MPa), os quais foram similares um ao outro. As micrografias obtidas por meio da MET da interface entre o G1 e a dentina intrarradicular revelaram uma remoção total da *smear layer* e a formação de uma camada híbrida com 8 - 10 μm de espessura, na qual a matriz colágena foi completamente desmineralizada pelo condicionamento ácido prévio. Nos outros grupos, a *smear layer* não foi completamente dissolvida e *smear plugs* ficaram retidos nas embocaduras dos túbulos dentinários. Foram observados *gaps* entre o complexo hibridizado e a camada adesiva no G2, e entre a *smear layer* e a dentina radicular subjacente no G3. Desta maneira, a resistência interfacial encontrada e os achados microscópicos estão em acordo e indicam que o potencial adesivo de cimentos resinosos convencionais é superior aos autocondicionantes e autoadesivos. Os monômeros ácido-resinosos responsáveis pelo condicionamento do substrato no G2 e G3 parecem ser ineficazes para uma remoção efetiva da camada de *smear layer* durante o preparo mecânico da dentina radicular para a cimentação do pino. Assim, os autores concluíram que o condicionamento prévio com ácido fosfórico, separadamente da aplicação do *primer* e adesivo, permite a remoção da *smear layer* sobre a dentina radicular e dos *smear plugs* nas embocaduras dos túbulos dentinários formados durante o preparo radicular do espaço do pino, permitindo uma efetiva retenção micromecânica do cimento resinoso.

Goracci et al.⁴¹ (2005) avaliaram a resistência de união de pinos de fibra cimentados apenas com cimento resinoso ou em conjunto com adesivos convencionais e autocondicionantes. Foram selecionados 36 dentes unirradiculares, e suas coroas foram removidas 2 mm da JCE usando uma máquina de corte (Isomet) com constante irrigação de água. Os dentes foram tratados endodonticamente com cimento endodôntico AH 26 (Dentsply) e, em seguida, foram

divididos em dois grupos experimentais (cimento resinoso autocondicionante e convencional). Cada grupo foi posteriormente subdividido em dois subgrupos (n=6), de acordo com o tipo de tratamento interno (com adesivo ou sem adesivo). No Grupo I: adesivo autocondicionante com cimento resinoso autopolimerizável; no subgrupo IA: cimento resinoso autopolimerizável Panavia 21 (Kuraray) sem o uso de adesivo autocondicionante e no subgrupo IB: ED *primer* previamente à aplicação do Panavia 21. No Grupo II: adesivo convencional com cimento resinoso de polimerização dual; no subgrupo IIA: o cimento resinoso de polimerização dual Variolink II (Ivoclar-Vivadent) sem condicionamento ácido e sem a aplicação de adesivo, e no subgrupo IIB: ácido fosfórico 37% com adesivo autopolimerizável Excite DSC (Ivoclar-Vivadent) previamente à aplicação do cimento resinoso. Após os dentes serem armazenados durante 24 horas em água destilada, cada raiz foi transversalmente seccionada em discos de 4 a 6 mm de espessura. Sete espécimes foram utilizados resultando em 32-37 discos para cada subgrupo. Uma carga com velocidade de 0,5 mm/min foi aplicada nos discos por uma ponta cilíndrica de 1 mm de diâmetro acoplada a uma máquina universal de ensaios, até que o segmento do pino se deslocasse do disco radicular. A resistência de união foi calculada pela divisão da máxima carga de falha pela área da interface adesiva. Posteriormente, duas raízes remanescentes de cada subgrupo foram avaliadas em MET por meio da técnica de penetração de prata ao longo da interface dentina-cimento. Os resultados de resistência ao teste de *push-out* em MPa foram: Grupo I: subgrupo IA: $3,37 \pm 2,89$; subgrupo IB: $5,04 \pm 2,81$; Grupo II: subgrupo IIA: $8,57 \pm 2,50$; subgrupo IIB: $10,18 \pm 2,68$. Os testes estatísticos demonstraram que somente o “procedimento de cimentação” teve influência significativa nos resultados da resistência de união ($P < 0.05$) e que não houve diferenças significativas entre os espécimes unidos somente com cimento resinoso e aqueles tratados com sistemas adesivos dentinários. Os autores concluíram que os subgrupos que utilizaram a aplicação de sistemas adesivos não apresentaram melhora na resistência ao deslocamento dos pinos de fibras com seu respectivo cimento resinoso. Os resultados desse estudo indicaram que não é real a criação de uma continuidade adesiva ou monobloco entre o pino e a dentina por meio da utilização de cimentos resinosos adesivos. Para o Panavia 21, a moderada incapacidade dos adesivos autocondicionantes de remover totalmente a camada *smear layer* promoveu uma razoável explicação para a baixa resistência à fixação observada nos subgrupos controle e experimental e, para o

Variolink II, a aplicação dos adesivos convencionais não promoveu melhora adicional do que com o uso somente do cimento resinoso. A retenção da camada de *smear layer* e outros debris nos canais radiculares podem ser prevenidos pelo condicionamento ácido e pela correta infiltração do adesivo.

Tay et al.⁴² (2005) avaliaram os fatores geométricos que podem afetar na adesão dentinária no interior dos canais radiculares. Para esse estudo foi realizado um modelo teórico aproximado, no qual se realizou um desenho esquemático do canal radicular com forma de cone invertido truncado e foi calculado o fator-C por meio da quantidade de superfícies aderidas e livres existentes nos canais radiculares, sendo realizadas variações simuladas dos comprimentos dos canais, da espessura do agente selador endodôntico e o diâmetro das limas endodônticas, avaliando assim a influência desses fatores no aumento ou na redução do fator-C. As correlações encontradas para esses fatores foram realizadas por meio de uma análise de regressão no Programa Excel (Microsoft). Em seguida, realizaram-se procedimentos experimentais para suplementar os resultados do modelo teórico, sendo selecionados 5 incisivos humanos extraídos, os quais foram tratados endodonticamente com o sistema Epiphany e cones Resilon, e em seguida suas superfícies coronárias foram cobertas com uma resina fluida (AEliteflo, Bisco) usando um primer autocondicionante (Clearfil SE Bond, Kuraray) como selador secundário. Após armazenagem em água destilada por 24 horas foram obtidas 3 secções transversais de 2 mm de espessura da porção média dos seus segmentos radiculares; e uma secção de cada raiz foi aleatoriamente selecionada para análise das fendas interfaciais em MEV. Uma segunda secção foi colocada em clorofórmio por 1 h para dissolver a Resilon antes de examinar com o mesmo microscópio a espessura do selador em seis localizações por secção. A terceira secção foi imersa em solução traçadora de nitrato de prata para medir 24 horas antes a dissolução da Resilon em clorofórmio e futuramente ser observado em MET. Os autores demonstraram que, em um canal com 20 mm de profundidade, o fator-C pode variar de 46 a 23.461 com a redução da espessura do cimento de 500 para 1 μm , ou seja, esse aumento do fator-C é inversamente proporcional à espessura do cimento, assim cimentos mais espessos reduzem o fator-C nos canais radiculares. No caso do aumento do diâmetro da lima observou-se um modesto aumento no fator-C. Nesse estudo, também foi possível calcular o fator-S (geometria das tensões de

contração de polimerização) e encontrou-se que quando a espessura do adesivo é reduzida, a contração volumétrica também é reduzida, resultando na redução da contração de polimerização. Os autores concluíram que um fator-C elevado torna-se o maior obstáculo para adesões intrarradiculares livres de fendas, visto que as forças de contração de polimerização podem exceder à resistência adesiva na dentina radicular, permitindo assim a desunião de um lado do selador para relaxar as tensões, reduzindo a retenção e aumentando conseqüentemente a infiltração.

Akgungor e Akkayan⁴³ (2006) avaliaram a eficácia de diferentes adesivos dentinários e modos de polimerização na resistência de união entre pinos de fibra translúcidos e a dentina radicular nos diferentes terços radiculares. Foram selecionados quarenta caninos superiores humanos extraídos, os quais tiveram suas coroas removidas na altura da JCE, e suas raízes tratadas endodonticamente (cimento endodôntico AH 26, Dentsply). Após 24 horas, foi realizado o preparo mecânico para recebimento dos pinos (DT Ligth-Post, Recherches Techniques Dentaires), de uma maneira que resultasse em um comprimento final de 10 mm de desobturação, e as raízes foram divididas aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com os procedimentos adesivos: Grupo EX – adesivo fotopolimerizável Excite (Ivoclar-Vivadent), Grupo EX-DSC – adesivo de presa dual Excite DSC (Ivoclar-Vivadent), Grupo CL-LC – *primer* autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) com adesivo fotopolimerizável Bond A (Kuraray), e Grupo CL-DC - *primer* autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) com adesivo de presa dual Bond A + Bond B (Kuraray). Em todos os grupos os pinos foram cimentados após seus respectivos procedimentos adesivos com o cimento resinoso de presa dual Panavia F (Kuraray). Os espécimes foram então armazenados em água destilada por 24 horas. Após esse período, os espécimes foram cortados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo em 3 discos de 3 mm de espessura cada, sendo que cada disco representou um terço radicular (coronário, médio e apical). Em seguida, realizou-se o teste de *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística (Anova e pós teste de Tukey, $\alpha=0.05$). Os resultados demonstraram que os maiores valores de resistência de união foram obtidos para o Grupo CL-LC ($18,3 \pm 4,1$ MPa), o qual foi estatisticamente superior ao Grupo CL-DC ($13,2 \pm 2,5$ MPa), ao Grupo EX ($12,7 \pm 5,0$ MPa) e ao EX-DSC ($13,5 \pm 5,3$ MPa). Em relação à região radicular, para os adesivos de passo único (Excite e

Excite DSC) a resistência de união diminuiu significativamente no terço apical, em comparação aos outros terços. Já, para os *primers* autocondicionantes (Clearfil Liner Bond 2V) não houve diferenças em relação ao terço radicular para os resultados de resistência de união. Os autores concluíram que os sistemas que utilizaram *primers* autocondicionantes nesse estudo não foram afetados pelas variações morfológicas existentes nos diferentes terços radiculares, ao contrário dos adesivos de passo único. Além disso, a polimerização dual não aumentou os valores de resistência de união para os sistemas adesivos testados. Dentro das limitações desse estudo *in vitro*, os autores sugerem para a cimentação de pinos de fibra translúcidos com cimentos resinosos duais a combinação de um *primer* autocondicionante e um adesivo fotopolimerizável.

Baldissara et al.⁴⁴ (2006) avaliaram a eficácia de irrigantes e cimentos endodônticos na resistência de pinos de fibras por meio do teste de *push-out*. Foram selecionados 50 dentes humanos unirradiculares extraídos, os quais receberam 5 diferentes tratamentos endodônticos (n=10): G1 – irrigação apenas com água destilada, G2 – solução de hipoclorito de sódio a 5% (NaOCl) + cimento endodôntico Pulp Canal (Kerr) (à base de óxido de zinco e eugenol [ZOE]), G3 – NaOCl 5% + cimento endodôntico Topseal (Dentsply) (à base de resina), G4 - NaOCl 5% + EDTA 10% + Pulp Canal, G5 - NaOCl 5% + EDTA 10% + Topseal; sendo que guta-percha foi utilizada em todos os grupos por meio da técnica de condensação vertical. Após duas semanas, todos os pinos (DT Light-Post, RTD) foram cimentados usando um sistema adesivo de três passos (ácido fosfórico + All Bond 2 [Bisco]) e uma resina composta autopolimerizável tipo *flow* (Bisfil 2B, Bisco). Cinco espécimes de cada grupo foram submetidos ao teste de fadiga (ciclagem mecânica – 2×10^6 ciclos de 37,5 N, angulação de 45°), e os outros espécimes não sofreram ciclagem mecânica, sendo apenas armazenados em água destilada a 23° C. Em seguida, as raízes foram cortadas perpendicularmente em relação aos seus longos eixos em discos de 0,6 mm de espessura, sendo então submetidos ao teste de *push-out*. Os resultados demonstraram que os grupos que receberam cimento endodôntico à base de ZOE (G2 e G4) e foram submetidos ao teste de fadiga demonstraram os menores valores de resistência de união. Em relação aos espécimes que não sofreram o teste de fadiga, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes grupos, independente do agente irrigante utilizado e do cimento

endodôntico. Os autores concluíram, portanto que o cimento endodôntico que contém eugenol reduziu a adesão dos pinos de fibras quando os espécimes foram submetidos à ciclagem mecânica, desta maneira, o uso de cimentos endodônticos à base de resina é preferível.

Bitter et al.⁴⁵ (2006) avaliaram a resistência de união de seis agentes cimentantes utilizados para cimentação de pinos de fibra antes e após a termociclagem. Foram utilizados 144 caninos humanos superiores, que tiveram suas coroas removidas na altura da JCE, sendo suas raízes tratadas endodonticamente e após 24 horas divididas aleatoriamente em seis grupos (n=24) de acordo com o cimento resinoso utilizado para a cimentação dos pinos de fibra (FRC Postec, Ivoclar-Vivadent): G1- Panavia F (Kuraray), G2- Multilink (Ivoclar-Vivadent), G3- Variolink II (Ivoclar-Vivadent), G4- PermaFlo DC (Ultradent), G5- RelyX Unicem (3M ESPE) e G6- Clearfil Core (Kuraray), a qual ocorreu de acordo com as recomendações dos seus respectivos fabricantes. Após 24 horas de armazenamento em solução salina a 37°C, as raízes foram seccionadas transversalmente em seis fatias de 1 mm de espessura cada. Posteriormente, realizou-se o teste de *push-out* em uma máquina de ensaios universal (Zwick) a uma velocidade de 0,5 mm/min após as 24 horas de armazenamento em água (n=12) e após a termociclagem (n=12), a qual foi realizada a 5000 ciclos em água deionizada (5°C a 55°C) com um tempo de 30 segundos em cada banho e 2 segundos de tempo de transferência. Em seguida, os espécimes foram observados em um estereomicroscópio com uma amplitude de 40X para determinar o padrão de fratura. Os efeitos do cimento resinoso, da termociclagem, e da região radicular nos valores de resistência adesiva foram analisados usando os testes estatísticos ANOVA e o pós-teste de comparações Tukey-B. Pode-se observar que a resistência de união ao canal radicular variou conforme o cimento resinoso utilizado, o procedimento de termociclagem e a região radicular. O cimento resinoso autoadesivo RelyX Unicem (G5) apresentou uma resistência de união significativamente maior do que os outros cimentos testados, enquanto que o cimento Variolink II (G3) apresentou uma resistência significativamente menor em relação aos demais, exceto em relação ao Multilink (G2). O terço apical revelou significativamente uma resistência de união superior quando comparado com os terços médios e coronários. Após a termociclagem ocorreu um aumento significativo na resistência adesiva para os

terços médios e apicais apenas para o G5, para os outros grupos não houve diferenças significativas nos resultados antes e após a termociclagem. As análises dos padrões de fraturas mostraram somente falhas coesivas da dentina radicular. Concluiu-se que a resistência de união à dentina radicular parece estar relacionada com a área de dentina sólida e a densidade dos túbulos dentinários.

Kalkan et al.⁴⁶ (2006) avaliaram *in vitro* a resistência de união de três sistemas de pinos reforçados por fibras de vidro: G1 – pino de fibra de vidro opaco (Snowpost, Carbotech), G2 – pino de fibra de vidro translúcido (FiberMaster, NTI) e G3 – pino de fibra de vidro (Everstick, StickTech Ltd), nos três segmentos radiculares (terço coronário, médio e apical) após 24 horas e após uma semana de suas cimentações. As coroas de 60 incisivos centrais superiores humanos foram seccionadas nas suas JCE; em seguida, suas raízes foram tratadas endodonticamente e obturadas pela técnica da condensação lateral de guta-percha com cimento endodôntico (AH Plus, Dentsply). A embocadura cervical do canal foi selada com cimento restaurador provisório (Cavit-G, Dentsply), e as raízes foram armazenadas em umidade relativa de 100% a 37° C por 1 semana. Após esse período, os canais radiculares foram preparados com brocas Peeso (Dentsply), deixando 4 mm de guta-percha na extremidade apical. Posteriormente, foi aplicado em todos os espécimes um primer autocondicionante (Clearfil Liner Bond, Kuraray) por 30 segundos e seco com ar; em seguida, um adesivo de polimerização dual (Clearfil Liner Bond A e B, Kuraray), e um cimento resinoso também de polimerização dual (Panavia, Kuraray). Os pinos, de acordo com seus grupos experimentais, foram cobertos pelo mesmo cimento resinoso e posicionados no interior dos canais, e o cimento foi fotoativado por 40 segundos. Os espécimes foram armazenados na ausência de luz durante 24 horas e uma semana após os procedimentos de cimentação. Cada raiz foi cortada horizontalmente com um disco diamantado (Buehler) em discos de 1 mm de espessura cada; e foi realizado o teste de *push-out* com uma velocidade de aplicação de carga de 1,0 mm/min. Os resultados foram analisados estatisticamente usando análise de variância de 3 critérios (tipo de pino, momento do teste e segmento radicular) e teste *t*. De acordo com os autores, os valores de *push-out* diferiram significativamente de acordo com o sistema de pinos, sendo que o G1 e G3 exibiram maior resistência de união que o G2. Em relação ao segmento radicular, nos G2 e G3 os valores de resistência de união foram significativamente superiores

no terço coronário quando comparados com os terços médios e apicais; porém, no G1 não houve diferenças significativas entre os terços coronário e médio. Para todos os grupos não houve diferenças significativas nos valores de resistência de união entre os diferentes tempos testados.

Sadek et al.⁴⁷ (2006) compararam a resistência interfacial imediata e após 24 horas da cimentação de pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos resinosos e com cimento de fosfato de zinco. Esses autores testaram a hipótese de que não existe diferença na retenção dos pinos de fibras cimentados com diferentes tipos de cimentos e que não existem diferenças na resistência de união nas seções radiculares imediatamente e após 24 horas. Foram selecionados 25 dentes humanos ântero-superiores, os quais foram seccionados nas suas JCE, e suas raízes tratadas endodonticamente, sendo obturadas com guta-percha e cimento endodôntico (AH 26, Dentsply). Após 24 horas de armazenamento em solução fisiológica a 37°C, os espaços para os pinos foram preparados e os espécimes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos (n=5) de acordo com o processo de cimentação dos pinos (FRC Postec Plus, Ivoclar-Vivadent): G1 – All Bond 2/Duo Link (Bisco Inc.), G2 – Optibond Solo Plus dual cure/Nexus 2 (Kerr Dental), G3 – Multilink (Ivoclar-Vivadent), G4 – RelyX Unicem (3M ESPE) e G5 – Cimento de fosfato de zinco. Após a cimentação, cada espécime foi seccionada transversalmente obtendo discos radiculares de 1 mm de espessura, em seguida submetidos ao teste de *push-out*. De acordo com os resultados obtidos, o tipo de cimento e o momento do teste afetaram significativamente a resistência de união do pino de fibra cimentado ($p < 0.05$). Entretanto, a interação entre esses dois fatores não foi significativa ($p > 0.05$). O Optibond Solo Plus/Nexus e o cimento de fosfato de zinco apresentaram as maiores resistências interfaciais; e o All Bond 2/Duo Link apresentou a menor resistência, a qual não foi significativamente diferente do RelyX Unicem. Os espécimes cimentados com cimentos resinosos e testados após 24 horas de suas cimentações exibiram uma resistência de união significativamente mais alta que aqueles testados imediatamente ($p < 0.05$). Em relação aos espécimes cimentados com fosfato de zinco não houve diferenças entre os tempos testados (imediatamente e após 24 horas) ($p > 0.05$). De acordo com os autores, pode-se concluir que a resistência de união de pinos cimentados com cimentos resinosos pode aumentar durante as primeiras 24 horas, o que deve estar relacionado à polimerização

completa do cimento resinoso; e que a resistência de união é predominantemente devida à retenção friccional.

Simonetti et al.³¹ (2006) avaliaram a influência da experiência profissional do operador nos resultados de cimentação de pinos de fibra. Nesse estudo, um operador calibrado realizou o tratamento endodôntico, bem como o preparo radicular para o recebimento de pinos de fibra em quinze dentes anteriores humanos extraídos. Após esses procedimentos, os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de acordo com o operador que cimentaria os pinos: Grupo OE – operador experiente (no mínimo 10 anos de experiência clínica); Grupo EM – operador com experiência moderada (2 anos de experiência clínica) e Grupo EB – operador com nível baixo de experiência (alunos de graduação). Todos os pinos (DT Light Post, RTD) foram cimentados usando o sistema adesivo Prime&Bond NT Dual Cure (Dentsply Caulk) em combinação com o cimento resinoso convencional Calibra (Dentsply). Após uma semana, de cada raiz foram obtidos de 5 a 6 discos com 1 mm de espessura, sendo os mesmos submetidos ao teste de *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min para avaliação da resistência de união. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do teste de ANOVA um critério e Tukey ($p=0,05$). Os valores médios ($\pm DP$) de resistência de união foram: Grupo OE – 12,44 ($\pm 3,63$) MPa, Grupo EM – 11,68 ($\pm 2,64$) MPa e Grupo EB – 11,18 ($\pm 3,12$) MPa, sendo que não houve diferenças significativas entre os grupos. Assim, os autores puderam concluir que o nível de experiência profissional dos operadores não influenciou nos resultados de retenção dos pinos de fibra em condições laboratoriais.

Cagidiaco et al.²¹ (2007) avaliaram *in vivo* a performance durante dois anos de procedimentos restauradores envolvendo pinos e coroas em dentes tratados endodonticamente. Os efeitos dos fatores *baseline* (tipo de dente, número de paredes coronárias remanescentes e tipo de restauração definitiva) no fracasso das restaurações foram avaliados. A amostra analisada incluiu 150 pacientes, sendo que 162 dentes foram restaurados (57 anteriores e 105 posteriores); desses dentes sessenta e nove apresentavam três ou quatro paredes coronárias remanescentes, enquanto que 93 dentes apresentavam duas ou menos. Em todos os dentes foi cimentado o mesmo pino de fibra (DT Ligth Post, RTD) com o mesmo sistema adesivo (Prime & Bond NT) em combinação com o mesmo cimento resinoso convencional (Calibra, Dentsply) de acordo com as recomendações do fabricante.

Restaurações diretas em resina composta (CeramX, Dentsply) foram confeccionadas em 41 dentes, enquanto que 121 receberam coroas protéticas (IPS Empress System, Ivoclar-Vivadent). Decorrido 23 a 25 meses todos os pacientes foram avaliados, sendo que as taxas de sucesso foram analisadas por meio de exames clínicos e radiográficos intraorais. Uma análise de regressão logística foi utilizada para verificar o efeito principal das variáveis analisadas no *baseline* ($p < 0.05$). Os únicos fracassos observados após esses dois anos foram desprendimento do pino (4.3%, sendo dois dentes anteriores e cinco posteriores) e falha endodôntica (3.0%, duas em dentes anteriores e três em posteriores). Todos os desprendimentos dos pinos ocorreram em dentes com duas ou menos paredes coronárias remanescentes que receberam coroas protéticas; e todas as falhas endodônticas também ocorreram em dentes que receberam coroas, sendo que uma falha ocorreu em um dente com três paredes e as outras quatro falhas em dentes com duas ou menos paredes remanescentes. A análise de regressão logística não encontrou diferenças significativas para nenhuma das variáveis analisadas no *baseline*. Os autores puderam concluir que a restauração de dentes tratados endodonticamente com pinos de fibra e coroas resultou em 4.3% em desprendimento do pino e 3.0% em falhas endodônticas após dois anos de acompanhamento.

D'Arcangelo et al.⁴⁸ (2007) avaliaram a força de retenção de três sistemas de pinos de fibra no terço apical da dentina intrarradicular variando o método de aplicação do agente cimentante. Foram selecionados 90 incisivos superiores humanos, os quais tiveram suas coroas removidas e seus canais tratados endodonticamente. Após 24 horas, realizou-se o preparo dos canais para recebimento dos pinos de fibras, e os espécimes foram aleatoriamente divididos em três grupos ($n=30$) de acordo com o tipo de pino a ser cimentado: Pinos ENA (Micerium), FRC Postec Plus (Ivoclar-Vivadent) e Anatomical Post (Dentalica), sendo que todos foram cimentados usando o sistema adesivo e o cimento resinoso concedidos pelos seus respectivos fabricantes. Durante os procedimentos de cimentação cada grupo foi aleatoriamente subdividido em três subgrupos ($n=10$) de acordo com a técnica usada para aplicação do cimento resinoso: usando uma lântulo espiral, aplicando o cimento sobre a superfície do pino, e injetando o material com uma seringa específica. Após a cimentação, os espécimes foram armazenados

em água destilada durante 24 horas. Decorrido esse período, foram submetidos a 10.000 ciclos térmicos variando de 5 a 55°C (com banhos de 30 s em cada temperatura e 5 s de intervalo entre as mesmas); e submetidos à ciclagem mecânica com 300.000 ciclos, sendo então armazenados em solução salina à temperatura ambiente durante uma semana. Em seguida, os espécimes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo, e uma fatia de cada raiz, contendo um corte transversal da porção apical do pino foi obtida, com espessura média de $2,0 \pm 0,1$ mm em largura, sendo submetida ao teste de *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA dois critérios e pós teste de Tukey ($\alpha=0.05$). Os resultados obtidos demonstraram que o sistema de pino ENA mostrou as mais altas forças de retenção, e os outros dois grupos de pinos exibiram resistência de união similar um em relação ao outro. Entretanto, o valor de resistência de união não foi significativamente afetado pela técnica de aplicação do agente cimentante ($p>0.05$). Pode-se concluir, portanto que a técnica de aplicação do cimento resinoso não influenciou os valores de resistência de união dos pinos de fibra testados no terço apical do espaço dentinário.

Faria e Silva et al.⁴⁹ (2007) avaliaram o efeito do modo de aplicação do sistema adesivo e da translucidez de pinos de fibra na resistência adesiva à dentina intrarradicular pelo método de *push-out*. Sessenta raízes bovinas tiveram suas coroas removidas e foram endodonticamente tratadas. Após 72 horas, os canais foram preparados para recebimento dos pinos, sendo que 10 raízes foram usadas para cada modo de aplicação de adesivo: PB (Prime & Bond 2.1 [Dentsply]), PB + SC (ativador Self-cure [Dentsply]), PB + SBM (sistema adesivo Scotchbond Multipurpose [3M ESPE]), BB (Brush&Bond [Parkell Products]), BB + CAT (catalisador químico [Parkell Products]), e BB + SBM, sendo que para cada modo de aplicação de adesivo dois tipos de pinos de fibra foram cimentados (n=5): pino de fibra de quartzo translúcido Ligth-Post (Bisco) e pino de fibra de quartzo revestido por carbono Aestheti-Post (Bisco). Em todos os grupos foi utilizado o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE) durante os procedimentos de cimentação dos pinos. Após a cimentação, os espécimes foram armazenados durante uma semana em água destilada a 37° C. Em seguida, foram seccionados transversalmente em relação aos seus longos eixos em discos com espessura de 1,5 mm, originando três

terços radiculares (coronário, médio e apical), e o teste de *push-out* foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os pinos de fibra testados. Para PB e BB, o uso do adesivo resinoso hidrofóbico SBM aumentou a resistência de união dos pinos. Já, o uso dos catalisadores SC e CAT não afetou os valores de resistência de união; e o terço apical apresentou os menores valores de resistência de união em relação aos terços médio e coronário.

Gorracci et al.²⁴ (2007) realizaram uma revisão na literatura objetivando resumir as evidências laboratoriais coletadas sobre a habilidade retentiva de pinos adesivos desde a sua introdução na Odontologia. Todos os dados foram pesquisados em artigos publicados ou em revisões de jornais impressas listados no MEDLINE, e a fonte de pesquisa utilizada foi o PubMed. Para essa revisão, 70 artigos foram selecionados, nos quais a habilidade de retenção dos pinos adesivos foi testada por meio dos testes de microtração, *pull-out*, *push-out* e *micro push-out*. De acordo com os artigos revisados, quando pequenos espécimes dos corpos-de-prova são obtidos, como nos casos dos testes de microtração e *micro push-out*, uma distribuição de estresse uniforme é mais favorável, diferenças locais em relação às condições adesivas podem ser detectadas, e o número de dentes necessários para serem testados torna-se reduzido; pois múltiplos espécimes podem ser obtidos de um único dente. Todavia, o teste de microtração mede de maneira precisa a retenção dos pinos cimentados somente se as medidas não forem afetadas pelo número de falhas prematuras (pré-teste) originadas durante o corte dos espécimes e se esse corte for realizado de uma maneira bem controlada. Desta maneira, recomenda-se para avaliar a resistência de união de pinos cimentados o teste de *micro push-out*, no qual os espécimes são cortados transversalmente em relação ao seu longo eixo em discos com espessura de 1 mm, e uma carga compressiva é aplicada nos segmentos dos pinos com pontas específicas de diâmetros correspondente aos diâmetros dos pinos, até que a fratura ocorra. Para aumentar a adesão do pino-coroa e das interfaces pino-cimento diversos pré-tratamentos químicos das superfícies dos pinos têm sido testados com resultados positivos. Recentemente foram lançados os cimentos resinosos autoadesivos, propostos com a finalidade de simplificar os procedimentos de cimentação de pinos, os quais deveriam ser futuramente investigados em relação à sua durabilidade. Os autores

relatam ainda a necessidade de futuras pesquisas sobre a influência da fricção na retenção dos pinos adesivos. Segundo os autores, embora a adesão à dentina intrarradicular seja mais desafiadora de ser obtida do que a adesão à dentina coronária, a retenção dos pinos é realizada de maneira eficaz por agentes cimentantes, sendo essa técnica adequada para assegurar o sucesso clínico de restaurações retidas por pinos adesivos.

Tay e Pashley⁵ (2007) realizaram uma revisão de literatura com a finalidade de fornecer um significado mais amplo ao termo “monobloco” e analisar como essa definição pode ser aplicada aos materiais que foram utilizados no passado e são utilizados no presente para reabilitação do espaço do canal radicular. Os autores relataram que o termo monobloco tornou-se familiar na literatura endodôntica devido a um recente interesse na aplicação da tecnologia adesiva à dentina na endodontia. O “monobloco endodôntico” tem gerado discussões entre acadêmicos e clínicos de como se poderia melhorar a qualidade de selamento no preenchimento do canal radicular e fortalecer as raízes. O potencial de materiais adesivos atualmente disponíveis em alcançar unidades mecanicamente homogêneas com a dentina radicular foi discutido nessa revisão de literatura em relação ao conceito clássico de que o termo monobloco foi empregado primeiramente na odontologia restauradora e subsequente na endodontia. De acordo com os autores, dentes tratados endodonticamente são mais susceptíveis a fraturas devido suas restaurações extensas e sua quantidade reduzida de remanescente dentário; uma vez que a resistência desses dentes é diretamente proporcional à quantidade de remanescente dentário. Assim, para reforçar sua raiz, o módulo de elasticidade dos materiais de preenchimentos radiculares deve ser o mais próximo possível do módulo de elasticidade da dentina (14,0 – 18,6 GPa). Dois pré-requisitos são necessários simultaneamente para que um monobloco funcione com sucesso como uma unidade mecanicamente homogênea; primeiro, os materiais que constituem o monobloco devem ter a habilidade de se aderirem forte e mutuamente uns aos outros; segundo, esses materiais devem possuir um módulo de elasticidade que seja similar ao do seu substrato. Desta maneira, a distribuição das cargas mastigatórias torna-se homogênea, reduzindo o estresse durante as funções. Dependendo do número de interfaces presentes entre o substrato adesivo e o material de preenchimento o monobloco foi classificado como primário, secundário e terciário; no monobloco

primário, há somente uma interface entre o material de preenchimento e a dentina radicular; no monobloco secundário há duas interfaces: uma entre o pino e o cimento, e outra entre o cimento e a dentina radicular; e no monobloco terciário uma terceira camada seria interposta entre o pino e o cimento. Os autores puderam concluir que, embora o conceito de se criar uma unidade mecanicamente homogênea seja excelente na teoria, esse monobloco torna-se mais complexo à medida que mais interfaces são incorporadas.

Valandro et al.⁵⁰ (2007) avaliaram a resistência de união entre o pino de fibra e a dentina radicular para diferentes tipos de pinos, utilizando diferentes protocolos de ciclagem mecânica. Foram selecionados sessenta dentes humanos unirradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas, receberam tratamento endodôntico, e tiveram 12 mm de preparo mecânico radicular para o espaço do pino. Trinta canais radiculares receberam pinos de fibra de quartzo (Q-FRC) (DT Light-Post, Bisco), e os outros trinta pinos de fibra de vidro (G-FRC) (FRC Postec Plus, Ivoclar-Vivadent). Todos os espécimes foram cimentados com All Bond (Bisco) + Duolink (Bisco). Posteriormente, cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n=10): sem ciclagem, submetidos a 20.000 ciclos e submetidos a 2.000.000 ciclos (carga variando de 0 N a 50 N, com uma frequência de 8 Hz diretamente sobre o pino), formando assim 6 grupos. Em seguida, as raízes foram cortadas transversalmente em discos com espessura de 2 mm, sendo então submetidos ao teste de *push-out*. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística (ANOVA), onde observou-se que não houve diferenças significativas entre os pinos de fibras testados (Q-FRC: $7,1 \pm 2,2$ MPa; G-FRC: $6,9 \pm 2,1$ MPa); os grupos que não sofreram ciclagem mecânica ($7,0 \pm 2,4$ MPa), os que sofreram 20.000 ciclos ($7,0 \pm 2,1$ MPa) e os que receberam 2.000.000 ciclos ($7,0 \pm 2,0$ MPa) foram estatisticamente similares. Para ambos os tipos de pinos testados, não houve fratura de pino, de raiz, ou perda da retenção após a aplicação do teste de fadiga mecânica. Assim, pode-se concluir que a ciclagem mecânica não reduziu a resistência de união para ambos os tipos de pinos testados.

D'Arcangelo et al.⁵¹ (2008) avaliaram a resistência de união de três sistemas adesivos/cimentos resinosos/pinos de fibra usando diferentes métodos de aplicação do agente cimentante. Para esse estudo foram selecionados 90 incisivos centrais superiores humanos, os quais tiveram suas coroas removidas imediatamente após a

JCE, tendo suas raízes tratadas endodonticamente (Pulp Canal, Kerr). Após 24 horas, realizou-se o preparo mecânico das raízes para recebimento do pino, e as mesmas foram aleatoriamente divididas em três grupos, de acordo com o sistema de pino a ser cimentado: ENA Post (Micerium), Anatomical Post (Dentalica) e Endo Ligth-Post (RTD), sendo que todos foram cimentados com seus respectivos fabricantes. Durante os procedimentos de cimentação, cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n=10), variando o método de aplicação do cimento resinoso no interior do canal radicular: usando uma lântulo espiral, aplicando o cimento sobre a superfície do pino, e injetando o material com uma seringa específica. Após os procedimentos de cimentação, as raízes foram armazenadas em água destilada por 24 h. Em seguida, realizou-se ciclagem térmica em água deionizada com 10.000 ciclos, variando de 5 a 55°C (com banhos de 30 s em cada temperatura e 5 s de intervalo entre as mesmas); e os mesmos espécimes foram também submetidos à ciclagem mecânica com 300.000 ciclos. Após esses procedimentos, os espécimes ficaram armazenados em solução salina à temperatura ambiente por 1 semana. Decorrido esse período, as raízes foram seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo em discos de 2 mm de espessura, e um disco de cada terço (coronário, médio e apical) de cada espécime foi submetido ao teste de *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA e pós teste de Tukey ($\alpha=0.05$). Os resultados demonstraram que a resistência de união não foi estatisticamente influenciada pela região radicular ($p>0.05$), mas foi estatisticamente influenciada pelo sistema de pinos com seus respectivos fabricantes e pela técnica de aplicação do agente cimentante ($p<0.05$). Em relação ao método de aplicação do agente cimentante, os resultados mais baixos foram obtidos aplicando o cimento sobre a superfície do pino ($8,24 \pm 5,96$ MPa), e os melhores resultados foram obtidos quando o agente cimentante foi aplicado no interior do canal radicular por meio de uma lântulo ($9,29 \pm 4,80$ MPa) ou com a seringa específica ($12,33 \pm 4,48$ MPa); e, em relação aos sistemas de pinos, apenas o sistema ENA demonstrou valores de resistência de união similares independente do método de aplicação do agente cimentante, sendo sempre superior aos demais sistemas.

Kececi et al.⁵² (2008) compararam a resistência adesiva de dois cimentos resinosos de presa dual usados para cimentação de 3 diferentes pinos de fibra por

meio do teste de *push-out*. Foram selecionados oitenta incisivos centrais superiores humanos, os quais tiveram suas raízes aleatoriamente divididas em 8 grupos (n=10) de acordo com o tipo de pino a ser cimentado: G1 à G4 – pinos de fibra de quartzo translúcidos (DT Light, Vereinigte Dentalwerke), G5 e G6 – pinos de fibra de vidro opaco (FRC Postec Plus, Ivoclar-Vivadent), G7 e G8 – pinos de fibra de vidro (Everstick, StickTech Ltd); e o processo de cimentação: G1, G3, G5 e G7 foram cimentados com o sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar-Vivadent) e cimento resinoso dual Variolink II (Ivoclar-Vivadent), e os pinos do G2, G4, G6 e G8 com o cimento resinoso autoadesivo Unicem (3M ESPE). Decorrido uma semana, a porção coronária de cada raiz foi cortada transversalmente em discos de $1 \pm 0,05$ mm de espessura cada; e foi realizado o teste de *push-out* com uma velocidade de aplicação de carga de 1,0 mm/min. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio dos testes ANOVA e Duncan teste ($P < 0.05$). Os resultados demonstraram que a resistência adesiva foi significativamente afetada pelo tipo de pino de fibra utilizado e pelo tipo de cimento resinoso. O G5 (pino de fibra de vidro opaco cimentado com Variolink II) obteve a maior resistência adesiva ($13,80 \pm 5,00$ MPa), e o G8 (pino de fibra de vidro cimentado com Unicem) a mais baixa ($3,77 \pm 1,20$). Os autores concluíram que os pinos de fibra cimentados com Variolink II demonstraram os maiores valores de resistência adesiva, independente do pino utilizado.

Kremeier et al.³ (2008) determinaram a influência do tipo de pino endodôntico (fibra de vidro, fibra de quartzo e ouro) e do material cimentante na resistência de união à dentina. Foram utilizados 105 incisivos centrais superiores humanos, os quais tiveram suas coroas removidas a partir da JCE; e, em seguida, suas raízes foram instrumentadas e preparadas para receberem os pinos endodônticos, por meio de brocas designadas pelos fabricantes dos pinos. Os canais não foram preenchidos com cimento endodôntico e guta-percha, para evitar possíveis variáveis de confundimento. Os pinos foram limpos com álcool 70% e secos com um leve jato de ar e cimentados de acordo com as recomendações dos fabricantes dos seus respectivos sistemas adesivos, constituindo sete grupos experimentais (n=15): os pinos de fibra de vidro (Luscent Anchor, Dentatus [LA]) foram cimentados com três sistemas adesivos duais, (Excite DSC/Variolink II, Ivoclar-Vivadent [VL2]; EnaBond/EnaCem, Micerium [ENA]; Prime & Bond NT/Calibra, Dentsply DeTrey

[CAL]). Uma marca diferente de pinos de fibra de vidro (EasyPost, Dentsply Maillefer [EP]) e um pino de fibra de quartzo (DT Light Post, VDW [DT]) foram cimentados com CAL. Pinos de ouro (Perma-dor, VDW) foram cimentados pela técnica adesiva com CAL e pela técnica convencional com cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem, 3M ESPE). Após a cimentação, os espécimes foram armazenados em 100% de umidade a 37° C durante 7 dias. Decorrido esse período, cada espécime foi seccionada perpendicularmente em relação ao seu longo eixo em três fatias de 2 mm de espessura cada, as quais foram submetidas ao teste de *push-out* para análise da resistência de união em uma máquina de ensaios mecânicos (/1449, Zwick), onde a carga foi aplicada no sentido apico-coronal com uma velocidade de 1 mm/min. Os valores de resistência de união foram obtidos em Newton, os quais foram transformados em MPa, pela divisão da máxima carga de falha pela área de interface adesiva. Diferenças encontradas entre os terços coronário, médio e apical foram analisadas por meio do teste não-paramétrico ANOVA (Friedman teste) para cada grupo experimental separadamente e para todos os grupos combinados. Foi realizada uma média dos resultados das três seções, e as diferenças encontradas entre os grupos testados foram analisadas utilizando o teste U (Mann-Whitney). Para todos os grupos experimentais combinados, a resistência de união foi superior no terço apical em relação terço coronário (Friedman teste, $p < 0.001$). Porém, o esperado era o inverso, visto que na maioria dos estudos, uma resistência de união superior é encontrada nos terços coronários, o que pode ser explicado devido à alta densidade dos túbulos dentinários encontrados nessa área; entretanto, também tem sido relatado por alguns autores que a resistência de união está mais relacionada com a superfície de área da dentina intertubular do que com a densidade dos túbulos, o que explicaria os valores observados nesse estudo. Diferenças significativas foram observadas entre os pinos de fibra (DT/CAL > LA/CAL, $p < 0.05$; e EP/CAL teve seus valores entre os outros dois pinos, mas suas diferenças não foram significativas); entretanto, não foram observadas diferenças entre os cimentos quando utilizados o mesmo pino (LA/VL2, LA/ENA, LA/CAL). Os pinos de ouro foram equivalentes ao DT em ambos os procedimentos cimentantes (adesivo vs convencional), e superiores ao LA. Os autores concluíram que a seleção do tipo de pino pode ser mais importante para a resistência de união do que o material cimentante; e que a resistência de união para os pinos de fibra foi equivalente, mas não superior à cimentação adesiva ou convencional dos pinos de ouro.

Menezes et al.⁵³ (2008) avaliaram se a composição química de um cimento endodôntico e o tempo decorrido entre a obturação radicular e a cimentação de um pino de fibra de vidro podem interferir na adesão à dentina radicular. Foram selecionadas 60 raízes de incisivos bovinos inferiores aleatoriamente divididas em cinco grupos experimentais (n=12). No grupo controle (CI) os canais foram instrumentados, mas não foram selados. Nos demais grupos, os canais foram selados com guta-percha e com o cimento endodôntico específico para cada grupo: SI - cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26, Dentsply) e a cimentação do pino foi imediata; S7 - cimento Sealer 26 e a cimentação do pino foi após 7 dias; EI - cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill, Dentsply) e a cimentação foi imediata; E7 - cimento Endofill e o pino foi cimentado após 7 dias. Imediatamente após o selamento foi realizado o preparo dos canais para os pinos deixando 5 mm de remanescente de material obturador no terço apical. Nos grupos S7 e E7, os acessos aos canais foram imediatamente selados com cimento de ionômero de vidro (Vidrion R, SS White), e os espécimes armazenados em água destilada a 37° C; e após os 7 dias, os canais foram preparados da mesma maneira descrita anteriormente. Decorrido esse período, os pinos (Reforpost, Ângelus) foram limpos com álcool 70%, e receberam aplicação de um agente silano (ceramic Primer, 3M ESPE), sendo cimentados com um sistema adesivo convencional (Adper Scotchbond Multi Purpose, 3M ESPE) em combinação com um cimento resinoso dual (RelyX ARC, 3M ESPE), sendo armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas. Em seguida, dez raízes de cada grupo foram seccionadas transversalmente em seis fatias obtendo-se dois discos de 1 mm de espessura para cada terço: coronário (TC), médio (TM) e apical (TA). Posteriormente, realizou-se o teste de *push-out* com uma velocidade de carga de 0,5 mm/min. Os valores de resistência de união obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), Tukey e ao Dunnett teste ($P < 0.05$). Duas raízes de cada grupo, as quais não foram submetidas ao teste de *push-out*, foram observadas em MEV para análise da interface adesiva, em que foi verificado a camada híbrida e a presença de *gaps* nos terços radiculares. Observou-se que o grupo EI apresentou uma redução significativa nos valores de resistência de união independente da região radicular; sendo que essa influenciou os valores encontrados para o grupo E7, em que somente o TA apresentou diferenças em relação ao CI. Desta maneira, o cimento endodôntico Endofill interferiu negativamente na adesão com a dentina radicular ao longo do seu

completo comprimento quando a cimentação do pino foi imediata, e no TA quando o pino foi cimentado após 7 dias. Em relação ao fator tempo, quando o pino foi cimentado sete dias após o tratamento endodôntico, a resistência de união foi superior em todas as regiões somente para os grupos tratados com Endofill ($P<0.05$). Para os grupos tratados com Sealer 26, não houve diferenças em relação ao tempo de cimentação ($P>0.05$). Pode-se concluir que a resistência de união diminui do terço coronário ao apical em todos os grupos; sendo superior para os grupos tratados com Sealer 26, independente do tempo e região ($P<0.05$). Em relação à interface adesiva, para todos os grupos que foram tratados com o cimento à base de hidróxido de cálcio esta foi homogênea, apresentando *gaps* na interface cimento-dentina somente no TA, o que também foi observado no grupo controle. Porém, para o grupo EI, a presença de *gaps* foi observada sobre toda a superfície. Desta maneira, os autores concluíram que quando a cimentação dos pinos ocorre imediatamente após o tratamento endodôntico, os cimentos à base de hidróxido de cálcio devem ser preferidos em relação aos que contenham eugenol.

Naumann et al.⁵⁴ (2008) analisaram a influência de sistemas não adesivos, sistemas autoadesivos e sistemas convencionais (preconizam o condicionamento ácido prévio) na capacidade retentiva de restaurações com pinos endodônticos. Foram selecionados 40 incisivos centrais superiores humanos, extraídos por razões periodontais, os quais receberam tratamento endodôntico, sendo posteriormente divididos em 4 grupos ($n=10$), sendo que todos os grupos receberam o mesmo pino de fibra de vidro (Fiberpoints Root Pins, Schuetz-Dental), variando apenas as combinações de cimentos resinosos/resinas compostas: G1 – cimento resinoso autoadesivo RelyX Unicem (3M ESPE)/Clearfil Core (Kuraray), G2- RelyX Unicem/LuxaCore (DMG), G3- cimento de fosfato de zinco/Clearfil Core e G4- cimento resinoso convencional- Luxa CoreDual (DMG)/Clearfil Core. Após os procedimentos de cimentação dos pinos, em todos os espécimes foi realizado um núcleo de resina composta de acordo com os grupos descritos, e os mesmos receberam uma cimentação adesiva (RelyX Unicem) de coroas *metal-free* (Empress II, Ivoclar-Vivadent). Em seguida, os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica em água destilada (6.000 ciclos, 5° C/55° C, com um tempo de 2 min em cada banho) e a ciclagem mecânica (1.2×10^6 ciclos mastigatórios com carga de 50 N, 135°, a 3 mm abaixo da margem incisal da superfície palatina das coroas), sendo

posteriormente submetidos à compressão em uma máquina de ensaios universal (Zwick 1446, Zwick). Diferenças estatísticas entre os grupos experimentais em relação às suas capacidades retentivas foram observadas. No G1, todos os espécimes resistiram tanto à ciclagem térmica, quanto à mecânica; no G2, 3 espécimes falharam prematuramente durante as ciclagens; no G4, apenas 2 espécimes falharam; e, no G3, 6 falharam (60%). Assim, a técnica de cimentação convencional não adesiva (cimento de fosfato de zinco) foi a menos segura para resistir às forças funcionais simuladas (5 anos de simulação) em relação às técnicas de cimentação adesiva.

Ohlmann et al.⁵⁵ (2008) avaliaram por meio do teste de *push-out* a resistência de uma resina para reconstrução de coroas usada na cimentação de pinos de fibra e analisaram também a eficácia de diferentes pré-tratamentos na dentina e diferentes tratamentos nas superfícies dos pinos, além da resistência de união nas diferentes regiões radiculares. Após tratamento endodôntico *in vitro* de 216 incisivos superiores humanos unirradiculares (cones de guta-percha e cimento endodôntico AH Plus, Dentsply), todos os dentes receberam pinos de fibra de vidro (ER Dentin Post, Komet/Brasseler); sendo divididos em 18 grupos (n=12), os quais tiveram as seguintes variáveis: I – material para cimentação (resina específica para reconstrução de coroas [Rebilda DC, Voco] ou agente cimentante convencional [Variolink II, Ivoclar-Vivadent]), II – pré-tratamento da dentina radicular (nenhum, adesivo dual [Excite DSC, Ivoclar-Vivadent], adesivo fotoativado [Solobond Plus, Voco]), III – pré-tratamento do pino (nenhum, ácido hidrofluorídrico [Vita Ceramic Etch, Vita Zahnfabrik], triboquímico [Rocatec, 3M ESPE]), e IV – diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical). Após ciclagem térmica de todos os espécimes já com os pinos cimentados (10.000 ciclos – 6.5/60° C), as raízes foram seccionadas em discos com 2 mm de espessura, sendo submetidos ao teste de *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através da interação dos fatores em um modelo de regressão ($p \leq 0.05$). Os resultados demonstraram que o material utilizado para cimentação, o pré-tratamento do pino, e o pré-tratamento da dentina radicular tiveram efeitos estatisticamente significativos nos valores de resistência de união obtidos por meio do teste de *push-out*. Em relação à região radicular, os valores encontrados para o terço apical foram estatisticamente inferiores aos encontrados para o terço

coronário. Os autores puderam concluir que a retenção desse pino de fibra de vidro pode ser aumentada ao utilizar uma resina composta para reconstrução de coroas durante o procedimento de cimentação; e que o pré-tratamento triboquímico (óxido de alumínio, óxido de alumínio modificado e silano) do pino e o uso de um sistema adesivo dual podem aumentar os valores de resistência de união.

Radovic et al.¹³ (2008) realizaram uma revisão de literatura sobre cimentos resinosos autoadesivos e suas propriedades, baseados nos resultados de artigos científicos publicados no PubMed. A pesquisa foi conduzida utilizando o termo “*self-adhesive cement*” ou seus respectivos nomes comerciais. Apenas estudos *in vitro*, os quais investigaram dois cimentos resinosos autoadesivos comerciais, tinham sido publicados até a presente data. Os resultados foram sumarizados de acordo com as seguintes categorias: adesão aos substratos dentários (esmalte, dentina coronária e dentina radicular), adesão aos materiais restauradores (pinos endodônticos, cerâmicas e *abutments* de titânio), adaptação marginal, microinfiltração, propriedades mecânicas, biocompatibilidade, adesão química e liberação de flúor. A maioria dos dados disponíveis na literatura foi baseada em estudos que analisaram o cimento autoadesivo RelyX Unicem (3M ESPE). De acordo com os resultados desses estudos *in vitro*, a adesão dos cimentos autoadesivos à dentina e a diversos materiais restauradores é satisfatória e comparável a outros cimentos resinosos de mais passos (convencionais e autocondicionantes), enquanto que a adesão ao esmalte parece ser o elo fraco nas suas propriedades adesivas. Os autores recomendam que pesquisas clínicas longitudinais desses novos cimentos devam ser realizadas antes de uma recomendação geral do seu uso na prática clínica diária.

Wang et al.⁵⁶ (2008) avaliaram *in vitro* a resistência de união das diferentes regiões do canal radicular, por meio do teste push-out, usando dois tipos de pinos reforçados por fibras (C-Post; Aestheti-Plus) e dois sistemas adesivos: convencional de dois passos (One-Step Plus/ C&B Cement) e autoadesivo (RelyX Unicem). Coroas de 24 incisivos centrais superiores (n=6) recentemente extraídas foram seccionadas transversalmente 2 mm abaixo da JCE e suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=6): grupos A1 e A2 receberam pinos de fibras de carbono (C-Post, Bisco), e os grupos B1 e B2 pinos de fibras de quartzo (Aestheti-Plus, Bisco). A cimentação foi feita com One-Step Plus/ C&B Cement (Bisco) para os grupos A1 e

B1, e com o cimento autoadesivo RelyX Unicem (3M ESPE) para os grupos A2 e B2 de acordo com as recomendações dos fabricantes. Decorrido os procedimentos de cimentação, as raízes foram armazenadas em solução salina a 0,9% à 37° C durante 1 semana, e após esse período foram seccionadas em forma de discos com espessura de 2 mm e o teste de *push-out* para resistência adesiva foi realizado. De acordo com os resultados os pinos de fibra de quartzo mostraram significativamente uma maior resistência de união do que os pinos de fibra de carbono ($P<0.0001$); o condicionamento ácido separado do sistema adesivo resultou em resistência de união significativamente maior do que o sistema autoadesivo ($P<0.0001$); e a resistência de união diminuiu significativamente do terço coronário ao apical no canal radicular para todos os grupos ($P<0.0001$). Os autores concluíram que a cimentação dos pinos de fibra reforçados por quartzo usando o condicionamento ácido separado do sistema adesivo resultou em uma retenção do pino significativamente superior do que dos pinos de fibra reforçados por carbono usando o sistema autoadesivo.

Vano et al.⁵⁷ (2008) avaliaram o efeito imediato vs o efeito tardio do preparo radicular para pinos e suas cimentações na retenção de diferentes tipos de pinos de fibras em canais obturados com cimento endodôntico à base de resina epóxi. Foram selecionados sessenta e oito dentes unirradiculares humanos, os quais tiveram suas coroas removidas e seus canais radiculares tratados endodonticamente, sendo obturados com guta-percha e cimento endodôntico AH Plus (Dentsply). Terminado o tratamento endodôntico, os dentes foram armazenados em solução salina a 37° C antes de serem realizados os procedimentos de cimentação dos pinos. Em seguida, os dentes foram divididos em quatro grupos experimentais de acordo com os diferentes momentos do preparo radicular mecânico para recebimento dos pinos e suas respectivas cimentações: G1 – imediatamente após a obturação dos canais, G2 – após 24 horas, G3 – 1 semana após. Um grupo controle (G4) que não recebeu obturação do canal radicular também foi incluído. Dois dentes de cada grupo foram aleatoriamente selecionados para análise em MEV. Cada grupo foi futuramente subdividido em três subgrupos com 5 dentes cada ($n=5$), de acordo com o tipo de pino e o material utilizado para sua cimentação: pinos de fibras de quartzo DT Light Post - cimento resinoso Calibra Esthetic (Dentsply), pinos de fibras de vidro FRC Postec - cimento resinoso Multilink (Ivoclar-Vivadent), pinos de fibras de quartzo

ENA Post – cimento resinoso ENA Cem (GDF), sendo que todos os cimentos foram fotoativados no interior dos canais radiculares por 40 s. Em seguida, as raízes foram seccionadas transversalmente em fatias de 1 mm de espessura e realizou-se o teste de *push-out* para avaliar a resistência na interface pino-dentina intrarradicular em uma máquina de ensaios universais com uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram analisados usando os testes estatísticos ANOVA dois critérios e Tukey ($\alpha=0.05$). O tipo de pino afetou sua retenção, sendo que os pinos FRC Postec e os pinos DT Ligth Post demonstraram uma resistência interfacial significativamente superior aos pinos ENA Post ($p<0.05$). A análise do MEV revelou uma presença mais notável de remanescente de cimento endodôntico nas paredes laterais dos canais radiculares para o G1, e uma maior presença de túbulos dentinários obliterados nesse mesmo grupo. Os valores de resistência de união para o G1, em que a cimentação dos pinos foi imediata, foram significativamente inferiores ($p<0.05$) aos valores obtidos para os G2 e G3, em que suas cimentações ocorreram após 24 h e 1 semana da obturação endodôntica, respectivamente; entretanto, não houve diferenças significativas entre G2 e G3 ($p>0.05$). Portanto, os autores concluíram que a cimentação tardia de pinos de fibras resulta em um aumento significativo da retenção independente do tipo de pino.

Zicari et al.¹ (2008) avaliaram a resistência de união pelo método de *push-out* de cinco cimentos adesivos usados para cimentar pinos de fibra. Foram selecionados 50 dentes unirradiculares superiores com comprimento radicular de 15 ± 1 mm, sendo que suas coroas foram removidas a partir da porção mais apical da JCE usando uma máquina de corte (Isomet). Em seguida, os dentes foram tratados endodonticamente com cimento endodôntico Top Seal (Dentsply) e cones de gutapercha; e após 24 horas de armazenamento em água a 37° C foi realizado os preparos dos condutos para os pinos intrarradiculares, com o auxílio de brocas de preparos indicadas pelo fabricante dos pinos (Parapost FiberLux, Coltène-Whaledent), em que o material obturador foi removido, deixando em média de 4 a 5 mm desse material na região apical. Após esses procedimentos, os dentes foram aleatoriamente divididos em cinco grupos experimentais ($n=10$) de acordo com o cimento adesivo utilizado: Panavia 21 (PAN) (Kuraray), Clearfil Esthetic Cement (CLF) (Kuraray), Variolink II (VAR) (Ivoclar-Vivadent), RelyX Unicem (UNI) (3M ESPE) e um cimento autoadesivo experimental GC (EGC) (GC Corporation), sendo

os procedimentos de cimentação dos pinos realizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Após uma semana, três secções de 2 mm (coronária, média e apical) foram obtidas de cada espécime, e foi avaliada a RU pelo método de *push-out* em uma máquina de ensaio universal (5848 MicroTester[®]), onde a carga foi aplicada no sentido apico-coronal com uma velocidade de 0,5 mm/min, e a fratura foi constatada pela extrusão do pino, sendo a RU interfacial calculada pela divisão da máxima carga de falha pela área de interface aderida. Após os testes, todas as secções foram analisadas em um estereoscópio com amplitude de 50 X (Wild M5A) para determinar seus padrões de fratura. Para analisar a RU foi utilizado o teste ANOVA e o pós teste de Tukey-HSD. Pode-se observar que a RU foi afetada pelo tipo de cimento resinoso; em que os maiores valores encontrados para RU foram para CLF ($14,60 \pm 3,63$ MPa), os quais não foram significativamente diferentes para PAN ($12,57 \pm 2,45$ MPa), mas foram significativamente maiores que para VAR ($11,09 \pm 4,09$ MPa), UNI ($11,29 \pm 4,31$ MPa) e EGC ($7,65 \pm 4,79$ MPa). O cimento autoadesivo EGC apresentou os valores de RU significativamente inferiores a todos os outros cimentos testados. Em relação à região radicular não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes terços para cada um dos cimentos testados. Os cimentos autocondicionantes apresentaram valores de RU significativamente superiores que os cimentos convencionais ($p=0.02$) e que os autoadesivos ($p<0.001$). Ao comparar os padrões de fraturas, houve uma prevalência de fraturas adesivas na interface cimento-dentina. Pode-se concluir que os cimentos autocondicionantes (PAN e CLF) apresentaram uma RU mais elevada em relação ao cimento convencional de dois passos e aos autoadesivos; e que nenhum dos cimentos testados apresentou um selamento homogêneo e completo na interface pino-cimento-dentina, apesar dos autocondicionantes e do convencional terem uma performance superior em relação à continuidade da camada adesiva quando comparados com os autoadesivos. Assim, de acordo com os autores, embora a efetividade adesiva de cimentos autoadesivos pareça ser promissora, sua interação com a dentina radicular pode ser muito fraca para minimizar a microinfiltração na interface pino-cimento-dentina.

Amaral et al.⁵⁸ (2009) avaliaram o efeito de diferentes estratégias de cimentação de pinos de fibra de vidro na resistência de união desses pinos à dentina radicular por meio do teste de *pull-out*. Foram selecionados 70 dentes bovinos

unirradiculares, os quais receberam tratamento endodôntico e, em seguida, seus canais foram preparados para a cimentação dos pinos (White Post DC, FGM) sendo divididos aleatoriamente em sete grupos (n=10) de acordo com o procedimento de cimentação: G1- ScotchBond MultiPurpose Plus (SBMP) + cimento resinoso RelyX ARC; G2- Single Bond + RelyX ARC; G3- ED Primer + cimento resinoso Panavia F; G4- SBMP + cimento resinoso AllCem; G5- RelyX ARC; G6- cimento resinoso RelyX Unicem e G7- cimento de ionômero de vidro RelyX Luting 2. Após os procedimentos de cimentação, os espécimes foram armazenados durante uma semana em umidade relativa à 37° C, sendo então submetidos ao teste de *pull-out* para verificar a resistência de união obtida entre pino, cimento e dentina radicular. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística (ANOVA um critério e *Tukey HSD*, $p=0.05$), onde foi possível observar diferenças significativas entre as diferentes estratégias de cimentação. Os grupos que apresentaram os maiores valores de resistência de união (KgF) foram G6 (37,7), G1 (37,4) e G4 (31,6), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Já, os grupos G2 (12,2), G3 (6,5) e G7 (5,1) apresentaram os valores mais baixos, também não diferindo entre si. O G5 (24,2) foi similar ao G4, porém inferior ao G6 e ao G1. Dessa maneira, pode-se concluir que o uso de sistemas adesivos convencionais de três passos foi efetivo; e que a aplicação de sistemas adesivos convencionais de frasco único e autocondicionantes não resultou em valores altos de resistência de união. Já, os cimentos resinosos autoadesivos também apresentaram um bom desempenho retentivo.

Bitter et al.²³ (2009) realizaram um estudo clínico randomizado com o objetivo de avaliar se a cimentação de um pino de fibra e a quantidade de dentina coronária remanescente afetariam o tempo de falha na restauração de um dente tratado endodonticamente. Foram selecionados noventa pacientes, sendo que 120 dentes foram analisados. De acordo com a quantidade de dentina coronária remanescente foram definidos três grupos (n=40): grupo com duas paredes (duas ou mais paredes coronárias), grupo com uma parede (coronária), e grupo sem paredes (com nenhuma parede excedendo 2 mm acima do nível gengival). Em cada grupo, os dentes foram aleatoriamente subdivididos em dois subgrupos de acordo com o procedimento de intervenção (n=20): sendo que um subgrupo não recebeu a cimentação de pinos, e no outro subgrupo pinos de fibra foram cimentados (DT Light Post) com sistema adesivo (New Bond) e cimento resinoso convencional (Clearfil

Core). Após um período médio de observação de 32,4 meses, nos subgrupos que não receberam pinos a taxa de falhas foi de 10%, enquanto que nos subgrupos em que os pinos foram cimentados essa taxa foi de 7%, sendo que essa diferença não foi estatisticamente significativa ($p=0,318$). No grupo que não possuía paredes coronárias a cimentação do pino afetou significativamente o tempo de falhas das restaurações ($p=0.029$); dentes que não receberam a cimentação de pinos revelaram significativamente uma maior taxa de falhas (31%), quando comparados com os dentes em que os pinos foram cimentados (7%). De acordo com o tempo de observação do presente estudo, a cimentação de um pino de fibra foi eficiente para reduzir os fracassos das restaurações em dentes tratados endodonticamente somente quando os dentes não exibiam paredes coronárias remanescentes; assim, a cimentação de pinos em dentes que exibam uma pequena perda de estrutura dentária deveria ser reconsiderada criticamente.

Lima⁵⁹ (2009) avaliou a influência de diferentes sistemas de cimentação (químico convencional [C&B Cement, Bisco], dual convencional [RelyX ARC, 3M ESPE; Variolink II, FGM], químico com adesivo autocondicionante [Panavia F 2.0, Kuraray], dual com adesivo autocondicionante [Multilink, Ivoclar-Vivadent] e dual autoadesivo [RelyX U100, 3M ESPE; Biscem, Bisco]) na resistência à extrusão (*push-out*) de pinos de fibra de vidro, nas diferentes regiões do canal radicular (terço coronário, médio e apical). Também avaliou a influência do tipo de fonte de luz fotoativadora dos cimentos: lâmpada halógena (Optilux 501, Demetron) e LED (Ultraled). Foram utilizadas 80 raízes bovinas, nas quais foram cimentadas pinos de fibra de vidro (White post DC, FGM). Após os procedimentos de cimentação, três discos com 1 mm de espessura cada foram obtidos de cada raiz, representando os diferentes terços radiculares; sendo cada disco submetido ao teste de *push-out* em uma máquina de ensaios universal à velocidade de 0,5 mm/min. Os valores obtidos foram analisados por meio da Análise de Variância e teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram baixos valores de retenção para os grupos que utilizaram o cimento autoadesivo, independente da fonte de luz utilizada. De acordo com o autor, os cimentos de condicionamento ácido total e os de adesivo autocondicionante mostraram-se como opções viáveis no processo de cimentação de pinos de fibra de vidro, fotoativados tanto com lâmpada halógena, quanto com LEDs. Em relação às diferentes regiões radiculares, os cimentos RelyX

ARC, Variolink II e Panavia F demonstraram valores de RU significativamente superiores no terço coronário; já, para os demais cimentos não houve diferenças significativas em relação aos diferentes terços.

Mazzoni et al.⁶⁰ (2009) avaliaram a influência da termociclagem na resistência de união de pinos de fibra cimentados utilizando diferentes estratégias adesivas. Um total de oitenta e quatro incisivos humanos extraídos por razões periodontais foram selecionados para o estudo. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos (n=28) de acordo com a estratégia de cimentação: G1- grupo convencional (com condicionamento ácido prévio): sistema adesivo XP Bond + cimento resinoso CoreXFlow + pino de fibra DT Light-Post; G2- grupo autocondicionante: ED *primer* + Panavia F2.0 + pino de fibra Tech 21; e G3- grupo autoadesivo: RelyX Unicem + pino de fibra RelyX, sendo que em todos os grupos os pinos foram cimentados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Desses dentes, sessenta foram selecionados para avaliação da resistência de união por meio do teste de *push-out* (n=20 por grupo), tendo suas raízes cortadas em discos com 1 mm de espessura cada. Para cada grupo, metade dos discos foi submetida à termociclagem (40000 ciclos – 5° C a 55° C, com um banho de 30 s em cada temperatura) em saliva artificial, enquanto que os discos remanescentes foram armazenados também em saliva artificial à 37° C pelo mesmo período de tempo. Após a termociclagem ou o armazenamento (controle), foi realizado o teste de *push-out* em uma máquina de ensaios universal a uma velocidade de 1 mm/min. Os dados obtidos de resistência de união foram analisados por meio do teste ANOVA dois critérios e pós teste de Tukey (p=0.05). As 24 raízes remanescentes (n=8 por grupo) foram selecionadas para avaliação quantitativa de nanoinfiltração interfacial. Os resultados demonstraram que a termociclagem diminuiu a resistência de união para os grupos G2 e G3, mas não afetou os resultados encontrados para o G1; além disso, não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes estratégias de cimentação para os grupos controles. Em relação à nanoinfiltração, a termociclagem resultou em um aumento da deposição de nitrato de prata em todos os grupos. De acordo com as limitações do presente estudo, o uso de um sistema adesivo convencional, o qual preconiza o condicionamento ácido prévio, em combinação com um cimento resinoso dual para cimentar pinos de fibra é um procedimento de cimentação mais estável quando comparado com a cimentação realizada por meio

de cimentos resinosos autocondicionantes ou autoadesivos, conforme demonstrado após a termociclagem.

Naumann et al.⁶¹ (2009) realizaram uma revisão de literatura estruturada objetivando elucidar alguns parâmetros utilizados em teste *in vitro* de dentes restaurados com pinos endodônticos. Sessenta e nove artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, os quais se encontravam na base Medline, EMBASE e MedPilot. Todos os estudos selecionados foram realizados em dentes humanos permanentes, e deveriam possuir pelo menos 5 espécimes por grupo de estudo; além de seus respectivos artigos estarem escritos em inglês ou alemão. Cinquenta e sete por cento dos estudos investigaram apenas incisivos superiores, e 32% avaliaram pinos de fibra de vidro ou quartzo. Em relação ao armazenamento dos dentes antes de serem preparados para os testes, em 30% dos estudos os mesmos foram armazenados em solução salina, seguidos de 20% em timol. Cinquenta e nove por cento dos estudos utilizaram uma aplicação de carga linear (estática) em uma máquina de ensaios universal; enquanto que 15% realizaram ciclagem térmica e mecânica nos espécimes, sendo os mesmos submetidos em seguida a uma carga linear; entretanto, o número dos ciclos utilizados variou consideravelmente nos estudos selecionados. A velocidade utilizada durante a aplicação das cargas lineares variou de 0,01 mm/min a 150 mm/min. O material utilizado para embutir os espécimes também apresentou uma grande variabilidade, sendo que a maioria dos estudos utilizou resina acrílica autopolimerizável. Dessa maneira, essa revisão relatou haver uma grande heterogeneidade no delineamento dos testes em relação aos parâmetros avaliados, o que torna questionável a comparação dos estudos entre si. De acordo com os autores, uma padronização na metodologia desses estudos *in vitro* de dentes restaurados com pinos endodônticos é recomendada. Assim, futuras pesquisas deveriam focar sobre a influência do tipo do espécime, seu meio de armazenamento, modo de preparo, local de incidência da carga (pino e/ou núcleo e/ou coroa), material de embutimento para simulação óssea e para simulação da mobilidade dentária, bem como um protocolo de aplicação de cargas estáticas e/ou dinâmicas.

Viotti et al.⁶² (2009) avaliaram a resistência de união de diferentes cimentos resinosos autoadesivos comparando-os com cimentos resinosos convencionais. Foram selecionados 54 terceiros molares humanos, os quais tiveram suas

superfícies oclusais expostas. Em seguida, os dentes foram aleatoriamente divididos em nove grupos (n=6) de acordo com o cimento resinoso utilizado, sendo que em seis grupos foi utilizado cimentos autoadesivos: RelyX Unicem (UN), RelyX U100 (UC), SmartCem 2 (SC), G-Cem (GC), MaxCem (MC) e SeT (SET); em dois grupos foi utilizado cimentos convencionais, um utilizou um cimento convencional de dois passos RelyX ARC (RX), e o outro um cimento convencional em combinação com um adesivo autocondicionante de um passo Panavia F (PF). Um grupo adicional (PS) que inclui o uso de um sistema adesivo com *primer* autocondicionante de dois passos Clearfil SE Bond antecedendo a aplicação do cimento PF também foi avaliado. Discos de resina composta Filtek Z250, com 12 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, foram cimentados de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes dos cimentos resinosos nas superfícies oclusais expostas; e após 24 horas de armazenamento em água os dentes restaurados foram seccionados em palitos com uma área de superfície de aproximadamente 1 mm² na interface adesiva, sendo em seguida submetidos ao teste de microtração. Os dados obtidos foram analisados por meio do teste ANOVA um critério e pós teste de Tukey HSD (p=0.05). Os valores médios de resistência de união em MPa obtidos foram: RX- 69,6; PS- 49,2; PF- 33,7; GC- 16,9; UC- 15,3; UN- 12,5; MC- 11,5; SC- 8,5; SET- 4,6. Pode-se concluir que a resistência de união produzida pelos cimentos resinosos convencionais foi estatisticamente superior à obtida pelos cimentos autoadesivos. De acordo com os autores, o uso desses cimentos autoadesivos deveria ser evitado para adesão de restaurações indiretas em preparos que não sejam suficientemente retentivos.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição geral

Avaliar a influência do operador na resistência de união entre pino e dentina radicular mediada por diferentes cimentos resinosos.

3.2 Proposição específica

- 1-** Avaliar a influência da experiência profissional do operador na técnica de cimentação adesiva de pino de fibra de vidro;
- 2-** Avaliar a resistência de união de diferentes cimentos resinosos empregados na cimentação de pino de fibra de vidro à dentina radicular;
- 3-** Avaliar os valores de resistência de união entre pino, cimento resinoso e dentina radicular nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos dentes

A realização de toda a parte experimental dessa dissertação foi aprovada por meio do parecer n° 50/2008 pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – COEP – UEPG, tendo sido protocolado sob o número 13033/08. Para realização deste estudo foram selecionados 48 incisivos centrais superiores permanentes, obtidos por meio do Banco de Dentes Humanos (BDH) da UEPG (Anexo A e B).

Previamente ao estudo, os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e armazenados em água destilada à temperatura ambiente. Os dentes selecionados para o presente estudo obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie, dilacerações radiculares e tratamento endodôntico prévio, além de um comprimento radicular medido da junção cimento-esmalte (JCE) de pelo menos 14 mm.

4.2 Preparo dos dentes

Os dentes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo, imediatamente abaixo a JCE, com auxílio de um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) a uma velocidade de 300 rpm (rotações por minuto) sob refrigeração com água constante, de modo a criar um acesso ao canal radicular. O comprimento das raízes foi então aferido com uma régua milimetrada (Figura 1-A e B, Figura 2-A).

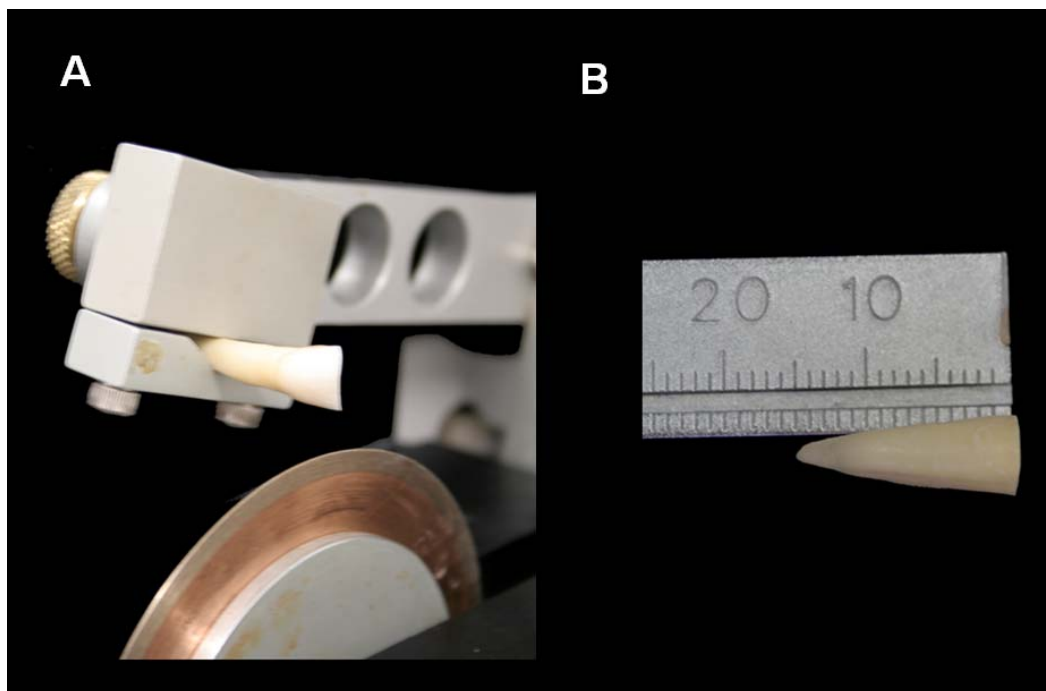


Figura 1 – A - Dente sendo seccionado na JCE; B - Mensuração do comprimento da raiz após corte da coroa dentária

4.2.1 Tratamento endodôntico

Todos os canais radiculares foram preparados pelo mesmo operador. O esvaziamento dos condutos foi realizado com limas tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) # 10, associando solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 1% para suspensão da matéria orgânica. A instrumentação dos canais foi realizada com hipoclorito de sódio 1%, sendo o preparo apical realizado até a lima # 40; e, em seguida, até lima # 55 pela técnica de escalonamento (Figura 2-B), padronizando-se assim o diâmetro dos condutos. Após esse procedimento, foi efetuada a neutralização dos canais com soro fisiológico, irrigação e aspiração final com solução de ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) durante 3 minutos (Figura 2-C) seguidos de irrigação final com soro fisiológico. Terminada a instrumentação, os canais foram secos com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) (Figura 2-D) e obturados somente os 4 mm apicais por meio do primeiro passo da técnica de condensação vertical de Schilder, utilizando cones de guta-percha aquecidos (Tanari,

Manacapuru, AM, Brasil) e cimento obturador à base de resina epóxica (AH Plus, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), o qual foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante (Figura 2 E-G).

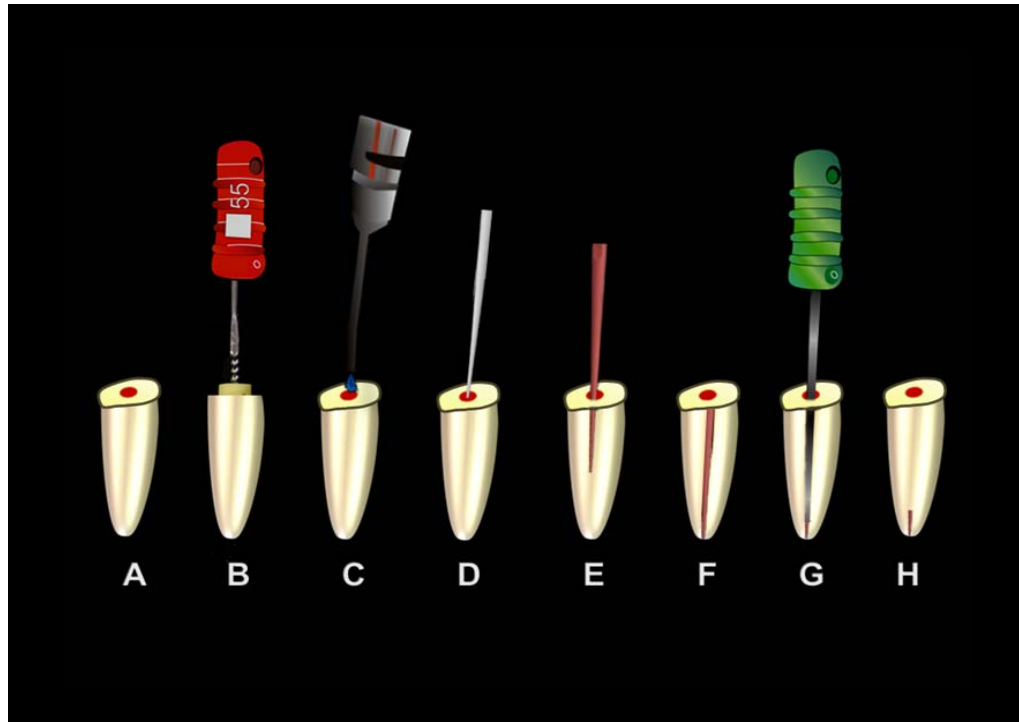


Figura 2 – Desenho esquemático do tratamento endodôntico. **A** – Raiz após o corte da coroa dentária; **B** – Preparo do canal (instrumentação até a lima # 55); **C** – Irrigação com soro fisiológico e EDTA 17%; **D** – Secagem com ponta de papel absorvente; **E** – Prova do cone de guta-percha; **F** – Obturação do canal; **G** – Condensação vertical e **H** – Aspecto final da obturação

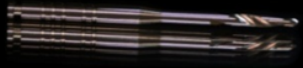
Terminado o tratamento endodôntico (Figura 2-H) foram realizadas tomadas radiográficas periapicais dos canais radiculares (películas radiográficas Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA) para verificação da completa ausência de material obturador além dos 4 mm apicais dos canais (Figura 3). Em seguida, foi realizado um vedamento da entrada dos canais radiculares de todos os dentes com cimento de ionômero de vidro (CIV) Vitro Fil (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).



Figura 3 – Radiografias periapicais dos canais radiculares

4.2.2 Preparo do canal radicular

Após uma semana de armazenamento em água destilada a $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$, foi realizado os preparos dos condutos para posterior fixação de um pino intrarradicular cilíndrico com extremidade cônica Tenax Fiber Trans Esthetic Post System (Coltène/Whaledent, Cuyahoga Falls, Ohio, EUA) nº 2, cujas características estão especificadas no Quadro 1, a seguir:

Figura	Composição	Descrição	Lote
 Tenax Fiber Trans Esthetic Post System	75% - Fibras de Vidro 25% - Resina BisGMA	Diâmetro coronário $1,5 \pm 0,1 \text{ mm}$ Diâmetro apical $1,0 \pm 0,1 \text{ mm}$ Comprimento $20,0 \pm 0,1 \text{ mm}$	174592
	-----		0344
 Tenax Fiber Trans Drills			

Quadro 1 - Especificações do Fabricante do Pino de Fibra de Vidro Tenax Fiber Trans Esthetic e respectiva broca de preparo Tenax Fiber Trans (Coltène/Whaledent)

O preparo dos canais radiculares foi realizado por um mesmo operador com o auxílio de brocas de preparos indicadas pelo fabricante dos pinos (Tenax Fiber Trans Drills, Coltène/Whaledent), adaptadas em um aparelho de baixa rotação (Figura 4-A), para possibilitar a adaptação do pino de fibra de vidro nº 2. O CT foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando o limite apical do material obturador de 4 mm. A cada cinco preparos a broca de preparos dos canais foi substituída.

4.3 Grupos experimentais

Em seguida, os dentes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos (n=24), de acordo com o operador: profissional (oito cirurgiões-dentistas especialistas em Dentística Restauradora - CD) vs acadêmico (oito alunos do quarto ano de graduação do curso de Odontologia - AC); sendo posteriormente subdivididos em 3 subgrupos cada (n=8), de acordo com o sistema de cimentação (sistema adesivo e cimento resinoso), demonstrados no Quadro 2. Cada profissional (CD) e cada acadêmico (AC) cimentaram três pinos de fibra de vidro, um correspondendo a cada subgrupo.

Grupos (Operador)	Subgrupos	Sistema Adesivo	Cimento Resinoso
Profissional (CD)	CD1	Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Usa	RelyX TM ARC
	CD2	Adper Single Bond TM 2	RelyX TM ARC
	CD3	-----	RelyX TM U100
Acadêmico (AC)	AC1	Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Usa	RelyX TM ARC
	AC2	Adper Single Bond TM 2	RelyX TM ARC
	AC3	-----	RelyX TM U100

Quadro 2 – Grupos Experimentais

A composição dos materiais utilizados para o procedimento de cimentação está especificada no Quadro 3.

Figura	Material/Fabricante	Composição*	Lote
	Ácido fosfórico / 3M ESPE	Ácido fosfórico 35%.	7KU
	Adesivo Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Use / 3M ESPE	Ativador: solução etílica de um sal de ácido sulfínico e um componente fotoiniciador. Primer: solução aquosa HEMA e copolímero do ácido polialcenóico. Catalisador: HEMA e Bis-GMA.	7KY 7BJ 7BA
	Adesivo Adper Single Bond TM 2 / 3M ESPE	Adesivo: Etanol, Bis-GMA, HEMA, silano tratado com filler de sílica, diuretano dimetacrilato, copolímero do ácido acrílico e ácido itaconico e glicerol 1.3 dimetacrilato.	9WH
	RelyX TM ARC / 3M ESPE	Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, partículas inorgânicas de zircônia e sílica (68% em peso), fotoiniciadores, amina e pigmentos. Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, peróxido de benzoila, partículas inorgânicas de zircônia e sílica (67% em peso).	GN8JA
	RelyX TM U100 / 3M ESPE	Pasta Base: fibra de vidro, ésteres ácido fosfórico metacrilato, dimetacrilato de trietilenoglicol, sílica tratada com silano e persulfato de sódio. Pasta Catalisadora: fibra de vidro, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio e hidróxido de cálcio.	338618

Quadro 3 – Materiais utilizados no estudo, fabricante, composição e lote

Nota: * Composição de acordo com o fabricante

4.4 Cimentação dos pinos

Antes de iniciarem os procedimentos de cimentação todos os pinos (n=48) foram seccionados horizontalmente, por meio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) sob refrigeração em água constante, resultando em 13 mm de comprimento, de uma maneira que 10 mm do pino atingisse o CT radicular, e os outros 3 mm servisse como um guia para a distância do aparelho fotoativador durante os procedimentos de fotoativação dos espécimes (3 mm). Desta maneira, além de ser padronizada a distância da fotoativação, foi possível verificar o completo assentamento dos pinos nos condutos preparados (10 mm).

Todos os operadores receberam um roteiro com o protocolo (APÊNDICE) que deveria ser seguido durante os procedimentos de cimentação.

Previamente às cimentações, os pinos de fibra de vidro Tenax Fiber Trans Esthetic (Coltène/Whaledent) foram limpos com álcool 70% durante 5 segundos conforme especificação do fabricante. Após o preparo mecânico dos canais radiculares, os canais a serem cimentados com RelyX™ ARC foram irrigados com 10 mL de água destilada e secos com 3 segundos de jato de ar e 2 pontas de papel absorvente calibre 80; já, para os canais que foram cimentados com RelyX™ U100, a limpeza dos mesmos foi realizada com 10 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2,5 %, sendo realizada uma irrigação final com 10 mL de água destilada (Figura 4-B), e os canais foram secos com 3 segundos de jato de ar e 2 pontas de papel absorvente (Figura 4-C).

O processo de cimentação dos pinos de fibra de vidro foi então realizado, de acordo com os diferentes subgrupos experimentais (Figura 4-D), seguindo as recomendações do fabricante (Quadro 4).

Subgrupos de Estudo	Sistemas Adesivos	Modo de Aplicação	Cimentos Resinosos	Modo de Aplicação
CD1 e AC1	Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Purpose (SBMP)	1- Aplicar Ácido Fosfórico no interior do canal endodôntico por 15 s, lavar abundantemente durante 15 s, e remover excessos de água com 5 s de jato de ar e 1 ponta de papel absorvente. 2- Aplicar o Ativador no interior do canal endodôntico com auxílio de um <i>microbrush</i>, remover excesso com jato de ar por 5 s. 3- Aplicar o Primer no interior do canal endodôntico com auxílio de um <i>microbrush</i>, remover excesso com jato de ar por 5 s. 4- Aplicar o Catalisador no interior do canal endodôntico com auxílio de um <i>microbrush</i>.		
CD2 e AC2	Adper Single Bond TM 2 (SB)	1- Aplicar Scotchbond Ácido de Ataque no interior do canal endodôntico por 15 s; lavar abundantemente durante 15 s, e remover excessos de água com 5 s de jato de ar e 1 ponta de papel absorvente. 2- Aplicar 2 camadas consecutivas do Sistema Adesivo no interior do canal com auxílio de um <i>microbrush</i>, secar com jato de ar por 5 s para evaporar o solvente, e fotoativar por 10 s.	RelyX TM ARC	Manipular as pastas em mesma proporção durante 10 s, aplicar o cimento ao redor e no interior do canal endodôntico com auxílio de uma seringa específica, assentar o pino no interior do conduto, remover o excesso de cimento e fotoativar por 40 s através da superfície oclusal.
CD3 e AC3	_____	_____	RelyX TM U100	Manipular as pastas em mesma proporção durante 20 s, aplicar o cimento ao redor e no interior do canal endodôntico com auxílio de uma seringa específica, assentar o pino no interior do conduto, remover o excesso de cimento e fotoativar por 20 s através da superfície oclusal.

Quadro 4 – Subgrupos de estudo e modo de aplicação dos materiais utilizados (sistemas adesivos e cimentos resinosos)

A fotoativação foi realizada com um aparelho fotopolimerizador à base de luz emitida por diodo (L.E.Demetron I, Kerr Corp., Orange, CA, EUA), com uma intensidade de luz de 800 mW/cm^2 , monitorada periodicamente por meio de um radiômetro (Curing radiometer Model 100, Demetron Research Corp., Danburg, CT, EUA), sendo que a ponta do aparelho fotopolimerizador ficou posicionada a 3 mm do término coronário do pino (Figura 4-E).

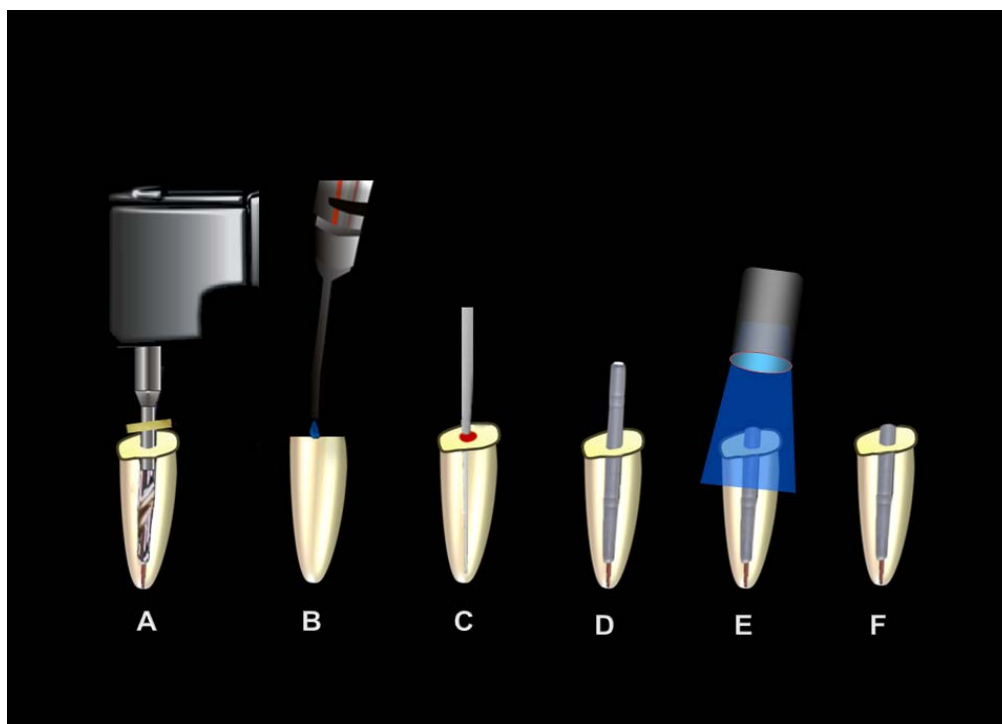


Figura 4 – Desenho esquemático da cimentação dos pinos - **A** – Preparo mecânico do canal radicular (Tenax Fiber Trans Drills); **B** – Limpeza do canal radicular (de acordo com os subgrupos); **C** – Secagem com ponta de papel absorvente; **D** – Cimentação do pino de fibra de vidro (Tenax Fiber Trans Esthetic) de acordo com os diferentes subgrupos; **E** – Fotoativação e **F** – Aspecto final da cimentação

Após esses procedimentos de cimentação (Figura 4-F), todas as raízes foram armazenadas em água destilada a $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ durante uma semana.

4.5 Preparo dos espécimes para o teste de *push-out*

Decorrido uma semana dos procedimentos de cimentação, as raízes foram embutidas em tubos de PVC (policloreto de vinila), os quais foram preenchidos com

resina acrílica Duralay (Reliance, Dental Mfg. Co., Worth, IL, EUA) (Figura 5-A e B). Em seguida, os espécimes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com o auxílio de um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água constante (Figura 5 C-F). Fatias com espessura média de $1\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ (Figura 6-A) foram obtidas, as quais foram verificadas por meio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Mitutoyo Digimatic Caliper) (Figura 6-B). Secções seriadas foram feitas até o aparecimento da guta-percha na região apical. A primeira fatia coronária de todas as raízes foi descartada, devido ao fato de que o possível excesso de cimento resinoso nessa região poderia influenciar nos valores de resistência de união.

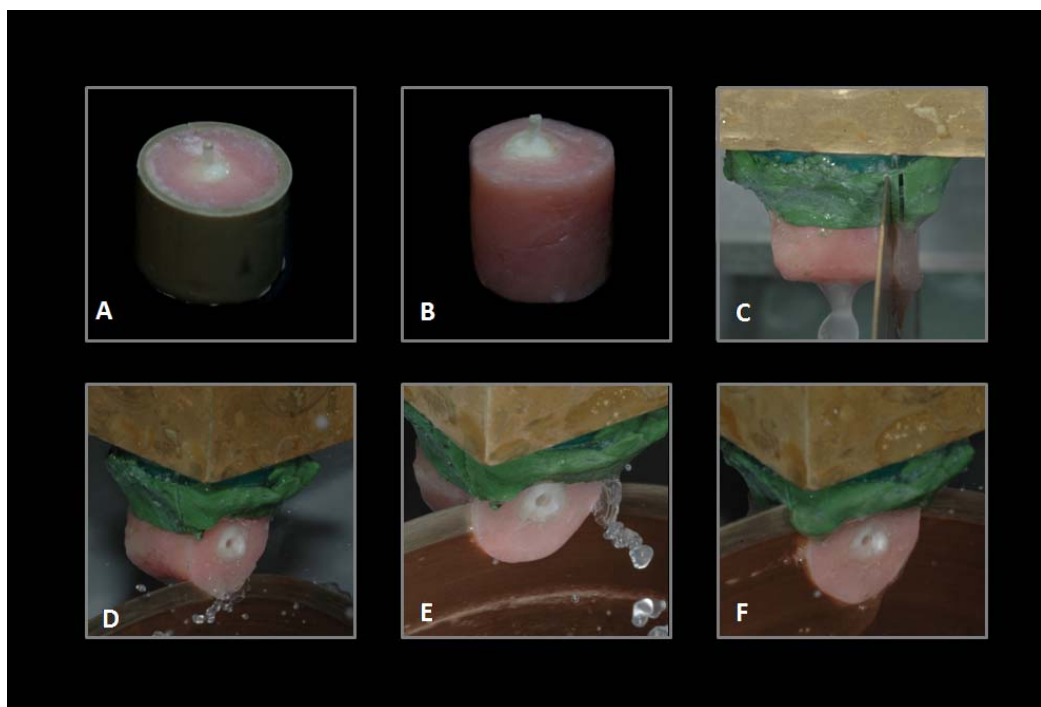


Figura 5 – Preparo dos espécimes – **A e B** – Raiz embutida com pino cimentado; **C** – Vista frontal do seccionamento da raiz, **D, E e F** – Vista lateral do seccionamento da raiz

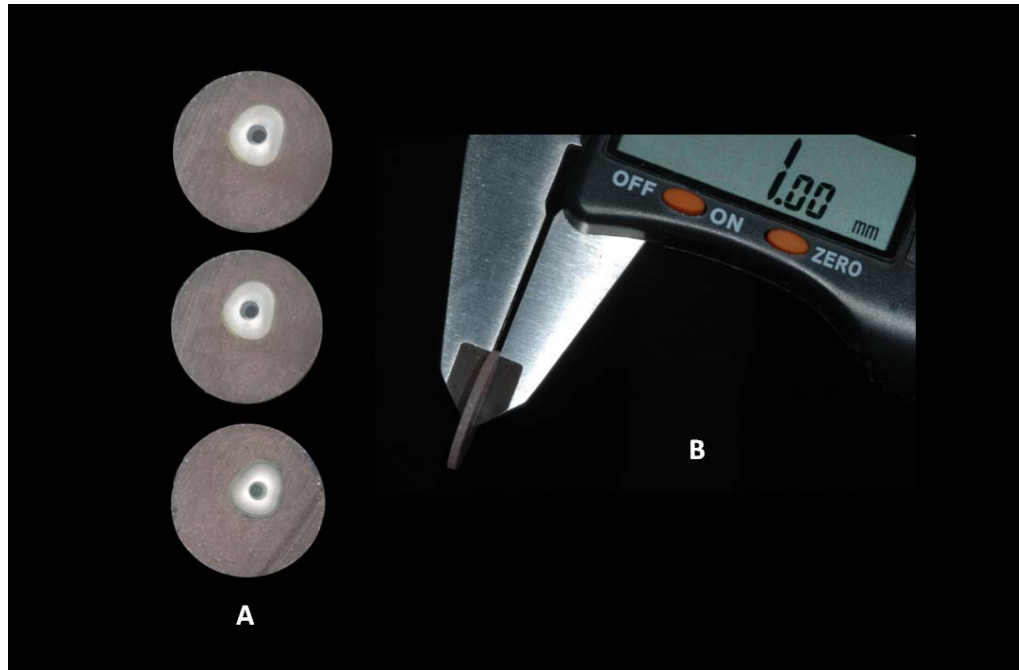


Figura 6 – **A** - Fatias obtidas após o corte da raiz; **B** – Mensuração da espessura das fatias por meio de paquímetro digital

Previamente ao ensaio de *push-out* as fatias foram fotografadas nos dois lados, com aumento de 40 X, em microscópio óptico (Olympus, modelo BX 51, Olympus, Tokyo, Japão) para aferição dos diâmetros coronário e apical dos pinos, com o objetivo de calcular a área adesiva para cada fatia obtida. Esta mensuração foi realizada com o auxílio do *Software Image Tool* (Figura 7).

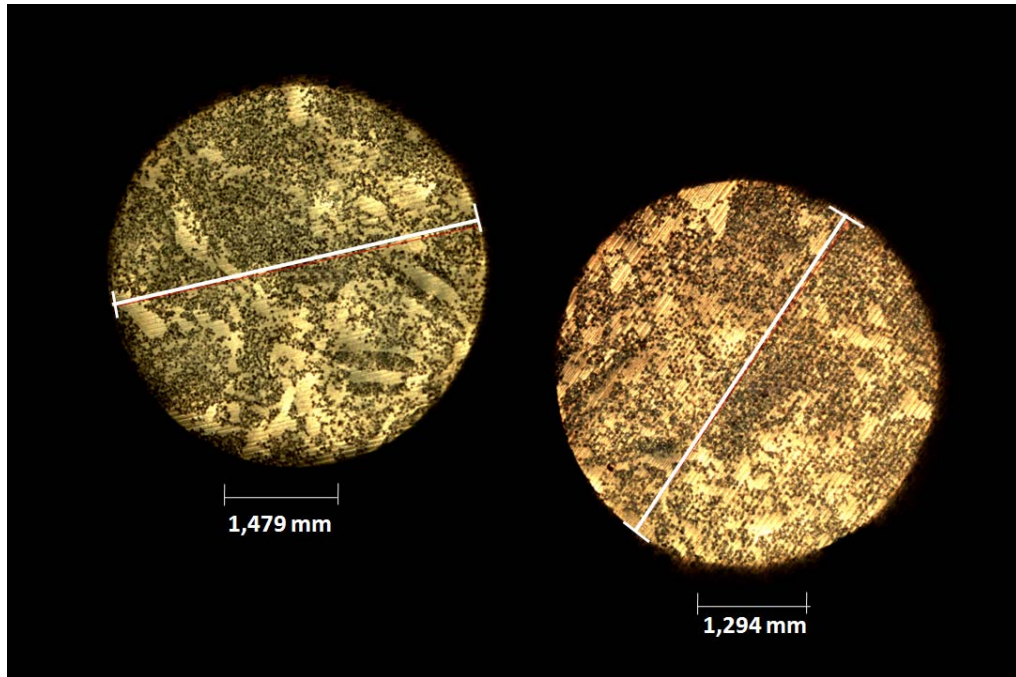


Figura 7 – Mensuração do diâmetro coronário e apical dos pinos medidos no *Software Image Tool*

4.6 Teste de *push-out*

Cada corpo-de-prova foi submetido ao teste de *push-out* (Figura 8 A-D), sendo posicionado sobre um dispositivo metálico com uma pequena abertura central (Figura 9-A), com sua porção mais coronária posicionada para baixo, de tal forma que a carga exercesse uma força compressiva constante (Figura 9 B-D), no sentido apico-coronal do pino intrarradicular até seu deslocamento. Foram elaboradas pontas metálicas cilíndricas (atuador) correspondentes ao diâmetro do pino que estava sendo ensaiado. O atuador foi posicionado no centro de cada fragmento de pino, de modo que a ponta aplicadora da carga tocasse somente a área dos pinos, sem estressar as paredes laterais dos canais radiculares (Figura 9-E). O conjunto foi ensaiado em uma máquina de ensaio universal (AG-I, Shimadzu Autograph) com uma célula de carga de 50 Kg a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino.

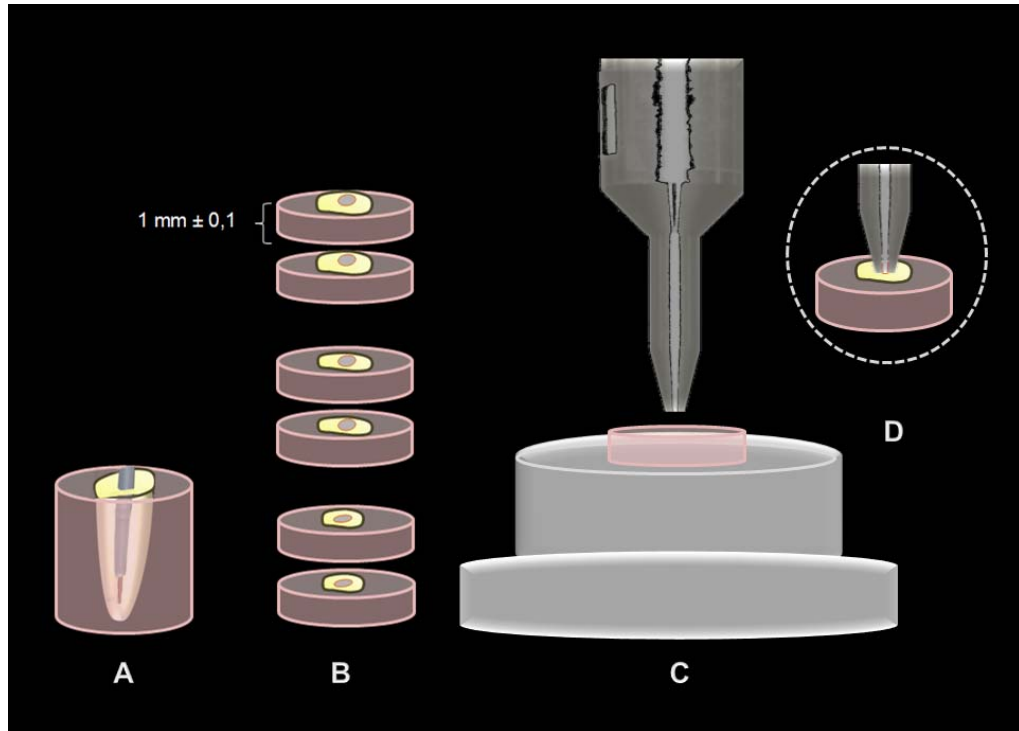


Figura 8 – Desenho esquemático - **A** - Raiz dentária com pino cimentado embutida; **B** – Fatias obtidas após corte da raiz; **C** – Corpo-de-prova sendo submetido ao teste de *push-out* e **D** – Close-up do teste de *push-out*

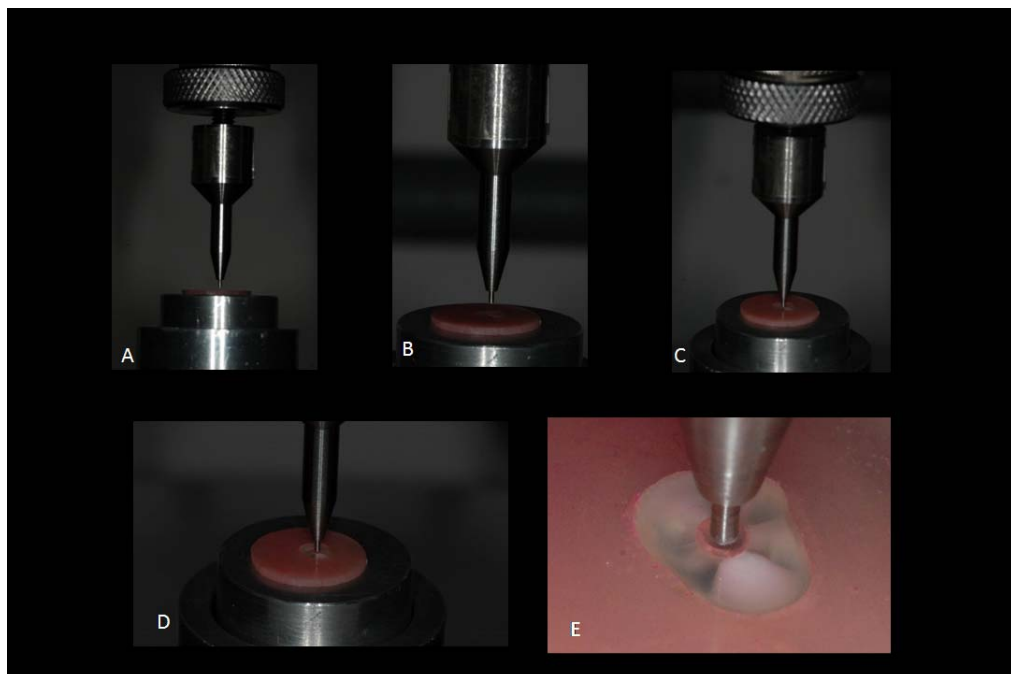


Figura 9 – Teste de *push-out* – **A** – Atuador e dispositivo metálico; **B** - Atuador posicionado paralelo ao longo eixo do pino; **C** e **D** – Ponta ativa exercendo carga compressiva sob o pino e **E** – Vista aproximada do teste de *push-out*

Em seguida, o valor da carga foi registrado em Newtons (N) e foi calculado o valor da resistência de união em MPa dividindo o valor da carga (N) pelo valor da área adesiva (mm²).

A área adesiva (S_L) foi estimada por meio da fórmula utilizada para calcular a área de superfície lateral de um cone truncado:

$$S_L = \pi(R + r)[(h^2 + (R - r)^2)^{0.5}]$$

Onde:

π é a constante 3,1416;

R representa o raio coronário do pino (mm);

r representa o raio apical do pino (mm);

h representa a espessura dos corpos-de-prova (mm).

4.6.1 Divisão dos terços

Para cada raiz foram obtidos seis corpos-de-prova (fatias), os quais foram distribuídos da seguinte forma: terço coronário (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias), obtendo uma média total para cada terço para os diferentes subgrupos experimentais.

4.7 Análise estatística

As comparações dos resultados para a variável dependente (resistência de união) foram realizadas por meio de análise de variância fatorial. Foram considerados fatores fixos (variáveis independentes): o operador, sistema de cimentação e terço radicular, sendo analisadas as interações entre os fatores, bem

como os resultados individuais. Realizou-se o teste de Shapiro-Wilks para verificar se os dados apresentavam distribuição normal. Verificou-se se os dados apresentavam equivalência de variância por meio do teste de Levene.

O nível de significância adotado foi de 0,05, desta forma se $p > 0,05$ a hipótese nula (H_0), na qual não haveria diferença significativa entre os grupos seria aceita. Caso $p \leq 0,05$, H_0 não seria aceita, indicando diferenças significativas entre os grupos. Diante desta condição, a comparação entre os valores médios das variáveis foi realizada por meio do teste de Tukey HSD, com o objetivo de determinar entre quais grupos havia as diferenças significativas. Todos os cálculos foram realizados por meio do software estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Science), versão 17.0 for Windows (SPSS Inc. Chicago, Illinois, EUA).

5 RESULTADOS

Os valores médios de resistência de união em MPa (média e desvio padrão) em função do operador (Profissional vs Acadêmico), sistemas de cimentação (sistema adesivo e cimento resinoso) e região radicular (terços coronário, médio e apical) para os diferentes subgrupos experimentais estão dispostos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para o grupo dos Profissionais (CD), levando em consideração os diferentes subgrupos (sistemas de cimentação) e as diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical)

SUBGRUPOS	TERÇO RADICULAR			TOTAL
	CORONÁRIO	MÉDIO	APICAL	
CD1*	17,17 ± 8,92	10,61 ± 6,49	10,73 ± 4,39	12,83 ± 7,26
CD2**	15,36 ± 3,73	9,60 ± 3,77	9,42 ± 2,10	11,46 ± 4,22
CD3***	14,04 ± 6,59	12,40 ± 7,26	16,38 ± 6,11	14,27 ± 6,59
TOTAL	15,52 ± 6,59	10,87 ± 5,88	12,17 ± 5,30	12,85 ± 6,18

Notas: * – sistema adesivo Adper Scotchbond^{MR} Multi-Purpose (SBMP) + cimento resinoso RelyXTM ARC
 ** – sistema adesivo Adper Single BondTM 2 (SB) + cimento resinoso RelyXTM ARC
 *** – cimento resinoso RelyXTM U100

Tabela 2 – Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para o grupo dos Acadêmicos (AC), levando em consideração os diferentes subgrupos (sistemas de cimentação) e as diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical)

SUBGRUPOS	TERÇO RADICULAR			TOTAL
	CORONÁRIO	MÉDIO	APICAL	
AC1*	13,20 ± 2,85	8,77 ± 3,51	7,13 ± 4,43	9,70 ± 4,37
AC2 **	12,65 ± 5,10	7,33 ± 3,64	4,07 ± 2,93	8,02 ± 5,25
AC3 ***	14,33 ± 4,51	11,52 ± 4,27	14,36 ± 5,92	13,40 ± 4,93
TOTAL	13,40 ± 4,13	9,20 ± 4,06	8,52 ± 6,22	10,37 ± 5,30

Notas: * – sistema adesivo Adper Scotchbond^{MR} Multi-Purpose (SBMP) + cimento resinoso RelyXTM ARC
 ** – sistema adesivo Adper Single BondTM 2 (SB) + cimento resinoso RelyXTM ARC
 *** – cimento resinoso RelyXTM U100

A interação tripla entre as variáveis independentes (Operador vs Sistema de Cimentação vs Terço Radicular) não foi significativa ($p=0,956$), assim como as interações duplas Operador vs Terço Radicular ($p=0,609$) e Operador vs. Sistema de Cimentação ($p=0,404$) também não foram significantes. Apenas a interação dupla Operador vs Sistema de Cimentação para o grupo dos Acadêmicos foi significativa ($p=0,001$), bem como os fatores principais (Operador, $p=0,004$; Terço Radicular, $p=0,000$ e Sistema de Cimentação, $p=0,001$).

Os dados da interação significativa (Operador vs Sistema de Cimentação) estão demonstrados na Figura 10. Na comparação dos sistemas de cimentação (sistema adesivo e cimento resinoso) apenas para o grupo dos Profissionais, não foi observada diferenças significativas para os diferentes subgrupos; o que significa que os três sistemas de cimentação (CD1, CD2 e CD3) apresentaram desempenho similar em relação à resistência de união quando manipulados pelos Profissionais. Entretanto, para o grupo dos Acadêmicos, houve diferenças significativas entre os diferentes subgrupos. Observou-se que o subgrupo AC3 obteve uma média de resistência de união ($13,40 \pm 1,00$ MPa) estatisticamente superior em relação ao AC1 ($9,70 \pm 0,89$ MPa) ($p=0,028$) e ao AC2 ($8,02 \pm 1,07$ MPa) ($p=0,001$); já, os subgrupos AC1 e AC2 não diferiram estatisticamente entre si ($p=0,457$) (Figura 10).

Comparando os diferentes sistemas de cimentação entre os diferentes operadores (CD vs AC), somente houve diferenças significativas entre o SB + RelyX ARC ($p=0,016$), sendo que o mesmo foi estatisticamente superior para o grupo dos CD (RU = $11,46 \pm 0,86$ MPa). Já, o sistema de cimentação SBMP + RelyX ARC teve valores médios de RU estatisticamente similar para o grupo dos CD ($12,83 \pm 1,48$ MPa) quando comparado com o dos AC ($9,70 \pm 0,89$ MPa) ($p=0,077$), e o sistema de cimentação RelyX U100 também demonstrou o mesmo comportamento, não demonstrando diferenças significativas entre CD e AC, com maiores resultados para os CD: CD ($14,27 \pm 1,34$ MPa) vs AC ($13,40 \pm 1,00$ MPa) ($p=0,608$) (Figura 10).

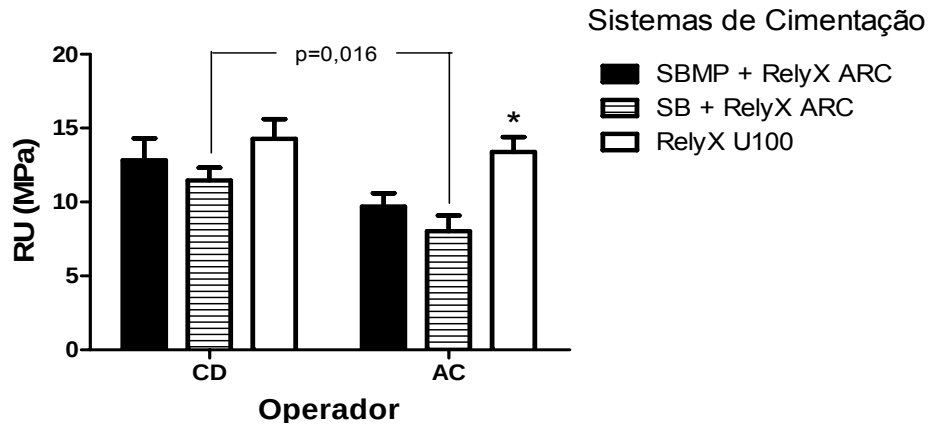


Figura 10 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes sistemas de cimentação de acordo com o operador: Profissional (CD) e Acadêmico (AC). Para o grupo dos CD não houve diferenças significativas entre os diferentes sistemas de cimentação ($p=0,294$). Para o grupo dos AC, houve diferenças significativas (*): SBMP + RelyX ARC ($p=0,028$) e SB + RelyX ARC ($p=0,001$) (ANOVA fatorial com pós teste de Tukey). Comparação entre os sistemas de cimentação em relação aos operadores. Diferenças significativas com SB + RelyX ARC

Ao analisar os resultados individuais, a análise da variável Operador, Profissional (CD1+CD2+CD3) *versus* Acadêmico (AC1+AC2+AC3), independentemente dos fatores Sistema de cimentação e Terço Radicular, mostrou diferença significativa ($p=0,004$). Dessa forma, pode-se observar que os maiores resultados de resistência de união (MPa) foram obtidos para o grupo dos Profissionais, independente do sistema de cimentação utilizado durante os procedimentos de cimentação dos pinos: CD ($12,85 \pm 6,18$ MPa) vs AC ($10,37 \pm 5,30$ MPa) (Figura 11).

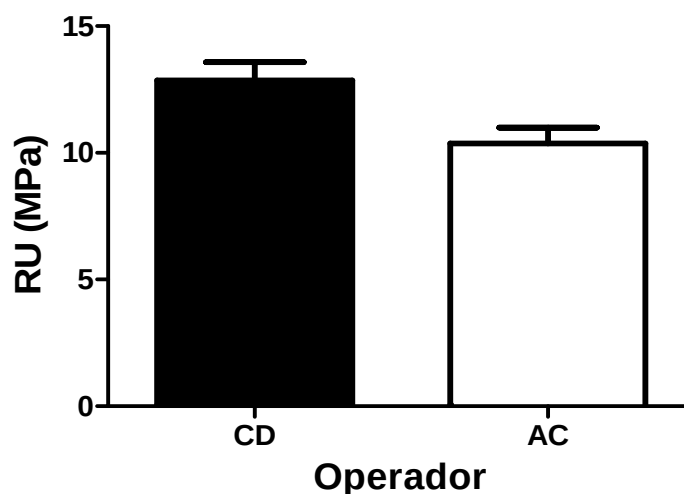


Figura 11 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes operadores (CD- Profissional; AC- Acadêmico), independente do sistema de cimentação. Diferenças significativas, $p=0,004$ (ANOVA fatorial)

Comparando os sistemas de cimentação independente dos fatores: Operador e Terço radicular, também foi possível observar diferenças significativas ($p=0,001$). O cimento resinoso RelyX U100 apresentou uma diferença estatisticamente superior em relação ao sistema de cimentação SBMP + RelyX ARC ($p=0,04$) e ao sistema de cimentação SB + RelyX ARC ($p<0,0001$); porém, esses últimos dois sistemas de cimentação não diferiram estatisticamente entre si ($p=0,310$): SBMP + RelyX ARC ($11,27 \pm 6,13$ MPa) vs SB + RelyX ARC ($9,74 \pm 5,03$ MPa) vs RelyX U100 ($13,83 \pm 5,77$ MPa) (Figura 12).

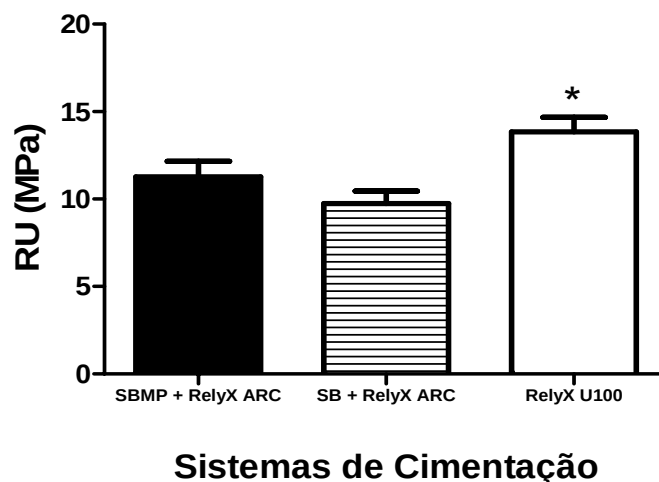


Figura 12 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes sistemas de cimentação, independente do operador. *diferenças significativa com SBMP + RelyX ARC ($p=0,04$) e SB + RelyX ARC ($p<0,0001$) (ANOVA fatorial com pós teste de Tukey)

Já a comparação entre as diferentes regiões radiculares (fator Terço Radicular), independente do Operador e do Sistema de cimentação, também demonstrou diferenças estatisticamente significativas ($p<0,0001$). O pós teste de Tukey HSD demonstrou que o terço coronário foi estatisticamente superior em relação aos terços médio e apical ($p<0,0001$), os quais não diferiram estatisticamente entre si ($p=0,952$): Terço coronário ($14,46 \pm 5,55$ MPa) vs Terço médio ($10,04 \pm 5,07$ MPa) vs Terço apical ($10,35 \pm 6,01$ MPa) (Figura 13).

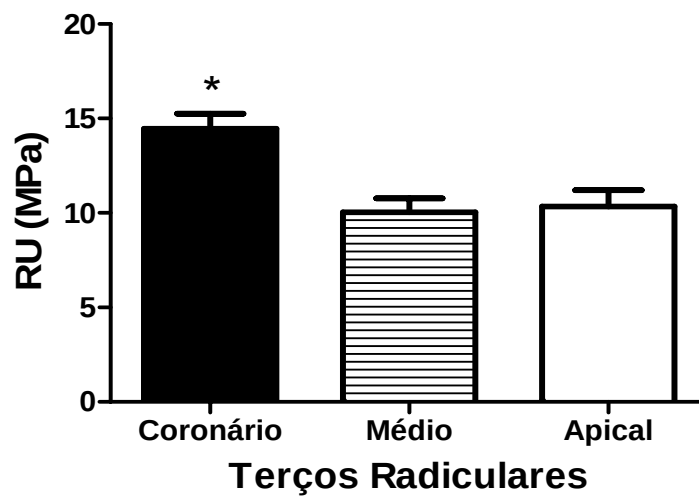


Figura 13 - Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para as diferentes regiões radiculares (terço coronário, terzo médio e terzo apical), independente do operador e do sistema de cimentação. * $p < 0,0001$ diferenças significativa com terzo médio e terzo apical (ANOVA fatorial com pós teste de Tukey)

6 DISCUSSÃO

Como todo processo adesivo, o sucesso da cimentação de pinos estéticos está sujeito à qualidade de união pino-cimento-dentina. Desta forma, uma grande variedade de estudos laboratoriais tem sido descrita na literatura para avaliação da resistência de união entre os pinos de fibra à dentina radicular, a qual tem sido mensurada por meio dos testes de tração, *pull-out* (Amaral et al.⁵⁸ 2009), *push-out* (Boschian Pest et al.⁶ 2002, Kurtz et al.³⁶ 2003, Valandro et al.⁵⁰ 2007, Kececi et al.⁵² 2008) e microtração (Bouillaguet et al.²⁵ 2003, Viotti et al.⁶² 2009). Porém, alguns testes de adesão podem ser altamente influenciados pela variabilidade da geometria dos corpos-de-prova e também pelas condições experimentais. Altas concentrações e estresse não uniforme podem ser desenvolvidos ao longo da interface quando espécimes espessas são utilizadas (Goracci et al.³⁷ 2004). Desta maneira, o teste de microtração tornou-se popular por utilizar amostras com espessuras reduzidas (Pashley et al.⁶³ 1999), permitindo uma distribuição de estresse mais uniforme à interface adesiva. Este teste permite a obtenção de mensurações reais de áreas pequenas dentro do canal radicular, bem como analisa diferenças regionais aos três níveis do canal (Bouillaguet et al.²⁵ 2003). Todavia, falhas prematuras na técnica de microtração para testar a resistência de união de pinos endodônticos à dentina radicular têm sido observadas quando espécimes em forma de palito e em forma de ampulheta (Bouillaguet et al.²⁵ 2003) são obtidas pelo seccionamento dos dentes. Assim, em estudos de resistência de união para pinos, o teste laboratorial de *push-out*, ou extrusão, utilizado nesse estudo, parece ser mais seguro que o teste de microtração, visto que não há perda prematura de espécimes durante seus preparos (Goracci et al.³⁷ 2004). Este teste utiliza seções de discos radiculares de 1 a 2 mm de espessura, e avalia áreas adesivas reduzidas que podem ser comparadas pela extrusão completa dos pinos. Além do mais, tem sido relatado que a tensão desenvolvida na interface de união é cisalhante, já que a carga é aplicada paralelamente à interface adesiva (Perdigão et al.⁶⁴ 2004). Os valores de resistência de união podem ser maiores do que os aferidos em outros testes, possivelmente devido a fricção durante o deslocamento do pino criando atrito na interface da restauração. Recentes estudos têm demonstrado que o principal mecanismo de retenção dos pinos ao canal radicular não é adesivo, mas sim de natureza friccional

(Goracci et al.^{4 1} 2005). No presente estudo, o teste de *push-out* foi utilizado, uma vez que o mesmo é o teste mais indicado atualmente para avaliar a resistência de união de pinos endodônticos à dentina radicular. Esse teste resulta em um estresse de cisalhamento na interface entre o cimento resinoso e dentina radicular, bem como entre o cimento e o pino, o mesmo estresse ocorrido sobre as condições clínicas.

Alguns estudos têm investigado uma possível influência do operador nos resultados de procedimentos adesivos, tanto em dentina coronária quanto na radicular. Sano et al.²⁶ (1998), Miyazaki et al.²⁷ (2000), Jacobsen et al.²⁸ (2003) relataram que o operador pode ser uma variável importante nos valores de resistência de união à dentina coronária, influenciando nos resultados. Já, em um estudo realizado por Simonetti et al.³¹ (2006), os autores concluíram que o nível de experiência profissional dos operadores não influenciou nos resultados de retenção de pinos endodônticos à dentina radicular. Todavia, a literatura é ainda muito escassa sobre como a experiência do operador pode vir a influenciar no sucesso ou no fracasso dos procedimentos de cimentação adesiva de pinos intrarradiculares; além de que ainda não há estudos relacionando a experiência profissional dos operadores com os cimentos resinosos autoadesivos. Por isso, objetivou-se nesse estudo avaliar a influência do operador no procedimento de cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro; e, de acordo com os resultados do presente estudo, a variável operador mostrou ser uma variável importante nos procedimentos adesivos à dentina radicular, uma vez que maiores valores de resistência de união foram obtidos para o grupo dos Profissionais, corroborando com os resultados de Sano et al.²⁶ (1998), Miyazaki et al.²⁷ (2000), Jacobsen et al.²⁸ (2003). De acordo com o presente trabalho, quanto maior o nível de experiência clínica do operador, melhor os resultados dos procedimentos adesivos à dentina do canal radicular.

Nesse trabalho, anteriormente aos procedimentos de cimentação dos pinos, o tratamento endodôntico, bem como o preparo mecânico dos condutos para posterior fixação dos pinos, foi realizado por um mesmo operador, o qual não participou dos procedimentos de cimentação. Todos os operadores que cimentaram os pinos, incluindo tanto os acadêmicos quanto os profissionais, receberam um mesmo roteiro com o protocolo dos procedimentos de cimentação dos pinos de fibra de vidro. Dessa maneira, diferenças entre os operadores (profissionais vs acadêmicos) foram

relacionadas somente com suas habilidades distintas durante os procedimentos de cimentação.

Quando foi realizada uma comparação dos sistemas de cimentação de maneira isolada para o grupo dos Profissionais, não foram encontradas diferenças significativas entre os três subgrupos; portanto, os três sistemas de cimentação testados nesse trabalho (SBMP + RelyX ARC, SB + RelyX ARC, e RelyX U100) apresentaram resultados estatisticamente similares em relação à resistência de união. Todavia, o mesmo não foi observado para o grupo dos Acadêmicos, uma vez que o subgrupo AC3, o qual utilizou o cimento resinoso RelyX U100, foi estatisticamente superior aos demais subgrupos. Uma possível explicação para esses resultados é que para o grupo dos CD, devido todos os operadores serem especialistas em Dentística Restauradora, seu maior nível de conhecimento e de experiência clínica fez com que o operador dominasse de maneira similar as três técnicas adesivas avaliadas. Já, para o grupo dos AC, o subgrupo que apresentou os melhores resultados foi o que utilizou o cimento resinoso RelyX U100, um cimento resinoso autoadesivo, que não requer o condicionamento ácido prévio do substrato dentário, nem a aplicação de sistema adesivo separadamente; sendo que o outro cimento resinoso testado (RelyX ARC) é um cimento resinoso convencional, utilizado após o condicionamento ácido do canal radicular e a aplicação de um sistema adesivo (SBMP no subgrupo AC1, e SB no AC2). Portanto, para o grupo dos Acadêmicos, quanto menor o número de passos envolvidos durante os procedimentos adesivos, menos crítico torna-se o procedimento. De fato já foi observado que a redução do número de passos envolvidos durante os procedimentos de adesão para acadêmicos é um fator importante na obtenção de uma adesão mais eficaz (Sano et al.²⁶ 1998).

Comparando o mesmo sistema de cimentação entre os diferentes operadores (CD vs AC), somente houve diferenças significativas entre o Adper Single Bond 2 (SB) + RelyX ARC, sendo que o mesmo foi estatisticamente superior para o grupo dos CD. Esse fato deve-se provavelmente por ser o sistema de cimentação mais crítico desse estudo, uma vez que o sistema adesivo (SB) deve ser fotoativado separadamente do cimento resinoso, tornando assim o procedimento mais complexo, visto que o acesso de luz no interior do canal radicular é ainda

considerado problemático (Foxton et al.⁹ 2003), além de que o sistema adesivo polimerizado pode dificultar a adaptação do pino.

Ao comparar os três sistemas de cimentação utilizados nesse estudo, independente do operador, foi possível observar que o cimento resinoso autoadesivo RelyX U100 foi estatisticamente superior em relação ao sistema de cimentação SBMP + RelyX ARC e ao SB + RelyX ARC, os quais não diferiram estatisticamente entre si. De acordo com o fabricante, o cimento RelyX U100 é um cimento menos sensível ao controle de umidade no interior dos canais radiculares, devido à formação de água durante sua reação de neutralização entre ácido fosfórico metacrilato, partículas básicas e hidroxiapatita, tornando-o mais hidrofílico; o que poderia explicar sua boa performance no presente estudo. Além disso, a resistência de união favorável para o RelyX U100 tem sido atribuída a uma retenção micromecânica e interação química entre grupos de monômeros acidificados e a hidroxiapatita do tecido dentário (Radovic et al.¹³ 2008). O mesmo foi observado no trabalho de Bitter et al.⁴⁵ (2006), no qual o cimento resinoso autoadesivo RelyX Unicem apresentou valores de resistência de união significativamente superiores aos cimentos convencionais testados. Porém, os resultados do presente estudo contradizem os resultados da maioria dos achados da literatura. No trabalho de Amaral et al.⁵⁸ (2009), o cimento resinoso RelyX Unicem obteve resultados de adesão estatisticamente similares aos resultados obtidos para a combinação do sistema adesivo Adper Scotchbond Multi Purpose com o cimento resinoso RelyX ARC, sistema de cimentação também avaliado no presente estudo. No trabalho de Naumann et al.²² (2008) e Zicari et al.¹ (2008) os cimentos resinosos convencional e autoadesivo também apresentaram resultados similares na capacidade retentiva de restaurações com pinos endodônticos. Entretanto, em grande parte dos estudos, o comportamento dos cimentos resinosos convencionais, em uso adjunto a um sistema adesivo, mostra-se como a opção mais viável para a cimentação de pinos de fibra (Goracci et al.³⁷ 2004, Goracci et al.⁴⁰ 2005, Sadek et al.⁴⁷ 2006, Kececi et al.⁵² 2008, Wang et al.⁵⁶ 2008, Lima⁵⁹ 2009, Mazzoni et al.⁶⁰ 2009). No trabalho de Viotti et al.⁶² (2009), os autores compararam a resistência de união de seis diferentes cimentos resinosos autoadesivos (RelyX Unicem, RelyX U100, SmartCem 2, G-Cem, MaxCem e SeT) com um cimento resinoso convencional (RelyX ARC) e também concluíram que a resistência de união produzida pelo cimento resinoso

convencional foi estatisticamente superior à obtida pelos cimentos autoadesivos. Esses autores acreditam que a baixa resistência dos cimentos autoadesivos provavelmente está relacionada à capacidade limitada desses cimentos em desmineralizar e infiltrar-se sobre o substrato dentinário, devido seus ésteres de ácido fosfórico metacrilato, os responsáveis pelo condicionamento do substrato nesses cimentos, não serem tão efetivos quanto o ácido fosfórico (utilizado com os cimentos convencionais) na dissolução da espessa *smear layer* criada nas paredes do canal radicular durante o preparo mecânico dos canais para recebimento dos pinos. Dessa maneira, como diversos cimentos resinosos autoadesivos vem sendo introduzidos no mercado odontológico, torna-se importante conhecer sua real efetividade antes de uma recomendação geral de sua aplicação clínica.

Além do operador e do sistema de cimentação poderem influenciar na resistência de união na interface pino - cimento resinoso - dentina radicular, diversos fatores podem afetar a adesão à dentina radicular, entre eles as características histológicas e anatômicas do canal radicular, incluindo a densidade e orientação dos túbulos dentinários nas diferentes regiões do canal radicular (Ferrari et al.⁸ 2000), bem como a acessibilidade aos diferentes terços radiculares (coronário, médio e apical) durante o manejo dos materiais utilizados para o procedimento de cimentação (Ferrari et al.³³ 2001); dessa maneira, um agente de adesão apropriado para cimentação adesiva de pinos intrarradiculares deveria ser selecionado. De acordo com Ferrari et al.⁸ (2000), diferentes áreas de um mesmo canal radicular não respondem igualmente ao condicionamento ácido, e assim a habilidade de adesão à dentina radicular pode ser diferente nas diferentes profundidades de um mesmo canal radicular. Porém, em alguns trabalhos (D'Arcangelo et al.⁵¹ 2008 e Zicari et al.¹ 2008), os autores acreditam que não existe influência da região radicular na adesão de pinos intrarradiculares. Entretanto, valores de resistência de união mais altos no terço coronário são geralmente esperados, como observado no presente trabalho, estando esse de acordo com a maioria dos estudos (Kurtz et al.³⁶ 2003, Akgungor, Akkayan⁴³ 2006, Kalkan et al.⁴⁶ 2006, Faria e Silva et al.⁴⁹ 2007, Menezes et al.⁵³ 2008, Ohlmann et al.⁵⁵ 2008, Wang et al.⁵⁶ 2008). Todavia, existem estudos que encontraram valores de resistência de união superiores no terço radicular apical (Bitter et al.⁴⁵ 2006 e Kremeier et al.³ 2008), esses autores acreditam que os valores de resistência de união estão mais relacionados com a área de superfície da dentina

intertubular do que com a densidade dos túbulos, o que resultaria em valores de resistência de união mais elevados no terço apical. Porém, como observado no presente estudo, uma resistência de união mais alta no terço coronário é mais comumente explicada devido à alta densidade dos túbulos dentinários e a formação de *tags* de resinas mais compridos nessa área. De acordo com Ferrari et al.³³ (2001), a formação de *tags* resinosos oriundos da penetração do adesivo no interior dos túbulos dentinários tem sido relatada como um importante fator na adesão adesivo-dentina, contribuindo cerca de 30% da resistência de união total. Isso sugere que se existe menos túbulos por mm² na região apical, a resistência de união seria menor, visto uma menor formação de *tags* (Akgungor, Akkayan⁴³ 2006).

Outra explicação para os valores mais altos de resistência de união no terço coronário seria uma melhor acessibilidade durante os procedimentos adesivos nesse terço, como uma maior facilidade de aplicação dos materiais (sistema adesivo e cimento resinoso), uma polimerização segura e eficaz, uma vez que pode ocorrer um comprometimento da polimerização dos materiais adesivos no terço apical; além de que no terço apical é o local onde se concentra uma maior quantidade de *smear layer*, debris e remanescentes de cimento endodôntico e guta-percha após o preparo mecânico do pino e o condicionamento ácido (Ferrari et al.⁸ 2000, Vichi et al.³⁵ 2002, Akgungor, Akkayan⁴³ 2006, Ohlmann et al.⁵⁵ 2008). De acordo com Zicari et al.¹ (2008), é crucial obtermos uma superfície “limpa” para uma adesão efetiva dos pinos de fibra, devido ao fato de que esses pequenos resíduos podem reduzir a área de superfície disponível para sua adesão.

É importante destacar que os achados do presente estudo referem-se a resultados obtidos *in vitro*, portanto, sugere-se que trabalhos *in vivo* também sejam futuramente realizados a fim de comprovarem tais resultados.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a proposição do estudo e com os resultados obtidos pode-se concluir que:

- Os maiores resultados de resistência de união foram obtidos para o grupo dos Profissionais;
- O desempenho do cimento RelyX U100 não foi afetado pela experiência do operador, enquanto os dois outros sistemas de cimentação tiveram melhor desempenho quando aplicados pelo grupo dos Profissionais;
- Uma melhor retenção do pino ocorreu no terço coronário do canal radicular.

REFERÊNCIAS*

1. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater.* 2008 Jul;24(7):967-77.
2. Qualtrough AJ, Manocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent.* 2003 Jan-Feb;28(1):86-91.
3. Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater.* 2008 May;24(5):660-6.
4. Hayashi M, Ebisu S. Key factors in achieving firm adhesion in post-core restorations. *Jap Dent Sci Rev.* 2008 Jul;44(1):22-8.
5. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007 Apr;33(4):391-8.
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. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998 Sep;80(3):280-301.
8. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000 Oct;13(5):255-60.
9. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003 Sep-Oct;28(5):543-51.
10. Carvalho RM, Carrilho MRO; Pereira LCG, Garcia FCP, Marquezini Jr L, Silva SMA, Kussmaul APM. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho clínico. *Biodonto.* 2004;2(1):1-89.
11. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005 Feb;84(2):118-32.
12. Monticelli F, Ferrari M, Toledano M. Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008 Mar;13(3):E214-21.
13. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008 Aug;10(4):251-8.
14. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2000 May;13(Spec No):9B-13B.

* De acordo com a norma do Programa de Pós-graduação em Odontologia Stricto-sensu da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o *Medline*.

15. Hedlund SO, Johansson NG, Sjögren G. A retrospective study of pre-fabricated carbon fibre root canal posts. *J Oral Rehabil.* 2003 Oct;30(10):1036-40.
16. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont.* 2005 Sep-Oct;18(5):399–404.
17. Mannocci F, Qualtrough AJ, Worthington HV, Watson TF, Pitt Ford TR. Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored with amalgam or with fiber posts and resin composite: five-year results. *Oper Dent.* 2005 Jan-Feb;30(1):9-15.
18. Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent.* 2009 Feb;37(2):115-21.
19. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont.* 2003 Jan-Feb;16(1):39-44.
20. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *Int J Prosthodont.* 2003 Nov-Dec;16(6):593-6.
21. Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F, Ferrari M. Clinical performance of fiber post restorations in endodontically treated teeth: 2-year results. *Int J Prosthodont.* 2007 May-Jun;20(3):293-8.
22. Naumann M, Reich S, Nothdurft FP, Beuer F, Schirrmeister JF, Dietrich T. Survival of glass fiber post restorations over 5 years. *Am J Dent.* 2008 Aug;21(4):267-72.
23. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, Kielbassa AM. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod.* 2009 Nov;35(11):1477-82.
24. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent.* 2007 Nov;35(11):827-35.
25. 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.

26. Sano H, Kanemura N, Burrow MF, Inai N, Yamada T, Tagami J. Effect of operator variability on dentin adhesion: students vs. dentists. *Dent Mater J*. 1998 Mar;17(1):51-8.
27. Miyazaki M, Onose H, Moore BK. Effect of operator variability on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am J Dent*. 2000 Apr;13(2):101-4.
28. Jacobsen T, Söderholm KJ, Yang M, Watson TF. Effect of composition and complexity of dentin-bonding agents on operator variability – analysis of gap formation using confocal microscopy. *Eur J Oral Sci*. 2003 Dec;111(6):523-8.
29. Peschke A, Blunck U, Roulet JF. Influence of incorrect application of a water-based adhesive system on the marginal adaptation of Class V restorations. *Am J Dent*. 2000 Oct;13(5):239-44.
30. Peutzfeldt A, Asmussen E. Adhesive systems: effect on bond strength of incorrect use. *J Adhes Dent*. 2002 Fall;4(3):233-42.
31. Simonetti M, Radovic I, Vano M, Chieffi N, Goracci C, Tognini F, Ferrari M. The influence of operator variability on adhesive cementation of fiber posts. *J Adhes Dent*. 2006 Dec;8(6):421-5.
32. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1994 Jun;71(6):565-7.
33. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater*. 2001 Sep;17(5):422-9.
34. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent*. 2002 Apr;87(4):431-7.
35. Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endod*. 2002 May;28(5):355-60.
36. Kurtz JS, Perdigão J, Geraldelli S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth-colored posts, effect of sealer, dentin adhesive, and root region. *Am J Dent*. 2003 Sep;16 Spec No:31A-36A.
37. 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.
38. Grandini S, Sapio S, Goracci C, Monticelli F, Ferrari M. A one step procedure for luting glass fibre posts: an SEM evaluation. *Int Endod J*. 2004 Oct;37(10):679-86.

39. Bell AM, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. *J Dent*. 2005 Aug;33(7):533-9.
40. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent*. 2005 Sep-Oct;30(5):627-35.
41. 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.
42. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*. 2005 Aug;31(8):584-9.
43. 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.
44. Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, Scotti R. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin. *J Endod*. 2006 Oct;32(10):985-8.
45. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):809-18.
46. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent*. 2006 Jul;96(1):41-6.
47. Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, Ferrari M. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1174-7.
48. D'Arcangelo C, D'Amario M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M, Caputi S. Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *J Endod*. 2007 Nov;33(11):1378-82.
49. Faria e Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod*. 2007 Sep;33(9):1078-81.
50. Valandro LF, Baldissara P, Galhano GA, Melo RM, Mallmann A, Scotti R, Bottino MA. Effect of mechanical cycling on the push-out bond strength of fiber posts adhesively bonded to human root dentin. *Oper Dent*. 2007 Nov-Dec;32(6):579-88.

51. D'Arcangelo C, D'Amario M, Vadini M, Zazzeroni S, De Angelis F, Caputi S. An evaluation of luting agent application technique effect on fibre post retention. *J Dent*. 2008 Apr;36(4):235-40.
52. Kececi AD, Kaya U, Adanir N. Micro push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Jan;105(1):121-8.
53. Menezes MS, Queiroz EC, Campos RE, Martins LR, Soares CJ. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. *Int Endod J*. 2008 Jun;41(6):476-84.
54. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008 Aug;34(8):1006-10.
55. Ohlmann B, Fickenscher F, Dreyhaupt J, Rammelsberg P, Gabbert O, Schmitter M. The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts. *J Dent*. 2008 Jan;36(1):87-92.
56. Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cements systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater*. 2008 Mar;24(3):372-7.
57. Vano M, Cury AH, Goracci C, Chieffi N, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. Retention of fiber posts cemented at different time intervals in canals obturated using an epoxy resin sealer. *J Dent*. 2008 Oct;36(10):801-7.
58. Amaral M, Santini MF, Wandscher V, Amaral R, Valandro LF. An in vitro comparison of different cementation strategies on the pull-out strength of a glass fiber post. *Oper Dent*. 2009 Jul-Aug;34(4):443-51.
59. Lima LRC. Influência do sistema de cimentação adesiva e da fonte de luz fotoativadora na resistência à extrusão de pinos de fibra de vidro [dissertação]. Araraquara: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2009.
60. Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Mazzotti G, Di Lenarda R, Ferrari M, Breschi L. Push-out stress for fibre posts luted using different adhesive strategies. *Eur J Oral Sci*. 2009 Aug;117(4):447-53.
61. Naumann M, Metzdorf G, Fokkinga W, Watzke R, Sterzenbach G, Bayne S, Rosentritt M. Influence of test parameters on in vitro fracture resistance of post-endodontic restorations: a structured review. *J Oral Rehabil*. 2009 Apr;36(4):299-312.

62. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent*. 2009 Nov;102(5):306-12.
63. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent*. 1999 Winter;1(4) :299–309.
64. Perdigão J, Geraldeli S, Lee IK, Push-out bond strengths of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. *Am J Dent*. 2004 Dec;17(6):422-6.

APÊNDICE

Roteiro com o protocolo dos procedimentos de cimentação dos pinos de fibra de vidro

ROTEIRO COM O PROTOCOLO DOS PROCEDIMENTOS DE CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO

Cada profissional (CD) e cada acadêmico (AC) deverá cimentar três pinos de fibra de vidro, um correspondendo a cada subgrupo (Quadro 1):

Grupos (Operador)	Subgrupos	Sistema Adesivo	Cimento Resinoso
Profissional (CD)	CD1	Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Uso	RelyX TM ARC
	CD2	Adper Single Bond TM 2	RelyX TM ARC
	CD3	-----	RelyX TM U100
Acadêmico (AC)	AC1	Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Uso	RelyX TM ARC
	AC2	Adper Single Bond TM 2	RelyX TM ARC
	AC3	-----	RelyX TM U100

Quadro 1 - Grupos Experimentais

- **Primeiro passo: limpeza dos pinos** - Previamente as cimentações, os pinos de fibra de vidro deverão sofrer um processo de desgorduramento por meio de limpeza com álcool 70%.

- **Segundo passo: limpeza dos condutos** - Para os subgrupos que irão utilizar o cimento RelyX ARC, após o preparo mecânico dos canais, os canais devem ser irrigados com 10 mL de água destilada e secos com 3 segundos de jato de ar e 2 pontas de papel absorvente calibre 80; e, em seguida, realizar-se o procedimento de cimentação. Já, para os subgrupos que irão utilizar o cimento RelyX U100, a limpeza dos canais será realizada com 10 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2.5 %, sendo realizada uma irrigação final com 10 mL de água destilada, e os canais deverão ser secos com 3 segundos de jato de ar e 2 pontas de papel absorvente calibre 80; e, em seguida, realizar-se o procedimento cimentação.

- **Terceiro passo: cimentação propriamente dita** – de acordo com os seguintes subgrupos experimentais (Quadro 2):

- **Quarto passo: armazenamento dos corpos-de-prova** - Após esses procedimentos de cimentação, todas as raízes serão armazenadas em água destilada em 100% de umidade a 37° C durante uma semana.

Subgrupos de Estudo	Sistemas Adesivos	Modo de Aplicação	Cimentos Resinosos	Modo de Aplicação
CD1 e AC1	Adper Scotchbond ^{MR} Multi-Purpose	1- Aplicar Scotchbond Ácido de Ataque no interior do canal endodôntico por 15 s, lavar abundantemente durante 15 s, e remover excessos de água com 5 s de jato de ar e 1 ponta de papel absorvente. 2- Aplicar o Ativador no interior do canal endodôntico com auxílio de um <i>microbrush</i>, remover excesso com jato de ar por 5 s. 3- Aplicar o Primer no interior do canal endodôntico com auxílio de um <i>microbrush</i>, remover excesso com jato de ar por 5 s. 4- Aplicar o Catalisador no interior do canal endodôntico com auxílio de um <i>microbrush</i>.	RelyX TM ARC	Manipular as pastas em mesma proporção durante 10 s, aplicar o cimento ao redor e no interior do canal endodôntico com auxílio de uma seringa específica, assentar o pino no interior do conduto, remover o excesso de cimento e fotoativar por 40 s através da superfície oclusal.
CD2 e AC2	Adper Single Bond TM 2	1- Aplicar Scotchbond Ácido de Ataque no interior do canal endodôntico por 15 s; lavar abundantemente durante 15 s, e remover excessos de água com 5 s de jato de ar e 1 ponta de papel absorvente. 2- Aplicar 2 camadas consecutivas do Sistema Adesivo no interior do canal com auxílio de um <i>microbrush</i>, secar com jato de ar por 5 s para evaporar o solvente, e fotoativar por 10 s.		
CD3 e AC3	_____	_____	RelyX TM U100	Manipular as pastas em mesma proporção durante 20 s, aplicar o cimento ao redor e no interior do canal endodôntico com auxílio de uma seringa específica, assentar o pino no interior do conduto, remover o excesso de cimento e fotoativar por 20 s através da superfície oclusal.

Quadro 2 – Subgrupos de estudo e modo de aplicação dos materiais utilizados (sistemas adesivos e cimentos resinosos)

ANEXO A

Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da
Universidade Estadual de Ponta Grossa. COEP - UEPG



PARECER Nº 50/2008
Protocolo: 13033/08

Em reunião Ordinária, realizada dia 30 de outubro de 2008, a Comissão de Ética em Pesquisa, APROVOU o protocolo de pesquisa intitulado "**Análise da Resistência de União entre Pino de Fibra e Dentina Radicular por meio dos testes de microtração e push-out**" de responsabilidade do pesquisador Abraham Lincoln Calixto .

Ponta Grossa, 30 de outubro de 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP


Profª. MSc. Marlene Harger Zimmermann
Coordenadora

ANEXO B

Aprovação da ementa pela Comissão de Ética em Pesquisa da
Universidade Estadual de Ponta Grossa. COEP - UEPG



PARECER Nº 53/2009
Protocolo: 04457/09

Em reunião ordinária realizada dia 28 de Maio de 2009, a Comissão de Ética em Pesquisa, **APROVOU** a Ementa referida ao protocolo de pesquisa intitulado "**Análise da Resistência de União entre Pino de Fibra e Dentina Radicular por meio dos testes de microtração e push-out**" de responsabilidade do pesquisador Abraham Lincoln Calixto.

Ponta Grossa, 17 de Agosto de 2009.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Prof. Dr. Ulisses Coelho
Coordenador