

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA - MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

FELIPE AUGUSTO VILLA VERDE

**INFLUÊNCIA DA TRANSLUCIDEZ DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO E TEMPO DE
FOTOATIVAÇÃO DE UM CIMENTO DUAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À
DENTINA RADICULAR**

**PONTA GROSSA
2012**

FELIPE AUGUSTO VILLA VERDE

**INFLUÊNCIA DA TRANSLUCIDEZ DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO E TEMPO DE
FOTOATIVAÇÃO DE UM CIMENTO DUAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO 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. João Carlos Gomes

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

**PONTA GROSSA
2012**

V712i Villa Verde, Felipe Augusto
Influência da translucidez de pinos de fibra de vidro e tempo de fotoativação de um cimento dual na resistência da união à dentina radicular / Felipe Augusto Villa Verde . Ponta Grossa, 2012.
84 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia – área de concentração : Dentística Restauradora), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes
Co-orientadora : Profª Drª Osnara Maria Mongruel Gomes

1. Cimentos resinosos. 2. Pinos de fibra. 3. Translucidez.
4. Opacidade. 5. Push-out. 6. Resistência de união. I. Gomes, João Carlos.
II. Gomes, Osnara Maria Mongruel. III.T.

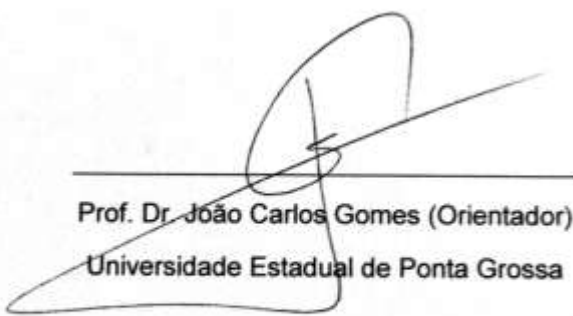
CDD : 617.6

FELIPE AUGUSTO VILLA VERDE

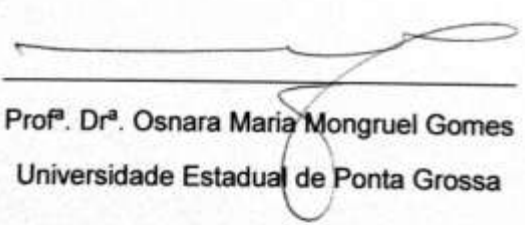
INFLUÊNCIA DA TRANSLUCIDEZ DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO E TEMPO DE FOTOATIVAÇÃO DE UM CIMENTO DUAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA RADICULAR

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.

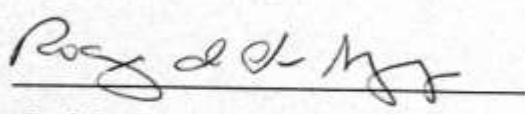
Ponta Grossa, 27 de fevereiro de 2012.



Prof. Dr. João Carlos Gomes (Orientador)
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Profª. Drª. Osnara Maria Mongruel Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa



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

Dedico essa dissertação à minha querida esposa Franciele Magali Dalbosco. Foi pelo seu amor, confiança e incentivo que cheguei até aqui. Agradeço do fundo do coração por todas as palavras positivas que sempre me levaram para frente. Saiba que todas as minhas conquistas até aqui só foram possíveis graças a você e ao seu apoio incondicional!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, por iluminar o meu caminho, orientando meus passos com saúde, determinação e coragem, sempre colocando em minha vida pessoas especiais, determinantes para meu sucesso pessoal e profissional.

A minha amada esposa, **Franciele Magali Dalbosco** por estar presente cada instante da minha vida. Pelos momentos especiais, principalmente naqueles onde mesmo cheio de atividades profissionais, compreendeu, apoiou e me deu forças para continuar em frente. Obrigado por acreditar no meu sucesso. Te amo!

A minha querida filha **Thalissa de França Villa Verde**, pelo amor e carinho. Mesmo longe, tenha sempre certeza do meu amor por você.

Aos meus pais, **Lucinei Augusto Villa Verde e Nilce Maria dos Santos Villa Verde**, por todos os ensinamentos, compreensão, incentivos para o crescimento pessoal e profissional e por todas as palavras de carinho. Graças a vocês meu caminho sempre foi abençoado. Minha eterna gratidão. Fico sem palavras para agradecer tudo o que fazem pelos filhos. Tenho muito orgulho de fazer parte desta família, tenho certeza de que não seria nada sem vocês na minha vida!

Ao meu irmão **Leonardo Villa Verde** e sua esposa **Eveline Paludo**, pelos momentos de alegria, companheirismo e amizade.

A **Universidade Estadual de Ponta Grossa**, na pessoa do Magnífico Reitor João Carlos Gomes por toda estrutura oferecida e pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

A **Coordenação do Curso de Mestrado em Odontologia** da UEPG, na pessoa da Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes, por toda ajuda prestada e ao seu empenho contínuo para o crescimento da pós-graduação em Odontologia, além do apoio para concretização deste trabalho.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de Mestrado.

Ao **Laboratório de Ensaios Mecânicos**, localizado no Centro Interdisciplinar de Pesquisa e Pós-Graduação (CIPP) da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela utilização dos equipamentos necessários para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. João Carlos Gomes**, obrigado por todo o conhecimento transmitido, pelos momentos de atenção, orientação e confiança depositados.

A **Profª. Osnara Maria Mongruel Gomes**, por toda a dedicação com que trata os cursos de pós-graduação e os alunos que deles fazem parte. Obrigado pelos momentos de atenção, co-orientação e conselhos tão importantes durante o curso. Parabéns pela forma como conduz a coordenação deste Mestrado em Odontologia.

Ao **Prof. Fábio André dos Santos** pelo apoio na realização da estatística desta dissertação, além dos ensinamentos prestados e pelo trabalho para o crescimento da pós-graduação.

Ao **Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio** e à **Profª. Dra. Alessandra Reis** pelo empenho e dedicação com que conduzem a pesquisa e o desenvolvimento da pós-graduação.

Ao **Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto**, obrigado pela amizade, apoio, incentivo e todas as palavras de carinho que sempre serão lembradas.

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 dedicação ao ensino desta área tão nobre odontologia.

Ao técnico de laboratório **Dr. Milton Domingos Michél**, obrigado por toda a ajuda prestada para a realização deste estudo.

As funcionárias **Morgana, Janaína e Cida**, por toda a colaboração e amizade.

Aos meus colegas de mestrado, **Ana Cristina, Antonio, Andres Felipe, Lucas, John, Max, Márcia, Letícia, Viviane, Issis, Bruna Benso, Bruna Bittencourt, Elize, Rosana, Wagner, Alessandra, Luísa**, pelos ótimos momentos proporcionados, pela convivência e “paciência” nestes dois anos, que certamente serão lembrados e comemorados pela vida toda.

Aos professores **Caetano dos Santos Marochi e Nelson Scholz**, obrigado pelos ensinamentos, experiências e oportunidades.

Aos amigos e colegas **Antonio Lucas Scholz, Carlos Kose e Cristian Higashi**, pela amizade, companheirismo e conhecimentos compartilhados.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização do curso de mestrado e desta dissertação.

DADOS CURRICULARES

Felipe Augusto Villa Verde

NASCIMENTO 19.09.1983	Cascavel, Paraná – Brasil
FILIAÇÃO	Nilce Maria dos Santos Villa Verde Lucinei Augusto Villa Verde
2001 – 2005	Curso de Graduação Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Cascavel, Paraná, Brasil.
2008 – 2009	Curso de Especialização em Dentística Restauradora. Escola de Aperfeiçoamento Profissional - Associação Brasileira de Odontologia – Ponta Grossa, Paraná, Brasil.
2008 – 2011	Membro ativo da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica (SBPqO). São Paulo – Brasil.
2010 – Andamento	Curso de Pós-graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – Brasil.

RESUMO

Villa Verde FA. **Influência da translucidez de pinos de fibra de vidro e tempo de fotoativação de um cimento dual na resistência de união à dentina radicular.** [Dissertação de Mestrado em Dentística Restauradora] Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2012.

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar por meio do teste de *push-out*, se a utilização de pinos de fibra de vidro opaco (Exacto – Angelus [PO]) e translúcido (Exacto Translúcido – Angelus [PT]), cimentados adesivamente no canal radicular com cimento resinoso de presa dual (Variolink II – Ivoclar Vivadent) sob diferentes tempos de fotoativação apresentavam influência na resistência de união nos três diferentes terços do canal radicular. Quarenta e oito pré-molares unirradiculares humanos extraídos foram selecionados no Banco de Dentes da UEPG para a pesquisa. Tiveram suas coroas seccionadas para formar raízes com 15 mm de comprimento. Todos os dentes receberam tratamento endodôntico e em seguida foram divididos em 6 grupos (n=8), para receber a cimentação de acordo com o tipo de pino de fibra de vidro (opaco vs translúcido) e com o tempo de fotoativação do cimento resinoso (20, 40 e 60 segundos). Após o armazenamento em água a 37° C por uma semana, os dentes foram embutidos em resina acrílica e seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo para formar discos de 1 mm de espessura, sendo 2 discos para cada terço radicular, e em seguida foram levados à máquina de ensaios universal. 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 os grupos nos terços cervical, médio e apical foram respectivamente: PO20 – 21,02 ± 3,52, 15,83 ± 4,94 e 10,48 ± 5,20; PO40 – 14,42 ± 3,98, 12,12 ± 4,40 e 11,59 ± 4,89; PO60 – 16,27 ± 7,14, 13,33 ± 5,22 e 16,99 ± 7,82; PT20 – 18,34 ± 5,47, 10,83 ± 4,63 e 9,98 ± 4,76; PT40 – 17,51 ± 6,55, 14,06 ± 3,85 e 10,95 ± 4,65; PT60 – 19,42 ± 5,86, 15,35 ± 5,43 e 12,77 ± 5,93. Não foram observadas diferenças significativas entre os tipos de pino de fibra utilizados e os diferentes tempos de fotoativação (p > 0,05); em relação à região radicular foram encontradas diferenças estatisticamente significativas somente entre o terço cervical e os demais terços (p > 0,05). Pode-se concluir que a resistência de união do canal radicular não foi afetada pelo tipo de pino de fibra de vidro (opaco vs translúcido) e tempo de fotoativação.

Palavras-chave: Cimentos resinosos. Pinos de fibra. Translucidez. Opacidade. Push-out. Resistência de união.

ABSTRACT

Villa Verde FA. **Influence the translucence of glass fiber posts and time of photoactivation of a dual cement bond strength to root dentin.** [Dissertação de Mestrado em Dentística Restauradora] Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2012.

The aim of this study was to evaluate *in vitro* through the *push-out* test, if the use of opaque glass fiber posts (Exacto – Angelus [PO]) and translucent (Exacto Translucent – Angelus [PT]), adhesively cemented into the root with dual resin cement (Variolink II - Ivoclar Vivadent) under different polymerization time had an influence on the bond strength in three different root canal thirds. Forty-eight single-rooted extracted human premolars were selected from the Tooth Bank UEPG for research. They had their crowns sectioned to form roots with 15 mm in length. All teeth received endodontic treatment and then were divided into 6 groups (n=8), to receive the cementation according to the type of glass fiber post (opaque vs. translucent) and the time of photoactivation of resin cement (20, 40 and 60 seconds). After storage in water at 37° C for one week, the teeth were embedded in acrylic resin and sectioned perpendicular to its long axis to form discs 1 mm thick, with two discs for each root third, and then were taken to the machine universal testing. The *push-out* test was performed at a speed of 0.5 mm/min. The data were statistically analyzed by ANOVA and Tukey's test ($p = 0.05$). The mean values of bond strength (MPa) and standard deviation (SD) for groups in the cervical third, middle and apical regions were: PO20 - 21.02 ± 3.52 , 15.83 ± 4.94 and 5.20 ± 10.48 ; PO40 - 14.42 ± 3.98 , 12.12 ± 4.40 and 11.59 ± 4.89 ; PO60 - 16.27 ± 7.14 , 13.33 ± 5.22 and 16.99 ± 7.82 ; PT20 - 18.34 ± 5.47 , 10.83 ± 4.63 and 9.98 ± 4.76 ; PT40 - 17.51 ± 6.55 , 14.06 ± 3.85 and 10.95 ± 4.65 ; PT60 - 19.42 ± 5.86 , 15.35 ± 5.43 and 12.77 ± 5.93). There were no significant differences between the types of fiber posts used and the different times of polymerization ($p > 0.05$) in relation to the root area were statistically significant differences only between the cervical and the other thirds ($p > 0.05$). It can be concluded that the bond strength of the root canals was not affected by the type of glass fiber post (opaque vs. translucent) and photoactivation time.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Dente com coroa seccionada e medindo 15 mm de comprimento.....	53
Figura 2	- Tratamento endodôntico – A – Irrigação com Hipoclorito; B – Lima flexofile # 25; C – Lima # 30; D – Lima # 35; E – Lima # 40.....	53
Figura 3	- Tratamento endodôntico – A – Lima # 45 com 14 mm; B – Lima # 50 com 13 mm; C – Lima # 55 com 12 mm.....	54
Figura 4	- Tratamento endodôntico – Sequência de obturação do conduto pela técnica de Schilder – A – Aplicação de EDTA e lavagem do conduto; B – Secagem do conduto com cone de papel absorvente; C – Prova do cone de guta percha principal # 40; D - Obturação pela técnica de Schilder com espaçador digital cortado previamente.....	54
Figura 5	A – Preparo inicial do conduto com brocas gattes #4 e #5; B - Preparo final do conduto com broca específica do pino; C – Radiografia para observação da completa limpeza das paredes do conduto.....	55
Figura 6	A – Marcação da região do corte; B - Corte do pino com disco diamantado em baixa rotação previamente à cimentação.....	58
Figura 7	A – Condicionamento ácido; B – Lavagem abundante do conduto; C – Secagem com cones de papel absorvente; D – Aplicação do sistema adesivo.....	58
Figura 8	A – Adesivo dual sendo aplicado no conduto; B – Remoção dos excessos de adesivo com cones de papel absorvente; C – Fotoativação do sistema adesivo dual por 20 s.....	59
Figura 9	A – Proporções do cimento resinoso base + catalisador; B – Manipulação do cimento; C – Preenchimento da seringa com cimento; D – Adaptação do êmbolo; E – Aplicação do cimento no conduto.....	60
Figura 10	A – Posicionamento do pino no conduto; B – Inserção com pressão constante; C – Inserção do pino até encontrar resistência apical; D – Fotopolimerização do conjunto conforme a distribuição dos grupos (20, 40 e 60 segundos).....	61
Figura 11	A – Raiz inserida na resina acrílica; B – Remoção do cano de PVC; C – Raiz embutida pronta para o corte; D – Dispositivo para adaptação da raiz para ser levada à máquina de cortes; E – Raiz colada no dispositivo com cera pegajosa; F e G – Raiz sendo seccionada.....	62

Figura 12	Representação esquemática do corte das raízes e das medidas dos espécimes obtidos.....	63
Figura 13	A – Espécime medindo 1 mm de espessura com demarcação da face coronal; B – Cilindro com orifício central e ponta ativadora; C e D– Ponta ativadora em ação posicionada no centro do pino de fibra de vidro.....	64
Figura 14	Figuras esquemáticas dos padrões de fratura: A – Fratura adesiva em dentina; B – Fratura adesiva no pino de fibra; C – Fratura Mista; D – Fratura Coesiva no pino.....	65
Figura 15	Gráfico representando as porcentagens (%) dos tipos de fratura ocorridos nos espécimes submetidos aos testes de <i>push-out</i> . Adesiva em Dentina: fratura na interface cimento resinoso/dentina; Adesiva no Pino de Fibra: fratura na interface cimento resinoso/pino de fibra; Mista: fratura atinge tanto a interface cimento resinoso/dentina e interface cimento resinoso/pino de fibra.....	68
Quadro 1	- Distribuição dos grupos experimentais.....	56
Quadro 2	- Especificação dos materiais utilizados na pesquisa.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para os grupos levando em consideração o pino de fibra de vidro opaco nos diferentes tempos de fotoativação (20, 40 e 60 segundos) nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical).....	66
Tabela 2	- Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para os grupos levando em consideração o pino de fibra de vidro translúcido nos diferentes tempos de fotoativação (20, 40 e 60 segundos) nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical).....	66
Tabela 3	- Porcentagens (%) dos Padrões de fratura dos espécimes submetidos ao teste de <i>push-out</i> e analisados em microscopia óptica.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
BDH	Banco de dentes humanos
cm	Centímetro
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CT	Comprimento de trabalho
DP	Desvio padrão
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
FRC	Pino de fibra
G	Grupo
h	Hora
<i>h</i>	Espessura
H ₃ PO ₄	Ácido fosfórico
ISO	Organização Internacional para Padronização (International Organization for Standardization)
Kg	Quilograma
JCE	Junção cimento-esmalte
µm	Micrômetro
LED	Light emitter diode (Diodo emissor de luz)
LC	Light curing (fotopolimerizável)
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MPa	Megapascal
min	Minuto
mm	Milímetro
mm ²	Milímetros quadrado
mm/min	Milímetro por minuto
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
n	Número amostral
N	Newton
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NLC	No light curing (não fotopolimerizável)
PO	Pino opaco
PT	Pino translúcido
PVC	Policloreto de vinila
R	Raio coronário
r	Raio apical
rpm	Rotações por minuto
RU	Resistência de união
s	Segundo
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
vs	Versus
ZIRD	Zona de interdifusão resina/dentina
µTBS	Resistência de união
10-MDP	Methacryloxyalkyl monômero ácido fosfórico

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Número
=	Igual
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
&	E
<	Menor
≤	Menor ou igual
>	Maior
≥	Maior ou igual
X	Aumento de lente óptico
°C	Grau Célsius
n°	Número
p	Significância estatística

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3	PROPOSIÇÃO.....	51
3.1	Proposição geral.....	51
3.2	Proposição específica.....	51
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	52
4.1	Delineamento do experimento e seleção dos dentes.....	52
4.2	Preparos dos dentes.....	52
4.3	Preparo dos condutos.....	55
4.4	Grupos experimentais e materiais utilizados.....	56
4.5	Cimentação dos pinos.....	57
4.6	Preparo dos espécimes.....	61
4.7	Teste <i>push-out</i>	63
4.8	Análise dos padrões de fratura.....	64
4.9	Análise estatística.....	67
5	RESULTADOS.....	66
6	DISCUSSÃO.....	69
7	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78
	ANEXO – Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.....	83

1 INTRODUÇÃO

Na odontologia restauradora, dentes com estruturas dentárias perdidas por lesões cariosas ou fraturas, muitas vezes precisam de tratamentos radicais da polpa para obter sucesso e estabilidade clínica. Sendo assim, dentes com paredes cavitárias suportadas por estrutura dentária sadia, não necessitam de qualquer reforço intra-canal. No entanto, quando apresentam grande comprometimento estrutural, é de senso comum que uma reconstrução com núcleo intra-canal é necessária previamente ao tratamento reabilitador protético (Goracci e Ferrari¹ 2011).

Nos últimos anos, com a evolução das técnicas adesivas e materiais resinosos, a escolha do material utilizado para restaurar dentes tratados endodonticamente tem mudado do uso exclusivo de materiais rígidos (ligas metálicas, ouro ou dióxido de zircônia) para materiais que apresentam algumas características mecânicas mais próximas da dentina (resinas compostas e pinos de fibra). Desta forma, uma unidade mecanicamente mais homogênea pode ser criada (Pest et al.² 2002), promovendo ótima retenção e favorável distribuição do estresse gerado dentro canal radicular. Estudos mostram que o uso destes materiais reduz o risco de fraturas, já que seu módulo de elasticidade é similar ao da dentina (Asmussen et al.³ 1999).

Os pinos de fibra de carbono foram os primeiros introduzidos na odontologia restauradora como alternativa aos pinos metálicos. No entanto, apresentavam o inconveniente da coloração escura, limitando esteticamente o tratamento em dentes anteriores. Na busca por uma alternativa esteticamente mais favorável, foram subsequenteiramente substituídos por pinos de fibra de vidro branco-opacos. Esta evolução permitiu que dentes anteriores com condições de maior exigência estética pudessem ser reforçados internamente por materiais mais compatíveis em relação à cor. Entretanto, com a necessidade da cimentação adesiva utilizando cimentos fotoativados ou de cura dual, busca-se um pino de fibra que permitia a passagem de luz da unidade fotopolimerizadora até regiões mais profundas do conduto radicular e que melhora ainda mais as propriedades estéticas

dos dentes anteriores reabilitados com estes materiais. A partir desta necessidade, surgiram os pinos de fibra de vidro translúcidos (Giachetti et al.⁴ 2009).

Estes pinos de fibra translúcidos poderiam permitir que a luz fosse transmitida para o interior do canal radicular. Isto levaria ao aumento do grau de conversão dos cimentos duais, com melhoria das propriedades mecânicas, como módulo de elasticidade e dureza. Contudo, a habilidade de transmitir luz através do pino tem de ser determinada (Ferrari et al.⁵ 2001).

Segundo alguns autores, a cimentação de pinos de fibra de vidro que não permitem a transmissão de luz utilizando cimentos resinosos duais, resultam em menores porcentagens de conversão em comparação aos pinos de fibra que permitem a passagem de luz (Radovic et al.⁶ 2009). Pesquisas demonstraram que as diferenças na resistência de união entre pinos de fibra de vidro e pinos de fibra de carbono sugerem que a quantidade de luz transmitida pelos pinos de fibra de vidro permite a cura do agente de cimentação até a região apical da raiz. Conseqüentemente, maior resistência de união nos testes de *push-out* poderia ser encontrada com os pinos de fibra de vidro nos terços médio e apical do que nos pinos de fibra de carbono (Mumcu et al.⁷ 2010).

Como alternativa para garantir a efetividade da polimerização dos cimentos resinosos dentro dos condutos radiculares em áreas onde a luz do fotopolimerizador pode chegar com dificuldade ou até mesmo estar ausente, existem os cimentos de polimerização química. Estes cimentos apesar de proporcionarem maior grau de conversão, quando utilizados para cimentação de pinos apresentam dificuldades no controle do tempo de trabalho. Já os cimentos resinosos fotopolimerizáveis apresentam tempo de trabalho suficiente, porém não garantem completa polimerização em determinadas regiões (Giachetti et al.⁴ 2009). Neste sentido, a utilização dos cimentos de polimerização dual pode permitir um equilíbrio do tempo de trabalho e ainda proporcionar adequado grau de conversão quando utilizados com pinos translúcidos.

No entanto, pesquisas sugerem que mesmo com a passagem de luz através do pino de fibra translúcido, esta propagação não teria influência significativa nos valores de resistência de união, por isso são necessários mais estudos que comprovem a efetividade da cimentação adesiva de pinos (Mallman et al.⁸ 2007).

Baseando-se nestes conceitos, é importante a realização de testes de resistência de união à dentina radicular com o objetivo de comprovar a eficácia da cimentação adesiva dual com pinos de fibra de vidro, proporcionando suporte científico à prática clínica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Ferrari et al.⁵ (2001) pesquisaram técnicas para adesão de pinos de fibra à dentina radicular, por meio da formação de *tags*, extensões laterais dos adesivos e zona de inter-difusão resina-dentina (ZIRD) observados em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Utilizaram 40 dentes unirradiculares humanos que receberam tratamento endodôntico, e foram divididos em 4 grupos (n=10), de acordo com os procedimentos adesivos: G1- sistema adesivo One Step (Bisco) aplicado com um pincel fornecido pelo 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 fotoativado + 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 foram realizados 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.

Boschian Pest et al.⁹ (2002) avaliaram cimentos resinosos e resinas compostas utilizadas para cimentação de pinos endodônticos por meio do teste de resistência de união e observações em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Utilizaram oitenta dentes unirradiculares tratados endodonticamente, que receberam pinos de fibra de vidro (Tech21Xop, Dentatus) e de carbono (Tech2000, RTD) cimentados com cimentos resinosos e resina composta de baixa viscosidade. Para o *push-out*, cinquenta raízes foram seccionadas transversalmente para formar discos de 2 mm, e armazenadas em água destilada por 24 horas para após serem submetidos aos testes, com velocidade de 0,5 mm/min. em uma máquina de ensaio universal. Os espécimes selecionados para observação em MEV (30) foram seccionados no sentido do seu longo eixo e preparados para futura observação. Todos os grupos apresentaram altos valores de resistência de união (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.

Monticelli et al.¹⁰ (2003) realizaram um estudo prospectivo avaliando a performance clínica de três tipos de pinos de fibra translúcidos num período de 2 a 3 anos. Os autores selecionaram 225 pacientes com um pré-molar com necessidade de tratamento endodôntico, seguido de tratamento com restauração usando pino de fibra de vidro e coroa cerâmica. As amostras foram divididas em três grupos com 75

pacientes cada: o mesmo tipo de pino foi utilizado em todos os pacientes segundo os grupos: Grupo 1 - Aesthetic Plus; Grupo 2 - DT e Grupo 3 - FRC Postec. Para cimentação dos pinos, um adesivo fotoativado (One-Step) e um cimento resinoso dual (Duo-Link) foi aplicado no grupo 1 e 2, enquanto que os materiais autopolimerizáveis (Excite DSC como adesivo e MultiLink como cimento resinoso) foram utilizados no grupo 3. Após 6, 12 e 24 meses, os pacientes foram reavaliados clínica e radiograficamente. Para alguns pacientes, o acompanhamento de 30 meses foi também realizado. Como resultado, os autores relataram o deslocamento total de 8 casos (3,5%); em outros 6 casos, a recorrência de lesão periapical foi relatada. Com isso, concluíram que a análise estatística não revelou nenhuma diferença significativa na taxa de sobrevida entre os pinos estudados, sugerindo que todos são igualmente confiáveis para uso clínico.

Hedlund et al.¹¹ (2003), estudaram a retenção de pinos intraradiculares pré-fabricados produzidos com diversos materiais recentemente utilizados na odontologia. Os pinos estudados foram CosmoPost, CompositPost fibra de carbono, CompositPost aestheti-Plus, CompositPost Light-Post e Para Post Fiber White. Os pinos foram cimentados em dentes pré-molares e os núcleos foram construídos com as resinas compostas recomendadas pelos fabricantes. A cimentação dos pinos individualizados foi realizada com cimento fosfato de zinco. A máquina de ensaios universal foi utilizada para determinar a retenção de cada pino cimentado. Os dados foram analisados por ANOVA suplementado com PLSD Fisher com nível de significância de $p < 0,05$. Apenas os resultados do sistema CosmoPost apresentaram valores de retenção significativamente menores do que os pinos individuais em liga de ouro cimentados com cimento de fosfato de zinco. A força necessária para o deslocamento dos espécimes CosmoPost foi significativamente menor do que o necessário para soltar o CompositPost aestheti-Plus ($p < 0,05$) e o CompositPost Light-post ($p < 0,001$). A força necessária para soltar os espécimes de ParaPost Fiber White foi significativamente menor do que para o sistema CompositPost Light Post ($p < 0,01$). Outras combinações não diferiram significativamente ($p > 0,05$). Quando pinos cerâmicos de óxido de zircônio foram cimentados com cimentos resinosos a ligação entre eles parece ser fraca. Sugerindo, no entanto, a necessidade de mais estudos para melhorar a retenção dos pinos cerâmicos ao canal radicular.

Giachetti et al.¹² (2004) pesquisaram o desempenho de sistemas adesivos e cimentos resinosos fotopolimerizáveis e de cura dual, para cimentação de pinos de fibra de vidro translúcidos, os quais foram avaliados pelos testes de *pull-out* e observação em MEV. Quarenta raízes receberam tratamentos endodônticos e foram divididas aleatoriamente em dois grupos com 20 espécimes cada: Grupo 1 – Sistema fotopolimerizável: Excite e Tetric Flow; Grupo 2 – Sistema dual: All Bond 2 + RelyX ARC. Pinos de fibra translúcidos foram utilizados (2,1/1,4 mm de diâmetro). Os dentes foram armazenados em solução de NaCl 0,9% à 37° C. Após uma semana, o teste de *pull-out* foi realizado em todos os espécimes. Dez espécimes testados para cada grupo e os seus pinos correspondentes foram analisados em MEV. Para análise estatística foi aplicado análise de variância de um critério (ANOVA). Como resultado, os autores não encontraram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) entre o grupo fotopolimerizável ($275,2 \pm 58,9$ N) e o grupo dual ($301,4 \pm 40,1$ N). As observações em MEV confirmaram a ótima adesão entre dentina e pino de fibra para qualquer dos grupos testados. No entanto, concluem considerando que o sistema dual All Bond 2 + RelyX ARC parece ser um método mais apropriado por permitir polimerização em áreas onde existe maior dificuldade do alcance da luz do fotopolimerizador. Por outro lado, na região apical, a polimerização incompleta do sistema fotopolimerizável Excite + Tetric Flow poderia melhorar a adaptação do pino e permitir uma distribuição mais uniforme do estresse ao longo das paredes do conduto.

Grandini et al.¹³ (2004) realizaram estudo para avaliar a capacidade de dois procedimentos para cimentação de pinos de fibra translúcidos na formação de *tags* de resina, ramificações adesivas laterais, e zonas de interdifusão resina/dentina (ZIRD). Quarenta dentes extraídos por motivos periodontais foram selecionados para o estudo. Foram aleatoriamente divididos em 4 grupos ($n = 10$): Grupo 1 – One Step, fotoativado (LC) por 20 segundos + cimento resinoso Dual Link (LC 20 segundos); Grupo 2 – One Step, sem fotoativação (NLC) + cimento resinoso Dual Link (LC 30 segundos); Grupo 3 – One Step (NLC) + cimento resinoso Dual Link (LC 60 segundos); Grupo 4 – One Step (NLC) + cimento resinoso Dual Link (LC 90 segundos). Foram cimentados 40 pinos de fibra translúcidos (pinos DT, RTD). Com os espécimes preparados, foram observados em MEV para visualização da ZIRD, presença ou ausência de *gaps*, a densidade e morfologia dos *tags* usando

uma escala de quatro etapas. Como resultado, os autores observaram a formação de ZIRD em todos os procedimentos de cimentação. Contudo, a análise microscópica da interface adesiva revelou que a porcentagem da ZIRD foi significativamente maior no grupo 1 do que nos outros três grupos ($p < 0,05$). O grupo 4 apresentou maior porcentagem de ZIRD do que o grupo 3, o qual exibiu maior porcentagem do que o grupo 2, mas estas diferenças não foram estatisticamente significantes ($p > 0,05$). A formação dos *tags* de resina foi evidente em todos os grupos testados. A característica de cone reverso dos *tags* de resina foi sempre notada no terço coronal e médio de todos os grupos, e no terço apical do grupo 1. No terço apical um comprimento menor e menos uniforme dos *tags* foi observado nos grupos 2, 3 e 4. Com isso, os autores concluem que quando um pino de fibra translúcido é cimentado com fotoativação do adesivo antes da inserção do cimento resinoso o resultado é mais satisfatório do ponto de vista da microscopia eletrônica de varredura, do que o procedimento envolvendo a fotoativação simultânea do adesivo e do cimento resinoso (procedimento em passo único).

Roberts et al.¹⁴ (2004) conduziram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito da polimerização com pinos de fibra translúcidos. Moldes em resina foram preenchidos com resina composta nas quais um pino translúcido foi inserido e fotopolimerizado segundo as recomendações do fabricante. Moldes idênticos sem um pino translúcido foi fotopolimerizado de maneira similar e serviu de controle. Os moldes foram seccionados com disco diamantado a distâncias pré-determinadas e a profundidade de polimerização foi mensurada usando dureza Knoop. Os dados de cada grupo foram analisados usando ANOVA de dois fatores. Com a realização dos testes não encontraram diferenças na dureza entre os grupos. Com isso, os resultados sugerem que estes pinos podem ter uma utilidade limitada quando analisados em relação à dureza Knoop.

Goracci et al.¹⁵ (2004) testaram diferentes técnicas de resistência de união. Confeccionaram espécimes em forma de palito, ampulheta e também testes de *push-out* para avaliação da resistência de união de pinos de fibra cimentados em dentina radicular. Foram utilizados 30 dentes unirradiculares humanos recentemente extraídos, que tiveram os canais radiculares tratados endodonticamente e, em seguida, foram divididos em 2 grupos ($n=15$) para receber a cimentação do pino de fibra de vidro (Ghimas White, Ghimas) de acordo com o cimento resinoso utilizado:

G1 –Variolink II/Excite DSC (Ivoclar, Vivadent) e G2 – RelyX Unicem (3M ESPE). Após uma semana da cimentação dos pinos, foram realizados os testes de resistência de união pela técnica do palito, microtração com ampulheta e realização dos testes de *push-out*. Quando foi utilizada ampulheta observou-se um grande número de falhas prematuras G1(16,9%) e G2 (27,5%) com valores de desvio padrão elevados. Nas amostras em forma de palito, apenas 5 palitos foram obtidos de 6 raízes, com o restante dos espécimes falhando prematuramente durante o corte. Nos testes de *push-out* não houve falhas prematuras, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável e as diferenças de resistência de união nos diferentes níveis radiculares puderam ser mensuradas. Em ambos os testes (microtração e *push-out*) os valores para o Grupo 1 foram superiores aos encontrados para o Grupo 2. Com isso, os autores concluíram que o teste de *push-out* parece ser mais confiável do que as técnicas de microtração para mensurações dos valores de resistência de união na cimentação de pinos de fibra.

Goracci et al.¹⁶ (2005) consideraram a hipótese nula de que a realização de procedimentos adesivos não resultavam em melhora na fixação de pinos de fibra de vidro com cimentos resinosos em dentes tratados endodonticamente. Para o estudo foram preparados 36 dentes unirradiculares humanos. Os pinos de fibra de vidro foram silanizados e cimentados aos condutos com um cimento resinoso autocondicionante (ED primer/Panavia 21) e um cimento resinoso convencional (Excite DSC/Variolink II), usados com ou sem o acompanhamento de adesivos dentinários. Resistência de união e a interface adesiva foram avaliadas usando discos para o teste de *push-out* e MEV. Os valores obtidos para os quatro subgrupos revelaram que somente o tipo de cimento influenciou significativamente a resistência de união ($p>0,05$). Os testes de múltiplas comparações mostraram que para ambos os cimentos resinosos, os valores dos espécimes cimentados sem o adesivo não foi diferente significativamente dos espécimes que foram cimentados com adesivo dentinário. Na presença da remoção incompleta da smear layer e fendas na interface, a resistência ao deslocamento dos pinos cimentados foi influenciada em grande parte pela fricção ao deslocamento. Os resultados estão de acordo com estudos de engenharia, em que uma importante contribuição para a força de fixação é o atrito de deslizamento interfacial.

Balbosh et al.¹⁸ (2006) pesquisaram o efeito do tratamento de superfície na retenção de pinos de fibra pré-fabricados cimentados com cimento resinoso e sujeitos ao envelhecimento. Trinta e dois dentes unirradiculares foram selecionados para o estudo. As coroas dos dentes foram removidas e as raízes receberam tratamento endodôntico. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n=8). Os condutos foram preparados no comprimento de 10 mm com instrumentos rotatórios. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (Alc, Alc-ED, Air, e Air-ED) com 8 espécimes cada. Antes da cimentação, os pinos de fibra de vidro receberam os seguintes tratamentos: Grupo Alc - limpeza ultrasônica em álcool 96% por 3 minutos; Grupo Alc-ED – limpeza ultrasônica em álcool 96% por 3 minutos e condicionamento com primer autopolimerizável (ED-Primer; Kuraray, Osaka, Japan) por 60 s; Grupo Air – abrasão com partículas de alumina 50 µm sob pressão de 2,5 bar por 5 s com distância de 30 mm e limpeza ultrasônica em álcool 96% por 3 min; e Grupo Air-ED – abrasão com partículas de alumina 50 µm, limpeza ultrasônica em álcool 96% por 3 min, e condicionamento com ED-Primer por 60 s. Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso (Panavia F) após condicionamento da dentina intra-canal com *primer* de dentina autopolimerizável (ED-Primer) e sem condicionamento ácido. Após a cimentação, os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 30 dias e submetidos às condições de envelhecimento com 7500 ciclos térmicos (5°C/55°C) e 300.000 ciclos de carga mecânica com 30 N. Para o teste de força retentiva, um parafuso guia na máquina de testes universal (Zwick Z010; Zwick, Ulm, Germany) foi usado para aplicar a carga paralelamente ao longo eixo dos pinos a uma velocidade de 2 mm/min. A porção do pino estendida para fora da raiz foi apreendida com um dispositivo individualizado. A força necessária para deslocar cada pino do conduto foi registrada. Os dados foram analisados por ANOVA de um critério e pós-teste de Tukey. Os pinos deslocados foram examinados microscopicamente em 8X e 20X para avaliação do padrão de fratura. Como resultado, encontraram as seguintes médias para os valores de retenção: Alc 375,9 ± 85,0; Alc-ED 421,2 ± 46,8; Air 534,8 ± 65,8; e Air-ED 555,8 ± 86,9. O grupo que usou partículas abrasivas nos pinos teve significativamente maior retenção comparado com pinos sem abrasivos. O tratamento dos pinos com ED-Primer previamente à cimentação não apresentaram efeito significativo na retenção. Os modos de falha foram puramente adesivas na interface pino/cimento resinoso para os pinos que não receberam abrasivos. Um modo de fratura mista, adesiva na

interface dentina/cimento, até a interface pino/cimento, e coesiva no cimento resinoso foi observada nos pinos submetidos ao jato abrasivo. Os autores concluem, que o tratamento da superfície dos pinos com ED-Primer antes da cimentação com cimento Panavia F não produziu melhora significativa na retenção dos pinos. Entretanto, o uso de partículas abrasivas como tratamento de superfície dos pinos proporcionou melhora significativa na retenção.

Kalkan et al.¹⁹ (2006) compararam a resistência de união de três diferentes tipos de pinos de fibra de vidro (opaco, translúcido e Vidro Elétrico) em três diferentes regiões do conduto. Sessenta dentes humanos unirradiculares foram selecionados. Os condutos foram preparados endodonticamente e obturados com gutta-percha. As raízes foram divididas em 3 grupos experimentais e posteriormente subdivididos em 2 subgrupos de acordo com o tempo (n=10). As raízes foram restauradas com um dos seguintes pinos segundo as recomendações dos fabricantes: Pino de fibra de vidro opaco (Snowpost), pino de fibra de vidro translúcido (FiberMaster) e pino de fibra de vidro elétrico (Everstick). Um primer autocondicionante (Clearfil Liner Bond) foi aplicado à dentina radicular. Um agente adesivo dual (Clearfil Liner Bond, Bond A e B) foi aplicado também à dentina radicular. Um cimento resinoso dual (Panavia F) foi misturado por 20 s e levado ao conduto radicular com lentulo para então receber o posicionamento dos pinos de fibra e fotoativação. Os espécimes foram armazenados em ausência de luz por 24 horas por 1 semana após os procedimentos de cimentação. As raízes foram seccionadas horizontalmente para formar 6 discos de 1 mm de espessura (2 discos cervical, 2 médio e 2 apical). O teste *push-out* foi realizado após 24 horas e 1 semana após a cimentação dos pinos usando uma máquina de testes universal. Análise estatística foi realizada por ANOVA de três fatores seguido de testes independentes para determinar diferenças entre os grupos. As diferentes combinações de pinos e materiais de cimentação dos terços cervicais foram analisados por MEV. Com isso, o teste ANOVA indicou que os valores foram afetados significativamente pelo tipo de pino utilizado (opaco, elétrico e translúcido). Os terços radiculares, contudo, não foram diferentes estatisticamente entre os tempos testados (24 horas e 1 semana). Os pinos opaco e fibra de vidro elétrico apresentaram maiores valores de resistência de união do que os pinos translúcidos. Os valores de resistência no terço cervical foram significativamente maiores do que

médio e apical no pino translúcido e fibra de vidro elétrico. No pino opaco não houve diferença significativa entre o terço cervical e médio. Na análise em MEV, uma distinta zona híbrida com tags resinosos longos e numerosos localizados entre cimento resinoso e dentina foi exibido em todos os pinos utilizados. Com isso, concluem que o pino opaco e fibra de vidro elétrico exibiram valores de resistência de união similares. Os maiores valores de resistência foram observados no terço cervical dos pinos translúcidos e fibra de vidro elétrico.

Akgungor et al.²⁰ (2006) conduziram estudo para avaliar o efeito de diferentes agentes adesivos e diferentes modos de polimerização na resistência de união entre pinos de fibra de vidro translúcidos em diferentes regiões da dentina radicular. Quarenta dentes caninos superiores com comprimentos radiculares similares foram selecionados e seccionados na altura da junção cimento-esmalte, e receberam tratamento endodôntico. Após o preparo dos condutos, as raízes foram divididas em 4 grupos (n=10), e os condutos foram tratados com 1 dos 4 diferentes sistemas adesivos: fotopolimerizado, adesivo de frasco único Excite (Grupo EX); cura dual, adesivo de frasco único Excite DSC (Grupo EX-DSC); primer autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V com um adesivo fotopolimerizável, Bond A (Grupo CL-LC); ou primer autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V com um adesivo dual, Bond A+B (Grupo CL-DC). O teste push-out foi realizado em uma máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5mm/min. e os valores de resistência de união (MPa) foram calculados dividindo a força pela área do pino. Os dados foram analisados por ANOVA. Os mecanismos de adesão à dentina foram analisados por MEV. Os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos no grupo CL-LC ($18,3 \pm 4,1$ MPa). O adesivo dual resultou em significante menor resistência de união em combinação com primer autocondicionante (Grupo CL-DC) ($13,2 \pm 2,5$ MPa). O adesivo de frasco único fotopolimerizável e dual promoveram valores de resistência de união similares ($12,7 \pm 5,0$ MPa para EX; $13,5 \pm 5,3$ MPa para EX-DSC). Os valores de resistência de união regionais dos adesivos de frasco único foram reduzidos significativamente nos terços apicais. Os primers autocondicionantes não demonstraram diferenças regionais no conduto radicular e tags densos de resina ficaram aparentes. Comparados com os adesivos de frasco único, os sistemas com primer autondicionante e um adesivo fotopolimerizável promoveram valores de resistência de união significativamente maiores, com uma camada híbrida

relativamente delgada. O valor de resistência de união à dentina não foi dependente da espessura da camada híbrida. Polimerização dual não melhorou os valores de resistência de união para o adesivo de frasco único. O adesivo dual resultou em valores significativamente menores em combinação com primer autocondicionante. Os valores de resistência de união com adesivos de frasco único diminuíram significativamente no terço apical. Isto correlaciona-se com a diminuição da densidade dos túbulos dentinários e formação de tags na região apical. Primer autondicionantes demonstrou valores de resistência de união similares nos terços cervical, médio e apical dos condutos, sendo que estes valores de resistência não estão correlacionados com a densidade dos túbulos dentinários.

Boff et al.²¹ (2007) avaliaram por meio do teste de *push-out* o efeito do modo de ativação na cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro à dentina do canal radicular. Quarenta pré-molares inferiores tratados endodonticamente foram utilizados e divididos em quatro grupos: G1, G2 e G3, que receberam aplicação do adesivo SingleBond (3M Espe) e fotopolimerização por 20 s; no G4, foi aplicado adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M Espe), o qual foi utilizado como adesivo autopolimerizável. O cimento resinoso dual RelyX ARC (3M Espe) foi fotopolimerizado nos grupos G2 e G3, mas não nos grupos G1 e G4. O pino de fibra de vidro translúcido Light-post (Bisco) foi utilizado no G3 e o pino de fibra de vidro opaco Aestheti Plus (Bisco) nos demais grupos. Após os procedimentos adesivos, as raízes foram seccionadas em três partes (cervical, média e apical), formando discos de aproximadamente 2,2 a 2,5 mm de espessura. Cada disco foi submetido ao teste de *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados foram analisados por análise de variância e teste de Tukey. Como resultado, encontraram que a fotopolimerização de ambos os adesivos e cimentos no G2 resultaram em significante maior resistência de união em relação ao G1, onde somente o adesivo foi fotopolimerizado. Nenhuma diferença foi encontrada entre G2 (pino opaco) e G3 (pino translúcido). O adesivo autopolimerizável mostrou maiores valores de resistência de união em todas as regiões radiculares. Os terços médio e apical apresentaram resistência de união similares, no entanto, foram significativamente menor do que na região cervical. Com isso, concluíram que a resistência de união à dentina radicular varia em função do modo de ativação na cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro e também dos terços radiculares. O adesivo de três passos

autopolimerizável Scotchbond Multi-Purpose Plus demonstrou os maiores valores de resistência de união. O uso do pino de fibra de vidro translúcido Light-post não afetou os valores de resistência de união à dentina radicular comparado ao pino de fibra de vidro opaco Aestheti-plus. A região cervical demonstrou os maiores valores de resistência de união para todos os sistemas adesivos.

Goracci et al.²² (2007) resumiram as evidências laboratoriais sobre a capacidade retentiva de pinos cimentados adesivamente desde a sua introdução na odontologia. Os dados foram coletados em artigos publicados em revistas do MEDLINE. Os artigos foram retirados do PubMed. Para coletar as evidências de interesse, os termos utilizados foram: *Bond AND fiber post AND in vitro*; *Lut AND fiber post AND in vitro*; *push-out AND fiber post*; *Pull-out AND fiber post*; *Microtensile AND fiber post*. Os links relacionados foram também considerados e artigos citados nos artigos recuperados inicialmente foram incluídos como relevantes. Nenhum tempo limite foi utilizado. Com isso, setenta artigos relevantes foram revisados. A capacidade retentiva dos pinos adesivos foram testados com técnicas de microtração, *pull-out* e *push-out*. Se espécimes pequenos fossem obtidos, como na microtração e discos finos de *push-out*, um estresse uniforme é favorecido, diferenças locais em condições adesivas podem ser determinadas, e o número de dentes necessários para os testes podem ser reduzidos. Embora a adesão intrarradicular em dentina é mais desafiante para se obter do que adesão coronária, a retenção de pinos com os sistemas atuais fotoativados são técnicas adequadas para garantir o sucesso clínico de restaurações retidas por pinos. Para garantir a adesão da interface pino/cimento e cimento/dentina, vários pré-tratamentos químicos da superfície dos pinos vêm sendo testadas com resultados positivos. Além disso, cimentos resinosos autoadesivos recentemente têm sido propostos para a simplificação do procedimento de cimentação, devendo ser investigados futuramente quanto à durabilidade da adesão.

D'Arcangelo et al.²³ (2007) realizaram estudo com o objetivo de avaliar a retentividade de três sistemas de adesivo / cimento resinoso / pinos de fibra no terço apical variando o método de aplicação do agente cimentante. Pinos ENA (Micerium, Avegno, Genova, Italy), FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), e Anatomical Post (Dentalica, Milano, Italy) foram cimentados em canais radiculares preparados utilizando sistemas adesivos e cimentos resinosos

disponibilizados pelos respectivos fabricantes. Cada grupo foi dividido em três subgrupos (n=10) de acordo com a técnica para inserir o agente cimentante no conduto: usando broca lentulo, aplicando o cimento no interior do conduto e injetando material com seringa específica. O teste de *push-out* foi realizado nas secções radiculares correspondentes ao terço apical de cada espécime. Todos os espécimes fraturados foram observados usando estereomicroscopia. Os valores de resistência de união não foram afetados significativamente pela técnica de aplicação do agente cimentante. O sistema de pino de fibra ENA demonstrou os maiores valores de retenção. Os outros dois grupos exibiram resultados semelhantes entre si. Análises dos padrões de fratura demonstraram que a maioria das falhas ocorreu na interface pino/cimento ou mistas. Baseado nestes resultados, os autores concluem que as técnicas de aplicação do agente cimentante não influenciam os valores de resistência de união dos sistemas adesivo/cimento/pino de fibra testados no terço apical radicular. Os valores de resistência de união no terço apical diferiram significativamente entre os sistemas de pinos. Os pinos ENA demonstraram os maiores valores de retentividade. Os outros dois grupos exibiram valores similares entre si.

Goracci et al.²⁴ (2008) consideram que uma polimerização adequada dos cimentos resinosos deve ser realizada durante a cimentação de pinos de fibra, assim sendo, a ativação e o alcance da luz é indispensável para os agentes fotopolimerizáveis e recomendada para os agentes cimentantes duais. Com isso, realizaram estudo para verificar a capacidade de transmissão de luz nos pinos de fibra de vidro comercializados. Dez tipos de pinos disponibilizados no mercado foram avaliados. Os pinos apresentavam diferentes formatos, diâmetros e conicidades. Para padronizar as propriedades geométricas, os pinos foram selecionados o mais similar possível, e foram cortados para manter o comprimento de 15 mm. O equipamento experimental era composto de um cartão totalmente escuro onde os pinos eram adaptados, sendo que a distância entre o cartão e o ápice do pino era de 10 mm, e a unidade fotoativadora era posicionada em um suporte no lado oposto, mantendo a distancia de 5 mm do cartão. A fibra óptica do espectrofotômetro era orientada perpendicular ao pino e estabilizada, o qual era conectado ao computador. Medidas espectrofotométricas de diferentes regiões irradiadas dos pinos foram realizadas. Os dados foram analisados estatisticamente (regressão linear, ANOVA de dois critérios: $\alpha = 0,05$). Os autores encontraram que nenhuma transmissão de

luz foi observada nos pinos FibreKleer e Tech 21 X-OP. Para os outros pinos, a intensidade de luz diminuiu de coronal para apical e reapareceu na ponta do pino, onde atingiu o pico para os pinos GC Fiber Post, Macrolock Illusion Post, e Radix Fiber Post. A transmissão de luz foi significativamente maior no terço coronal. Uma diferença estatisticamente significativa na translucidez foi encontrada para Dentin Post e FRC Postec Plus em comparação com Reforpost, FibreKleer, Tech21 X-OP e Composipost. Com isso, concluem que as medições espectrofotométricas levaram a rejeição da hipótese nula, uma vez que diferenças significativas na transmissão luminosa foram encontradas entre os diferentes pinos. Na transmissão de luz através dos pinos, uma queda significativa na quantidade de luz que alcança a região apical foi relatada, o que pode influenciar a eficácia da polimerização dos cimentos resinosos em regiões profundas do conduto radicular. Por esta razão, o comportamento óptico dos pinos deve ser devidamente levado em consideração no momento da seleção do pino e do material de cimentação.

Kececi et al.²⁵ (2008), testaram a resistência de união de 2 tipos de cimento resinoso dual usados para cimentação de 4 diferentes tipos de pinos de fibra de vidro (FRC) por meio do teste de *push-out* e avaliar os padrões de fratura destes sistemas. Oitenta dentes incisivos centrais foram divididos em 8 grupos (n=10), tiveram suas coroas removidas e as raízes foram restauradas obturadas com os seguintes sistemas de pinos: Grupo 1 a 4: Pinos de fibra de quartzo translúcidos; Grupos 5 e 6: Pinos de fibra de vidro opaco e Grupos 7 e 8: Pinos de fibra de vidro individualizados. A cimentação foi realizada com 2 tipos de cimento resinoso dual: Variolink II (Grupos 1, 3, 5 e 7) e um novo cimento resinoso autoadesivo, RelyX Unicem (Grupos 2, 4, 6 e 8). Discos com 1 mm de espessura foram confeccionados. O teste de *push-out* foi realizado sob velocidade de 1 mm/min em uma máquina de ensaios universal e os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância [ANOVA] e teste de Duncan ($p < 0,05$). Os padrões de fratura foram analisados com magnificação de 40X. Como resultado, os autores encontraram que os dados do teste *push-out* foram afetados significativamente pelo tipo de agente de cimentação e pelo tipo de pino de fibra ($p < 0,05$, ANOVA de 2 critérios). Mas não encontraram diferenças quando considerado o nível de opacidade dos pinos. Diferenças significativas foram encontradas entre os grupos ($p < 0,05$, ANOVA de 1 critério). Os pinos de fibra cimentados com Variolink II apresentaram os maiores

valores de resistência de união, e os grupos ordenados como 5, 1, 3, 7, 6, 2, 4 e 8, com os seguintes valores (MPa, Média $\pm$ DP): 13,80 $\pm$ 5,00, 13,77 $\pm$ 3,78, 12,20 $\pm$ 4,79, 9,39 $\pm$ 2,48, 9,21 $\pm$ 7,76, 7,25 $\pm$ 1,56, 3,89 $\pm$ 4,41, e 3,77 $\pm$ 1,20, respectivamente. As falhas adesivas entre dentina e cimento resinoso foram mais observadas do que falhas coesivas no cimento ou pino de fibra. Com isso, os autores concluem que os valores de resistência de união com o teste de *push-out* podem ser afetados pelo agente de cimentação utilizado e também pelo tipo do pino de fibra. A combinação do cimento Variolink II com pinos de fibra de vidro resultou em altos valores de resistência de união.

Zangh et al.²⁶ (2008) avaliaram o efeito de diferentes formas de polimerização de sistemas de cimentação de cura dual nas diferentes regiões radiculares através do teste *push-out*. Dentes pré-molares foram divididos em dois grupos (n=21) de acordo com o cimento dual utilizado: Calibra (Dentsply Caulk; Milford, DE, EUA) e FluoroCore 2 (Dentsply Caulk). Em cada grupo, as raízes foram alocadas aleatoriamente em três subgrupos (n=7) de acordo com três modos de cura para o adesivo dentinário e cimento resinoso: 1- autopolimerizável e autopolimerizável: tanto o adesivo dentinário e cimento resinoso eram autopolimerizáveis, 2 - autopolimerizável e cura dual: o cimento resinoso foi fotoativado durante 20 s após a cimentação, 3 - cura dual e cura dual: o adesivo dentinário foi fotoativado antes e o cimento resinoso após cimentação por 20 s. Os autores encontraram que os resultados dos testes *push-out* foram significativamente afetados pelos modos de polimerização dos sistemas investigados. Concluíram que não é necessário polimerizar separadamente os adesivos dentinários duais antes da cimentação quando pinos de fibra de vidro translúcidos são usados. A fotopolimerização do cimento resinoso de cura dual após a cimentação melhorou os resultados de *push-out* dos pinos de fibra de vidro translúcido para a dentina intraradicular, o qual foi dependente do tipo de cimento resinoso. Os valores de resistência de união na região cervical da raiz foram significativamente maiores do que na região apical, independentemente do tipo de sistema de cimentação e formas de polimerização.

Radovic et al.²⁷ (2008) investigaram a adesão de pinos de fibra cimentados com agentes que utilizam três abordagens adesivas atualmente: condicionamento total com ácido fosfórico, autocondicionante e autoadesivo.

Quarenta e dois dentes pré-molares unirradiculares íntegros foram utilizados no estudo. Os dentes foram divididos em 6 grupos. Em cada grupo, um sistema de cimento resinoso com sistema adesivo e pino de fibra foi utilizado. Os grupos foram classificados de acordo com as abordagens adesivas, dentro de três categorias. (i) grupos com condicionamento total: cimento resinoso Calibra / adesivo XPBond + ativador *self-curing* (SCA) / pino de fibra Radix (Dentsply Caulk), FluoroCore 2 material de preenchimento / XPBond + SCA / pino de fibra Radix, e cimento e material para núcleo MultiCore Flow / adesivo Excite DS / pino de fibra FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent). (ii) grupo autocondicionante: Panavia F 2.0 / primer ED (Kuraray) / pino de fibra Radix. (iii) grupo autoadesivo: cimento autoadesivo experimental / pino de fibra Radix, e RelyX Unicem / pino de fibra. Uma carga compressiva foi aplicada na porção apical de cada disco por uma máquina de ensaios universal (Triax Controls, Milano, Italy), que estava equipada com uma ponta ativa de 1 mm de diâmetro. Como resultado, os autores encontraram que o tipo de agente cimentante influenciou significativamente os resultados do teste *push-out* ($p < 0,001$). Comparações múltiplas revelaram que a resistência dos grupos Calibra (condicionamento total) e RelyX Unicem (autoadesivo) foram comparáveis e significativamente maiores do que os resultados do grupo FluoroCore 2 (condicionamento total) e Panavia F 2.0 (autocondicionante). Os resultados de resistência nos grupos que receberam pinos cimentados com MultiCore Flow (condicionamento total) e Cimento autoadesivo experimental foram comparados com resultados de resistência de união dos outros grupos. Os padrões de fratura foram avaliados. Na maioria dos grupos o tipo de fratura mais freqüente foi adesiva entre dentina e cimento, seguido por fraturas adesivas entre pino e cimento, e fraturas mistas. Nenhuma fratura coesiva dentro dos pinos foi observada no estudo.

Zicari et al.²⁸ (2008) avaliaram a resistência de união por *push-out* e a habilidade de selamento de cinco cimentos resinosos rotineiramente utilizados para cimentação de pinos de fibra. Cinquenta dentes unirradiculares extraídos foram divididos aleatoriamente em cinco grupos e restaurados usando Parapost FiberLux e os seguintes agentes cimentantes: Panavia 21 (PAN), Clearfil Esthetic Cement (CLF), Variolink II (VAR), RelyX Unicem (UNI) e um cimento experimental autoadesivo GC (EGC). Após uma semana armazenados em água a 37°C, três secções de 2 mm (cervical, média e apical) foram realizadas para cada espécime. A

habilidade de selamento foi quantificada com um sistema filtração-fluído (Flodec) por 10 minutos, após o qual a medida de resistência de união por *push-out* foi realizada imediatamente. Os dados obtidos foram analisados por ANOVA (*push-out*) e Kruskal-Wallis (habilidade de selamento). Como resultado, os autores encontraram que a resistência de união por *push-out* e a habilidade de selamento não diferiram significativamente entre os diferentes terços (cervical, médio e apical) das secções para cada agente cimentante. Os maiores valores de resistência de união foram registrados por CLF ($14,60 \pm 3,63$ MPa), o qual não diferiu significativamente do PAN ($12,57 \pm 2,45$ MPa), mas foi significativamente maior do que VAR ($11,09 \pm 4,09$ MPa), UNI ($11,29 \pm 4,31$ MPa) e EGC ($7,65 \pm 4,79$ MPa). Quando avaliado a habilidade de selamento, não foram encontradas diferenças significativas entre PAN, CLF e VAR, e entre UNI e EGC. Os valores de resistência de união por *push-out* puderam ser correlacionados com a habilidade de selamento ($p < 0,001$). Como isso, os autores concluem que o cimento autocondicionante com 10-MDP resultou em uma maior resistência de união no testes *push-out* do que o cimento convencional de dois passos e o cimento autoadesivo avaliado. Nenhum dos materiais investigados obteve um selamento homogêneo e justo da interface pino/cimento/dentina, sendo que a microinfiltração foi registrada para cada agente cimentante. Não obstante, os cimentos autocondicionante e convencional saíram-se melhor do que os cimentos autoadesivos. A estratégia adesiva e a configuração cavitária desfavorável do canal radicular pode ser o principal responsável pela alta correlação entre a resistência de união e a habilidade de selamento dos cimentos testados.

Aksornmuang et al.²⁹ (2008) testaram a resistência de união regional de pinos de fibra de vidro cimentados ao canal radicular com cimento resinoso dual. Doze pré-molares humanos extraídos tiveram suas coroas removidas e os condutos preparados com 8 mm de comprimento. Os condutos preparados foram tratados com Clearfil SE Bond e fotoativado por 20 s. Três pinos de cada um dos quatro tipos de pinos (Snowlight, FibreKor, DT Light-Post e GC Fiber Post) tiveram suas superfícies tratadas com uma mistura de ativador para porcelana e Photobond, e cimentados nos condutos com Clearfil DC Core Automix e fotoativados por 60 segundos. Após 24 h armazenados em água, cada espécime foi seccionado em oito fatias 0,6 x 0,6 mm para serem submetidos ao teste de microtração (μ TBS). Os

padrões de fratura foram observados usando MEV. Os dados de μ TBS foram divididos em regiões coronais e apicais e analisados estatisticamente. Os maiores valores de resistência de união foram obtidos pelos pinos FibreKor. O fator região não teve efeito nos valores de resistência de união. Os espécimes FibreKor e DT Light-Post falharam prematuramente na interface pino / cimento resinoso, enquanto os espécimes Snowlight e GC FiberPost falharam coesivamente no pino. Com isso, os autores concluíram que os valores de resistência de união de pinos de fibra ao canal radicular foi variado, e podem ser afetados pelas propriedades dos pinos de fibra e pela qualidade adesiva do cimento resinoso à superfície do pino ou à dentina radicular. Em relação aos quatro pinos de fibra testados, o FibreKor exibiu os maiores valores de resistência de união em ambas as regiões (pino e dentina). Nenhuma diferença entre regiões nos testes de microtração foi encontrada dentre os diferentes pinos. Quando a adesão à dentina radicular foi feita usando Clearfil SE Bond com fotoativação prolongada, as falhas ocorreram na interface pino / cimento resinoso ou no pino de fibra, mas não na interface dentina / cimento resinoso.

Ohlmann et al.³⁰ (2008) pesquisaram os valores de resistência de união por meio do teste de *push-out* da cimentação de pinos de fibra e testaram o efeito de diferentes pinos e pré-tratamentos dentinários nas diferentes regiões radiculares. Após o tratamento endodôntico de 216 dentes humanos, os dentes receberam a cimentação de pinos de fibra de vidro. Foram divididos em grupos teste para simular os efeitos de: (I) material de cimentação (especificamente núcleo em resina composta ou cimentação convencional), (II) pré-tratamento da dentina radicular (nenhum tratamento, adesivo dual, adesivo fotopolimerizável), (III) pré-tratamento do pino (nenhum tratamento, ácido hidrofluorídrico, pré-tratamento triboquímico) e (IV) diferentes regiões radiculares. Após ciclagem térmica todas as raízes foram seccionadas e cada espécime foi submetido ao teste uma máquina de ensaios universal até ocorrer a fratura. Análise estatística foi realizada, e como resultado os autores encontraram que o material de cimentação, o pré-tratamento do pino e a adesão à dentina radicular tiveram significativo efeito nas médias de resistência de união nos testes de *push-out*. Também encontraram um efeito significativo nas diferentes regiões radiculares, com valores menores na região apical do que nos terços médio e coronário. Com isso, os autores concluem que melhor retenção pode ser obtida pelo uso de núcleo em resina composta e

cimentação de pinos de fibra. Pré-tratamento triboquímico do pino e uso de sistemas de cimentação adesiva dual também melhoraram as médias dos valores de resistência de união.

Kremeier et al.³¹ (2008) realizaram estudo para determinar a influência do tipo de pino e material cimentante na resistência de união à dentina. Os canais radiculares de dentes incisivos centrais humanos extraídos foram instrumentados e preparados usando as brocas respectivas de cada sistema de pino. Pinos de fibra de vidro (Luscent Anchor, Dentatus, LA) foram cimentados usando três sistemas adesivos de cura dual (Excite DSC/Variolink II, Vivadent [VL2]; EnaBond/EnaCem, Micerium [ENA]; Prime & Bond NT/Calibra, Dentsply DeTrey [CAL]). Uma marca diferente de pino de fibra de vidro EasyPost, Dentsply Maillefer [EP]) e pino de fibra de quartzo (DT Light Post, VDW [DT]) foram cimentados usando CAL. Pinos de ouro (Perma-dor, VDW) foram cimentados com Rocatec (ESPE-Sil, 3M ESPE; CAL) ou convencionalmente usando cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem, 3M ESPE). Três cortes com 2 mm de espessura foram feitos perpendicularmente ao pino em cada dente restaurado. Resistência de união foi determinada usando teste de push-out com uma máquina de testes universal. Para todos os grupos experimentais combinados, a resistência de união aumentou de coronal para as secções apicais (teste de Friedman: $p < 0.001$). Diferenças significativas foram observadas entre os pinos de fibra, mas não entre os materiais de cimentação. Os pinos de ouro foram equivalentes ao DT/CAL com ambos os procedimentos de cimentação. A seleção do tipo de pino pode ser mais importante para resistência de união do que o material de cimentação. A resistência adesiva dos pinos de fibra foram equivalentes, mas não superior à cimentação adesiva ou convencional dos pinos de ouro cimentados.

dos Santos Alves Morgan et al.³² (2008) realizaram estudo de avaliação quantitativa da energia luminosa transmitida através de dez diferentes pinos de fibra com diferentes níveis de translucidez: Controle (espaço vazio), White Post DC, DT Light Post, FRC Postec, Fibrekor, Estheti Plus, Cosmo Post, C-Post, Exacto, Refor Post Mix e Refor Post. Depois de incorporar os pinos em resina escura, o blocos foram submetidos a cortes seqüenciais em uma máquina de precisão, com profundidades de 16 mm, 12 mm, 8 mm, e 4mm. Foram avaliados para a transmissão de luz por um fotômetro digital acoplado apicalmente nas

diferentes profundidades. Para calcular a área da intensidade luminosa, os valores obtidos em mW/cm^2 foram convertidos em mW/mm^2 . A análise quantitativa demonstrou diferenças significativas entre os pinos e diferentes profundidades. No limite apical, o grupo que apresentou a maior quantidade de energia luminosa foi o grupo controle. O DT Light Post apresentou um valor intermediário entre o controle e o grupo FRC Postec. O grupo White Post DC apresentou o menor valor. Contudo, no terço apical, o grupo que apresentou o maior valor foi o White Post DC, seguido pelo controle, DT Light Post e FRC Postec, na ordem, apresentando diferenças estatísticas entre eles. Analizando o terço médio, pode ser mostrado que o grupo controle foi melhor do que o restante. Valores intermediários foram registrados pelos grupos DT Light Post, White Post DC e FRC Postec. O grupo Exacto (Angelus, Londrina, PR, Brazil), apresentou a menor quantidade de energia luminosa. Os outros grupos não foram analisados estatisticamente para os comprimentos de 16, 12 e 8 mm porque nestes comprimentos apresentaram valores nulos de energia luminosa. E por fim, o terço cervical demonstrou que o grupo controle e DT Light Post apresentaram os maiores valores, seguidos pelo grupo White Post DC, FRC Postec, Exacto e Reforpost. O grupo Fibrekor (Pentron Clinical Technologies, LLC), Estheti Plus (Bisco), C-Post (Bisco) e Reforport Mix (Angelus) apresentaram os menores valores de energia luminosa, não apresentando diferenças estatisticamente significativas. O grupo Cosmo Post ficou entre o White Post DC e o grupo C-Post. Os valores obtidos revelaram que a quantidade de energia luminosa transmitida depende o tipo do pino e que para todos eles houve uma redução significativa da quantidade de luz transmitida como o aumento da profundidade. Mesmo sem o pino, o intensidade luminosa no interior do canal parece diminuir para níveis insuficientes para que ocorra polimerização, especialmente no terço apical.

Carvalho et al.³³ (2009) avaliaram a importância de diferentes sistemas adesivos e cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro. Dois agentes cimentantes (Dual-Link e Resina sem carga) para cimentação de pinos endodônticos foram aplicados com All-Bond 2 ou One-Step Plus, ou sem sistema adesivo, e submetidos ao teste de *push-out*. Os dados do teste foram convertidos para MPa, dividindo a carga em Newton (N) pela área da superfície aderida em mm^2 , a qual foi calculada pela seguinte fórmula: $S_L = \pi(R+r)[(n^2 + R-r)^2]^{0,5}$, onde R é o raio coronal, e r o raio apical do disco. O raio maior e o menor foram medidos com

paquímetro digital, com eficácia de 0,01 mm. Os padrões de fratura foram avaliados sob microscopia óptica (Nikon type 102; Tokyo, Japan) com magnificação de 30X e classificados em falhas adesivas (entre dentina/cimento ou pino de fibra/cimento), coesivas (entre o pino ou o agente cimentante) ou mistas. Os resultados demonstraram que os valores de push-out foram significativamente influenciados pelo agente cimentante ($p < 0,05$), mas não pela estratégia adesiva ($p > 0,05$), sendo que os melhores resultados foram obtidos combinando resina sem carga com adesivo One-Step Plus. Os grupos Dual-Link falharam principalmente coesivamente com o cimento, enquanto a resina sem carga demonstrou maior fratura adesiva na interface do pino. Com isso os autores concluem que os resultados deste estudo reforçam a hipótese de que a aplicação de resina adesiva sem carga é essencial para conseguir melhor adesão a dentina radicular. Usando o adesivo testado e materiais de cimentação como indicado clinicamente e habitualmente usado por profissionais, a aplicação do adesivo não é opcional, mas obrigatório na cimentação de pinos de fibra em dentina radicular, permitindo liberar o estresse e promover o selamento ideal da interface.

Radovic et al.⁶ (2009) investigaram a habilidade de transmissão de luz de pinos de fibra de vidro ao cimento resinoso. Utilizaram um pino de fibra de vidro translúcido (DT Light-Post) e um opaco (Tech 21 X-OP). Realizaram medidas espectrofotométricas para determinar o nível de transmissão de luz cervical, mediana e apical dos pinos testados. Como resultado, encontraram que a cimentação de pinos de fibra de vidro opacos utilizando cimento resinoso de presa dual resultou em menor grau de conversão em comparação à cimentação de pinos de fibra de vidro que permitem a transmissão da luz. O módulo de elasticidade e a dureza Vicker's da camada de cimento diminuem significativamente de cervical para apical independentemente do pino utilizado. Contudo, a utilização de pinos que transmitem luz resulta em maior módulo de elasticidade e dureza Vicker's da camada de cimento em comparação ao pino opaco.

Cheleux, Sharrock³⁴ (2009) compararam as propriedades mecânicas de cinco tipos de pinos de fibra de vidro de três diferentes fabricantes RTD (França), Carbotech (França) e Aestheti-Plus Ivoclar-Vivadent (Liechtenstein), todos padronizados com medidas de 2 mm de diâmetro e 20 mm de comprimento. Foram submetidos a testes de flexão de três pontos em uma máquina de testes (MTS,

Eden Prairie, MN, USA) para obtenção de resultados de fadiga, resistência à flexão e módulo de elasticidade. As secções transversais e longitudinais foram examinadas por MEV e avaliados por análise de imagem computadorizada. Parâmetros físicos, incluindo porcentagem em volume de fibras e o índice de dispersão foram calculadas e correlacionadas com as propriedades mecânicas. Como resultado encontraram que as propriedades mecânicas das fibras reforçadas não são exclusivamente relacionadas com a densidade das fibras. A resistência à flexão está intimamente correlacionada com diâmetros menores de fibra. Para os teores de fibra equivalente, pinos com menor índice de dispersão se saem melhor do que os pinos com uma distribuição de fibra menos homogênea. Defeitos interfaciais, difíceis de quantificar, mas, facilmente detectados em cortes longitudinais, contribuem significativamente para as propriedades intrínsecas dos pinos. Com isto, Aestheti-Plus demonstrou a melhor integridade sob estresse mecânico. No entanto, na prática clínica, o desempenho também depende de outros fatores, tais como vedação adequada e adaptação a geometria do canal radicular, bem como a conformidade com distribuição de tensões uniforme das forças oclusais para a estrutura dental remanescente. O pino mais fraco mostrou maior dispersão de fibras, maior quantidade de matriz resinosa, um maior número de defeitos visíveis e resistência a fadiga reduzida. A resistência à flexão foi inversamente proporcional ao diâmetro das fibras e o módulo flexural foi fracamente relacionado com a porcentagem das fibras e índice de dispersão. A adesão interfacial entre as fibras de sílica e matriz de resina foi observada como de suma importância.

Mazzoni et al.³⁵ (2009) avaliaram a influência da termociclagem na resistência de união de pinos de fibra cimentados com diferentes abordagens de cimentação. Utilizaram 24 dentes incisivos superiores humanos extraídos por motivos periodontais. Receberam um preparo intracanal de 8 mm de comprimento, o qual foi realizado com as brocas correspondentes dos pinos de fibra disponibilizados pelos fabricantes. As raízes foram distribuídas aleatoriamente em 3 grupos (n=8), de acordo com diferentes combinações de cimento/adesivo para posterior avaliação no teste de *push-out*: Grupo 1 - XP Bond / CoreXFlow + DT Light-Post; Grupo 2 - Panavia F 2.0 + Tech 21 e Grupo 3 - RelyX Unicem + RelyX. Após os procedimentos adesivos, os espécimes foram seccionados para formar discos de 1 mm de espessura para posteriormente ser submetido ao teste de *push-*

out. Os espécimes adicionais foram confeccionados para realização de análise quantitativa da nanoinfiltração interfacial. Como resultado, os pesquisadores encontraram que a termociclagem diminuiu a resistência adesiva nos espécimes dos grupos 2 (Panavia + Tech 21) e 3 (RelyX + RelyX), mas não afetou o resultado dos espécimes do grupo 1 (XP Bond/Flow). Além disso, nenhuma diferença foi observada em relação às abordagens de cimentação nos espécimes controle. Já a termociclagem, resultou no aumento da deposição de nitrato de prata (nanoinfiltração da interface) em todos os grupos estudados. No entanto, embora a termociclagem demonstre efeitos observáveis na dentina coronal, deve-se notar que o osso circundante e os tecidos periodontais podem minimizar as alterações térmicas *in vivo*. Assim, os autores consideram que a termociclagem pode ser usada somente como um meio de acelerar o envelhecimento *in vitro* para as amostras com pinos de fibra de vidro cimentadas adesivamente, permitindo esclarecer o possível papel da contração e expansão térmica dentro do espaço endodôntico. Na verdade, porque a termociclagem produz um maior grau de estresse por calor do que a quantidade de calor que pode ser transmitido em situações clínicas reais. Concluem que os níveis aceitáveis de retenção observados no estudo após o processo de envelhecimento artificial pode ser ainda mais promissor em condições clínicas. Com isso, os autores concluíram que o uso do adesivo convencional em combinação com cimento resinoso dual para pinos de fibra é um procedimento de cimentação mais estável quando comparado com um cimento autocondicionante ou um cimento auto-adesivo.

Teixeira et al.³⁶ (2009) testaram a resistência de união de pinos de fibra de vidro translúcidos à dentina de raízes enfraquecidas experimentalmente restauradas com resina composta e polimerizadas com diferentes tempos de exposição. Para o estudo foram selecionados sessenta dentes incisivos superiores. 24 h após a obturação, o material foi removido no comprimento de 12 mm com broca específica disponibilizada pelo fabricante, formando 4 grupos aleatoriamente. Em 3 grupos, uma espessura de dentina radicular foi removida para produzir um espaço entre o pino de fibra de vidro e as paredes do conduto. No grupo controle, as raízes não receberam desgaste para gerar enfraquecimento. Para restaurar as raízes enfraquecidas os condutos foram condicionados com ácido fosfórico 37% por 15 s, lavados com água destilada por 30 s, e secas com cones de papel absorvente. Um

sistema adesivo convencional de três passos (All Bond 2; Bisco) foi aplicado (3M/ESPE, St Paul, MN). O adesivo foi fotoativado (Curing Light 2500; CL, 3M/ESPE; intensidade de 550 mW/cm^2) por 20 s. Para a restauração intracanal, o espaço do canal foi preenchido com uma resina composta translúcida (Light Core; Bisco). A resina composta foi inserida até preencher totalmente o canal. Em cada canal, um pino DT Light Post (Bisco) foi inserido na massa de resina ao longo do conduto. Após a remoção do excesso de resina, o pino foi fotoativado de acordo com os diferentes tempos de exposição: 40, 80 e 120 s. Após a polimerização da resina, o pino foi removido do conduto. Em seguida, os condutos de todos os grupos foram preparados com broca específica (DT Light Post tamanho 2; Bisco), lavados com água destilada e secos. Após a remoção da vaselina, os pinos receberam aplicação de Primer B (AB; Bisco) e foram fotoativados por 10 s. Os condutos foram condicionados com ácido fosfórico por 15 s, lavados e secos cuidadosamente. Na seqüência, duas camadas de primer B foram aplicadas e os excessos removidos. O cimento resinoso Duolink (Bisco) foi inserido no conduto com broca lentulo para em seguida receber o pino de fibra translúcida. A fotoativação foi realizada por 40 s em todos os grupos. Todas as raízes foram seccionadas para produzir discos com aproximadamente 1 mm de espessura. O teste *push-out* foi realizado e os padrões de fratura foram observados. Como resultado, os autores encontraram que a análise quantitativa demonstrou diferença estatisticamente significativa somente entre os grupos ($p < 0,0001$). Comparando os grupos enfraquecidos/restaurados, o tempo de exposição não influenciou os resultados. Contudo, falhas adesivas ocorreram mais frequentemente do que outros modos de falha. Falhas coesivas ocorreram somente nas raízes enfraquecidas experimentalmente. Com isso, concluem que o uso de diferentes tempos de fotoativação da resina composta através do pino de fibra translúcida não afetou significativamente a interface de união avaliada no teste *push-out*. Também nos grupos enfraquecidos/restaurados o uso de tempos de exposição maiores (80 e 120 s) não promoveu melhora nos valores de resistência de união entre o pino e a dentina restaurada, independente da região avaliada (cervical, médio ou apical)

Demiryurek et al.³⁷ (2010) avaliaram o efeito de três diferentes cimentos endodônticos na resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso. Foram utilizados 48 incisivos centrais superiores, que foram

preparados e divididos em quatro grupos (n=12): Grupo 1, grupo controle (somente pontas de guta-percha, sem cimento endodôntico); Grupo 2, cimento endodôntico resinoso (AH plus; Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Germany); Grupo 3, cimento endodôntico com óxido de zinco e eugenol (Endofill; Produits Dentaires SA, Vevey, Switzerland) e Grupo 4, cimento com hidróxido de cálcio (Sealapex; Kerr, Romulus, MI). As raízes foram obturadas com guta-percha com a técnica de compactação com condensação lateral. Pinos de fibra foram cimentados nos canais preparados com cimento resinoso Panavia F 2.0 (Kuraray Medical, Okayama, Japan). Os testes *push-out* foram realizados em uma máquina universal, e os padrões de fratura foram observados. Mudanças morfológicas da superfície dentinária dos canais radiculares foram examinadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Análise estatística revelou que o cimento endodôntico teve efeito significativo na resistência de união ($p < 0,05$). O grupo controle apresentou a maior média de resistência de união no teste de *push-out*. Nenhuma diferença estatística foi detectada entre o grupo com cimento endodôntico com eugenol e o cimento endodôntico resinoso ($p > 0,05$). Contudo, alguns túbulos dentinários foram parcialmente abertos nos grupos controle e com cimento endodôntico com hidróxido de cálcio após aplicação do monômero resinoso. Com isto, os autores concluíram que o estudo demonstrou que o tipo de cimento endodôntico e preparação mecânica dos canais radiculares afetam a resistência de união de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso.

Zorba et al.³⁸ (2010) realizaram estudo para avaliar os efeitos de diferentes unidades fotopolimerizadoras e dois cimentos resinosos nos valores de resistência de união de pinos de fibra de vidro translúcidos. Trinta dentes incisivos superiores receberam tratamento endodôntico. Os condutos foram preparados e a *smear layer* removida com EDTA e ponta ultrasônica, seguido de irrigação com soro fisiológico. Pinos de fibra (FRC Postec Plus) foram cimentados com cimento autocondicionante Panavia F 2.0 (Kuraray Dental, Tokyo, Japan) ou cimento autoadesivo Maxcem (KerrHawe, Bioggio, Switzerland). Os agentes de cimentação foram então fotopolimerizados com luz halógena (Blue Swan; Dentanet, Istanbul, Turkey), um LED (Blue Swan; Den-tanet) ou com unidade de arco de plasma (Remecure; Remedent, Deurle, Belgium). As raízes foram seccionadas transversalmente de cervical para apical. Os testes *push-out* foram realizados e os dados foram analisados por análise de variância de três fatores e pós-teste de

Tukey. Os valores do teste de push-out foram significativamente afetados pelo tipo de agente de cimentação. ($p < 0,05$) e terço radicular. O tipo de luz fotopolimerizadora utilizada não afetou os valores de resistência de união ($p > 0,05$). Com isso, os autores concluíram que o cimento resinoso autoadesivo promoveu maior valor de resistência de união do que o cimento autocondicionante quando a *smear layer* foi removida antes da cimentação dos pinos. Os valores de resistência de união na porção apical das raízes foram significativamente menores do que na porção cervical. O uso de diferentes unidades fotoativadoras dos cimentos resinosos duais não afetou a retenção dos pinos de fibra de vidro como resultado da limitada capacidade de transmissão de luz deste pino de fibra de vidro.

Pereira et al.³⁹ (2010) realizaram testes para avaliar a influência de dois sistemas adesivos e as regiões radiculares no grau de conversão de um cimento resinoso dual e sua resistência de união à dentina radicular. Um adesivo convencional de três passos (All-bond 2, Bisco) e outro autocondicionante de passo único (Xeno III, Dentsply) foram aplicados em 20 ($n=10$) dentes incisivos bovinos, cimentados com pinos cônicos de fibra de quartzo (FRC Postec, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) no comprimento de 12 mm (Duo-Link, Bisco). Três secções (3 mm) foram obtidas, sendo uma de cada região radicular (cervical, médio, apical). O grau de conversão do cimento resinoso dual foi determinado por espectrofotômetro micro-Raman. Os dados foram submetidos à análise de variância e pós-teste de Tukey ($p < 0,05$). Encontraram que para ambos os grupos, as médias do grau de conversão (%) (All bond 2 cervical = 69,3; All bond 2 médio = 55,1; All bond 2 apical = 56; Xeno III cervical = 68,7; Xeno III médio = 68,8; Xeno III apical = 54,3) não foram diferentes significativamente ao longo do conduto radicular ($p < 0,05$). Com isso, concluíram que nem o sistema adesivo nem o terço radicular influenciou no grau de conversão do cimento resinoso dual.

Farina et al.⁴⁰ (2011) conduziram testes para avaliar os valores de resistência de união de pinos de fibra de vidro (FV) e pinos de fibra de carbono (FC) nos terços cervical, médio e apical de condutos radiculares cimentados com dois diferentes cimentos resinosos. Foram utilizados quarenta dentes caninos superiores, os quais foram divididos em 4 grupos ($n=10$) de acordo com o cimento e pino utilizado: Grupo 1: Pino de fibra de vidro (Angelus, PR, Brasil) e RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany); Grupo 2: Pino de fibra de carbono (Angelus, PR, Brasil)

e RelyX Unicem; Grupo 3: Pino de fibra de vidro e Cement-Post (Angelus, PR, Brasil); Grupo 4: Pino de fibra de carbono e Cement-Post. Após a realização dos tratamentos endodônticos e cimentação dos pinos de fibra as raízes foram seccionadas para formar discos com 2 mm de espessura. O teste *push-out* foi realizado nos terços cervical, médio e apical de cada espécime para obtenção dos valores de resistência de união do complexo pino/cimento às paredes do conduto radicular. Os dados obtidos foram analisados por ANOVA (pós-teste Bonferroni, $p < 0,05$), e a análise dos padrões de fratura foi realizado por MEV. Os autores encontraram que os pinos de fibra de vidro apresentaram os melhores resultados quando cimentados com o cimento RelyX Unicem e Cement-Post ($P < 0,05$). O cimento RelyX Unicem apresentou os maiores valores de resistência de união para ambos FV e FC ($P < 0,05$). Para todos os grupos, a resistência foi maior no terço cervical, seguido do terço médio e apical. A análise das fraturas demonstrou predominância de fraturas coesivas dos pinos cimentados com RelyX Unicem, e predominância de fraturas adesivas entre cimento/dentina, e mistas para os pinos cimentados com Cement-Post. Com isso, concluem que os valores de resistência de união foram significativamente afetados pelo tipo de pino e cimento utilizados. Os maiores valores foram encontrados para os pinos de fibra de vidro e cimento resinoso RelyX-Unicem em todos os terços radiculares pesquisados. A análise dos padrões de fratura demonstrou predominância de fraturas coesivas nos pinos para o cimento RelyX-Unicem, enquanto para os pinos cimentados com Cement-Post, houve predominância de fraturas adesivas entre cimento/dentina e fraturas mistas.

Giachetti et al.⁴¹ (2011) compararam por meio do teste de *push-out* a resistência de união de um cimento resinoso dual e um cimento fotoativado autoadesivo utilizado com pinos de fibra de vidro translúcidos. Para o estudo, trinta e quatro dentes pré-molares humanos unirradiculares extraídos foram selecionados e tratados endodonticamente. Pinos de fibra de vidro translúcidos (RelyX Fiber Post) foram cimentados nos condutos radiculares usando dois sistemas de cimentação. (n=17). Técnica dual (DC): os espécimes foram tratados com Excite DSC e RelyX ARC, os quais foram fotopolimerizados simultaneamente através do pino de fibra por 60 s. Técnica fotopolimerizável auto-adesiva (LCSA): os espécimes foram tratados com Vertise Flow, os quais foram fotopolimerizados através do pino por 60s. Os espécimes foram seccionados transversalmente para formar seis discos para o teste

de *push-out* nos terços coronal, médio e apical dos canais radiculares. Os dados foram analisados por ANOVA de duas vias. Todos os espécimes foram analisados por estereomicroscopia e MEV para determinar os padrões de fratura. Como resultado, os autores não encontraram diferenças significativas entre as técnicas DC e LCSA ($p=0,703$) em nenhuma das regiões radiculares. A região radicular não foi um fator significativo para os valores de *push-out* ($p=0,255$) e interações grupo-região não foram significantes ($p=0.740$). Para a técnica DC, a maioria dos padrões de fratura (73,3%) foi adesiva na interface entre cimento resinoso dual e adesivo. Para a técnica LCSA, a maioria dos padrões de fratura (71,7%) foi adesiva na interface entre resina composta fotoativada auto-adesiva e dentina. Foi sugerido que os resultados de resistência de união não variou nos diferentes terços radiculares de cada grupo. De acordo com os resultados, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os valores de resistência de união do cimento resinoso dual (RelyX ARC) e a resina fotopolimerizável (Vertise Flow) nos terços radiculares. Com isso, os autores concluem que a resistência de união entre a resina composta fotoativada auto-adesiva e dentina radicular foi equivalente aos valores de resistência entre o cimento resinoso dual e a dentina radicular.

Zorba et al.⁴² (2011), determinaram o grau de conversão (DC) do cimento resinoso em diferentes comprimentos para simular condutos radiculares usando pinos plásticos transmissores de luz (LTPP) e três diferente fontes de luz. Resina composta foi posicionada em cilindros plásticos escuros medindo 12 mm de comprimento por 4 mm de diâmetro para simular um conduto radicular. LTPPs foram inseridos em metade dos condutos simulados e a outra metade usada como controle. Ambos os condutos simulados com LTPPs e os controles foram divididos em três grupos de 10, e cada grupo foi polimerizado usando unidades de luz halógena quartzo-tungstênio (QTH), LED, ou arco de plasma (PAC). Os espécimes foram seccionados em três partes 24 h após a fotopolimerização para representar os terços cervical, médio e apical. DC para cada secção da resina composta foi mensurada usando um espectrofotômetro de infravermelho Fourier, e os dados foram analisados por ANOVA de três fatores e teste de Tukey. Como resultado, no terço cervical nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os espécimes usando as diferentes fontes de luz ou entre os espécimes com e sem LTPPs ($p>0,05$). Contudo, DC foi significativamente maior nos espécimes com LTPPs do

que nos sem LTPPs em ambos terço médio e apical ($p < 0,05$). As médias de DC para todos os espécimes com LTPPs foi significativamente maior do que os espécimes sem LTPPs ($p < 0,05$). Aparelho PAC demonstrou menor DC do que QTH e LED em ambos os terços médio e apical; contudo, as diferenças não foram estatisticamente significativas. Com isso, os autores concluem que o resultado deste estudo sugere que o uso de um LTPP melhora o grau de conversão da resina composta nos terços médio e apical na simulação de condutos radiculares imaturos, mas que o DC foi independente do tipo de fonte de luz. Com as limitações deste estudo *in vitro*, DC não foi afetado pelo uso de diferentes unidades fotoativadoras. O DC da resina composta foi melhorado usando um LTPP em ambos os terços médio e apical para simular condutos imaturos. Contudo, o uso de LTPP não melhora suficientemente o DC em níveis mais profundos. Estes resultados enfatizam a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias que aperfeiçoem a transmissão de luz para polimerização dos cimentos resinosos em regiões apicais dos condutos radiculares.

Cerutti et al.⁴³ (2011) compararam o grau de conversão (DC) de materiais de dupla polimerização utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro em canais radiculares simulados polimerizados de duas diferentes formas. Os canais artificiais foram utilizados para simular as condições clínicas para cimentação de 45 pinos por 3 diferentes cimentos resinosos duais (Calibra, Multilink Automix and Variolink II). Duas formas de fotopolimerização foram utilizadas para cada agente cimentante: Padrão (Grupo S) 400 mW/cm^2 por 120 s e alta-potência (grupo H) 1200 mW/cm^2 por 40 s. Espectrofotometria Raman foi realizado em diferentes posições da superfície dos pinos (1, 3, 5 e 7 mm de cervical) e o grau de conversão foi registrado. Os dados foram analisados por ANOVA e pós-teste Student-Neuman-Keuls ($p = 0,05$). Com isso, os autores encontraram que o grau de conversão dos cimentos testados diminuiu progressivamente com o aumento da distancia da ponta ativa do fotopolimerizador, independentemente da modalidade de fotopolimerização utilizada (padrão ou alta-potência). No entanto, o modo de fotopolimerização influenciou significativamente o grau de conversão dos materiais testados, evidenciando diferentes respostas para a mesma densidade de energia. O Cimento Calibra pareceu ser menos dependente da fotopolimerização do que os outros materiais testados, demonstrando um comportamento constante. Multilink Automix

relatou os maiores valores de grau de conversão do grupo S (padrão) comparado à modalidade H (alta-potência). Variolink II demonstrou uma interessante desvantagem no grau de conversão no comprimento de 7 mm quando polimerizado no modo H (alta potência). Os cimentos duais apresentam uma adequada conversão dos monômeros, mas quando aumenta a distância da fonte fotopolimerizadora, uma significativa diminuição na taxa do grau de conversão pode ser observada. Além disso, o tempo e potência de polimerização parece ser material-dependente e pode ser calibrada individualmente.

Ho et al.⁴⁴ (2011) estudaram a influência da capacidade de transmissão de luz de diferentes pinos de fibra na polimerização de um cimento resinoso dual, e a subsequente microinfiltração de dentes restaurados com pinos. Uma unidade fotopolimerizadora LED foi utilizada com intervalos de 1 mm dos pinos (Parapost Fiber Lux; Parapost Fiber White P-White; Parapost Steel - Coltene/Whaledent, Cuyahoga, OH, USA). A polimerização do cimento resinoso dual ao redor dos pinos nos cinco comprimentos (0, 2, 5, 8 e 10 mm) do topo foram avaliados por um espectrofotômetro micro-Raman após 40 s de fotopolimerização. Trinta e seis dentes humanos unirradiculares tratados endodonticamente foram divididos aleatoriamente em três grupos e restaurados com os pinos e cimentos dos fabricantes. A microinfiltração dos pinos cimentados foi comparada por um sistema de mensuração eletroquímica em três dias consecutivos, e foram analisados estatisticamente usando testes não-paramétricos. Como resultado, os autores encontraram que a transmissão de luz através dos pinos de fibra foi exponencialmente reduzida com o aumento da profundidade ($p < 0.05$), e a polimerização do cimento resinoso além do comprimento de 5 mm diminuiu significativamente para todos os espécimes ($p < 0,05$). Os pinos de fibra que exibiram maior transmissão de luz exibiram maior taxa de polimerização ao redor do cimento resinoso, e também demonstraram menor microinfiltração; os pinos P-Steel metálicos resultaram em menores valores de polimerização e produziram maior microinfiltração ($p < 0,017$). As diferenças observadas podem ser atribuídas às propriedades dos diferentes pinos, os quais podem proporcionar informação relevante em relação ao potencial de infiltração dos diferentes pinos com cimentos resinosos de dupla polimerização. Com isso, ficou demonstrado que a radiação ao longo dos pinos diminuiu exponencialmente com registro de valores de

polimerização insuficientes do cimento resinoso dual ao redor dos pinos na região apical, o que pode também influenciar a microinfiltração dos dentes cimentados.

Gomes et al.⁴⁵ (2011) testaram a influência do sistema de cimentação no valores de resistência de união regional e padrão de fratura de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. As raízes de 48 dentes incisivos superiores humanos foram preparados e divididos em 3 grupos (n=16), de acordo com o sistema de cimentação: AdperScotchbond Multi-Purpose + cimento resinoso RelyX ARC (SBMP+ARC); Adper SingleBond 2 + RelyX ARC (SB+ARC) e; RelyX U100 cimento resinoso autoadesivo (U100). Os pinos foram cimentados como recomendações dos fabricantes para cada sistema de cimentação. Após 1 semana, as raízes foram seccionadas transversalmente para formar 6 discos. 2 discos foram obtidos para cada terço radicular (cervical, médio e apical) e o teste *push-out* foi realizado. Os padrões de fratura foram avaliados em todos os espécimes submetidos ao teste. Os dados foram analisados por ANOVA de dois fatores e pós-teste de Tukey. Não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes regiões radiculares quando utilizado U100. Valores de resistência de união significativamente maiores foram observados no terço cervical dos grupos SBMP+ARC e SB+ARC. O cimento U100 apresentou significativamente maior quantidade de fraturas mistas do que SBMP+ARC no terço apical. Com isso, concluíram que o cimento autoadesivo RelyX U100 foi o único cimento não afetado pela região radicular.

Calixto et al.⁴⁶ (2012), avaliaram a resistência de união de diferentes combinações de sistemas de cimentação e sistemas adesivos para pinos de fibra de vidro à dentina radicular. A hipótese testada foi de que não existem diferenças na resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes sistemas. Quarenta dentes incisivos bovinos foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos diferentes de cimentos resinosos (n=8). Após os tratamentos endodônticos e remoção das coroas os pinos de fibra de vidro translúcidos White Post DC (FGM, Joinville, SC, Brasil) foram cimentados nos condutos radiculares usando cinco diferentes protocolos de cimentação (cimento autopolimerizável e sistema adesivo convencional; cimento resinoso dual e sistema adesivo convencional; cimento autopolimerizável e sistema adesivo autopolimerizável; cimento resinoso dual e sistema adesivo convencional; cimento autoadesivo dual). Resistência de união por

push-out foi avaliado em três diferentes níveis do conduto radicular: coronal, médio e apical. As interfaces de união foram observadas em um estereomicroscópio. A análise de variância demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre os cimentos e entre os terços radiculares ($p < 0,05$). Os cimentos resinosos autoadesivos apresentaram os menores valores de retenção. Bem como os valores de resistência de união no terço radicular foram os mais baixos. Com isso, os cimentos resinosos utilizados com condicionamento convencional e os sistemas adesivos autocondicionantes parecem ser mais adequados para cimentação de pinos de fibra de vidro.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição Geral.

Avaliar a resistência de união à dentina radicular em função de diferentes tipos de pinos de fibra de vidro com diferentes tempos de fotopolimerização.

3.2 Proposição Específica

1. Avaliar a influência do tipo de pino de fibra de vidro (opaco e translúcido) nos valores de resistência de união à dentina radicular.
2. Avaliar a influência do tempo de fotopolimerização (20, 40 e 60 segundos) nos valores de resistência de união à dentina radicular.
3. Avaliar a influência da cimentação adesiva dual de pinos de fibra de vidro nos diferentes terços radiculares (cervical, médio e apical).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento do experimento e seleção dos dentes

A realização da parte experimental desta dissertação foi aprovada pelo parecer nº 166/2010 da Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – COEP – UEPG, sendo protocolado sob o número 17033/10 (Anexo A).

Para o estudo foram selecionados 48 dentes pré-molares inferiores unirradiculares humanos recentemente extraídos, obtidos no Banco de Dentes Humanos (BDH) da UEPG.

Previamente ao estudo, os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), desinfetados com 0,5% de cloramina, armazenados em água destilada à temperatura ambiente e utilizados antes de seis meses de armazenamento. Os dentes foram selecionados individualmente obedecendo aos seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie ou fraturas, ausência de restaurações, sem dilacerações radiculares e sem tratamento endodôntico prévio, e, além disso, deveriam apresentar um comprimento radicular medido da junção cimento-esmalte (JCE) de pelo menos 15 mm.

4.2 Preparo dos dentes

Todos os procedimentos foram realizados por um mesmo operador previamente treinado e calibrado antes e durante a execução do estudo piloto. As raízes dos dentes foram medidas com régua milimetrada e cortadas com comprimentos iguais de 15 mm a partir do ápice radicular, em uma máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, Ltda, Lake Bluff, IL, EUA), com um disco diamantado (#7020, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), sob velocidade de 300 rpm (rotações por minuto) e refrigeração constante com água, para obtenção de raízes com comprimentos uniformes e com bom acesso endodôntico (Figura 1).

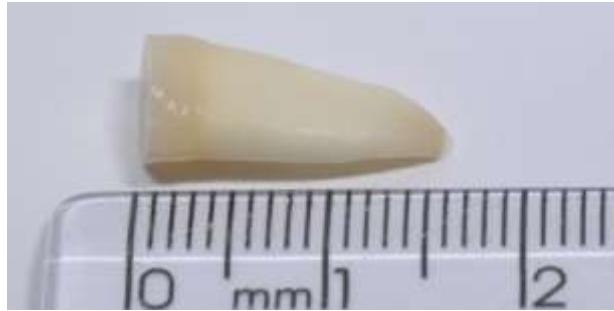


Figura 1 – Dente com coroa seccionada e medindo 15 mm de comprimento

Os canais foram preparados através de instrumentação manual convencional com hipoclorito de sódio 0,5% / Líquido de Dakin (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) para dissolução de toda a matéria orgânica (Figura 2 – A). Inicialmente, após ultrapassar o ápice radicular com limas flexofile #15 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil), foram confeccionados os batentes apicais no comprimento de trabalho de 15 mm. As limas utilizadas foram #25, #30, #35 e #40 (Figura 2 – B, C, D e E).

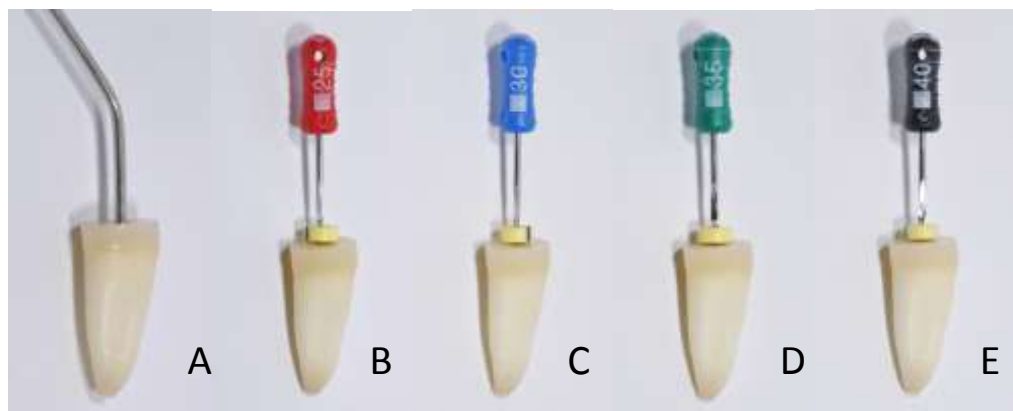


Figura 2 – Tratamento endodôntico – **A** - Irrigação com Hipoclorito; **B** – Lima flexofile #25; **C** – Lima #30; **D** – Lima #35; **E** – Lima #40.

O escalonamento foi realizado em seguida com as limas: #45 com 14 mm; #50 com 13 mm e #55 com 12 mm (Figura 3 – A, B e C). Na seqüência, brocas gattes nº 4 e 5 foram utilizadas no comprimento de 10 mm (Figura 3 – D). Após, a lima flexofile #40 foi utilizada nos 15 mm do comprimento de trabalho para eliminar as irregularidades das paredes internas do conduto (Figura 3 – E).

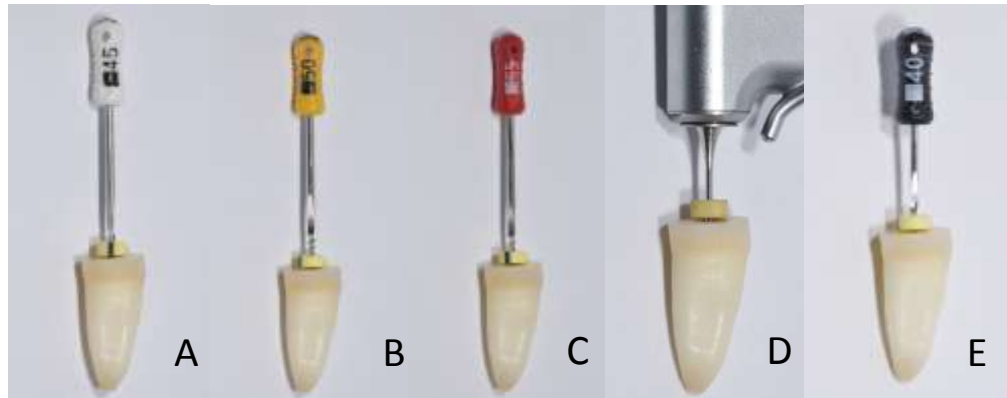


Figura 3 – Tratamento endodôntico – **A** – Lima #45 com 14 mm; **B** – Lima #50 com 13 mm; **C** – Lima #55 com 12 mm; **D** – Brocas Gates 4 e 5 no comprimento de 10 mm; Lima #40 em 15 mm.

Com o preparo endodôntico realizado, foi aplicado um agente quelante EDTA por 1 minuto (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil). Na seqüência foi realizada lavagem abundante (Figura 4 – A) e secagem com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) (Figura 4 – B). As raízes foram obturadas com cone principal de guta percha #40 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) (Figura 4 – C) e cimento endodôntico a base de hidróxido de cálcio Sealer 26 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) manipulado segundo as recomendações do fabricante, pela técnica de Schilder. A técnica foi eleita com intuito de evitar o contato do cimento endodôntico com a dentina das paredes internas dos condutos. Para isso, espaçadores digitais (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) foram adaptados, tendo suas pontas cortadas no comprimento necessário após serem medidos dentro do conduto (Figura 4 – D).

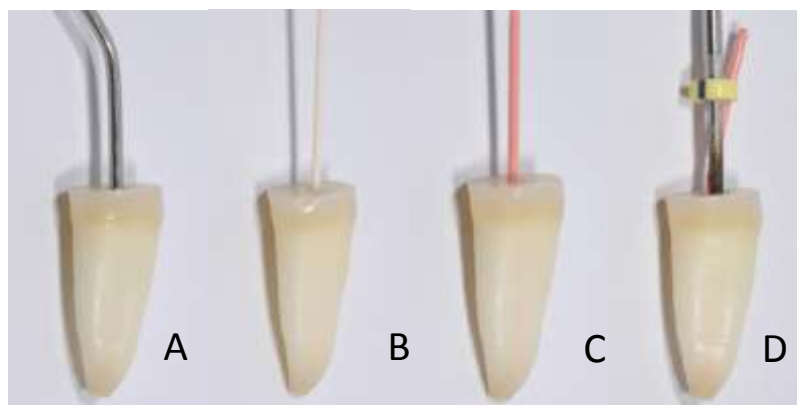


Figura 4 – Tratamento endodôntico – Sequência de obturação do conduto pela técnica de Shilder – **A** – Aplicação de EDTA e lavagem do conduto; **B** – Secagem do conduto com cone de papel absorvente; **C** – Prova do cone de guta percha principal #40; **E** - Obturação pela técnica de Shilder com espaçador digital cortado previamente.

4.3 Preparo dos condutos

Após a realização dos tratamentos endodônticos, as raízes foram armazenadas em soro fisiológico a 37°C por uma semana. Com os condutos já desobturados parcialmente pela técnica endodôntica, foram limpos com brocas gattes #4 e #5 (Figura 5 – A) e preparados em baixa rotação com as brocas específicas de cada pino disponibilizadas pelo fabricante (Exacto - Angelus, Londrina, PR, Brasil) (Figura 5 – B), para na seqüência receber a cimentação de pinos de fibra de vidro cônicos nº 1. Estas brocas disponibilizadas pelo fabricante foram substituídas a cada 5 dentes. Foi mantida a guta percha nos 4 mm apicais de cada dente. Para conferência da completa desobturação e remoção total da guta percha das paredes laterais do conduto, foram realizadas tomadas radiográficas individuais de cada uma das raízes (Figura 5 – C) em películas periapicais (Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA), com padronização do posicionamento e distância de 10 cm. Após os preparos com brocas, os canais foram lavados abundantemente com água e seringa tríplice e na seqüência recebeu jatos de ar e pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) para posteriormente proceder-se os procedimentos adesivos.

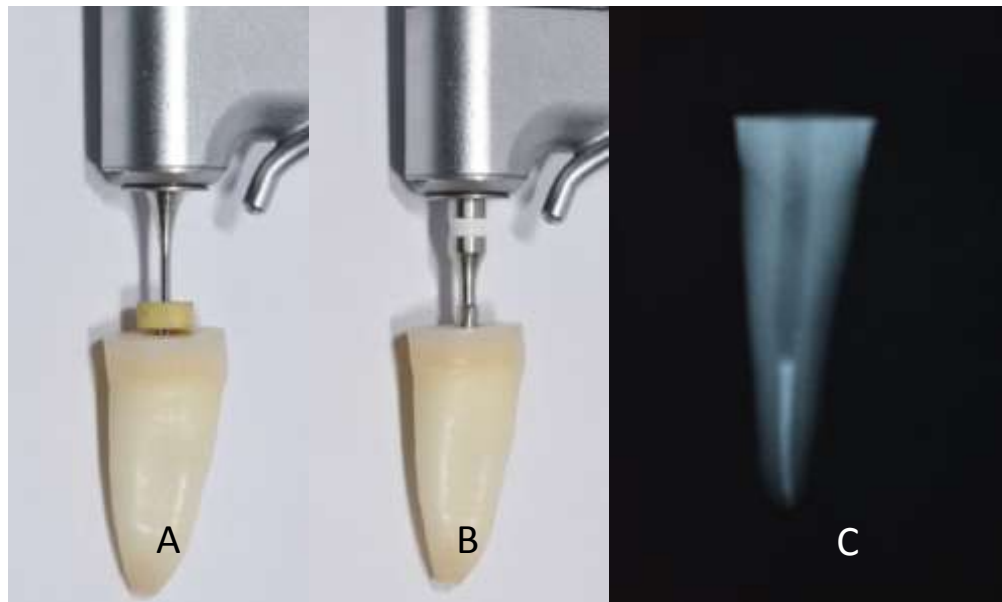


Figura 5 – **A** – Preparo inicial do conduto com brocas gattes #4 e #5; **B** - Preparo final do conduto com broca específica do pino; **C** – Radiografia para observação da completa limpeza das paredes do conduto.

4.4 Prupos experimentais e materiais utilizados

As raízes foram aleatoriamente divididas em 6 grupos (n=8) de acordo com o tipo de pino de fibra de vidro (opaco e translúcido) e com o tempo de fotoativação do cimento resinoso (20, 40 e 60 s), respectivamente demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Distribuição dos grupos experimentais

Grupos experimentais	Pino utilizado	Cimento resinoso dual	Tempo de Fotoativação	Número de dentes
PO20	Exacto Opaco	Variolink II	20 s	8 dentes
PO40	Exacto Opaco	Variolink II	40 s	8 dentes
PO60	Exacto Opaco	Variolink II	60 s	8 dentes
PT20	Exacto Translúcido	Variolink II	20 s	8 dentes
PT40	Exacto Translúcido	Variolink II	40 s	8 dentes
PT60	Exacto Translúcido	Variolink II	60 s	8 dentes

A composição dos materiais utilizados para o procedimento de cimentação está especificada no Quadro 2.

Quadro 2 - Especificação dos materiais utilizados na pesquisa

Imagem	Material	Composição	Fabricante	Lote
	Pino de fibra de vidro Exacto Opaco	Fibra de vidro - 80% Resina epóxi - 20%	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A – Londrina - PR	-
	Pino de fibra de vidro Exacto Translúcido	Fibra de vidro - 80% Resina epóxi - 20%	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A – Londrina - PR	-
	Cimento Resinoso Variolink II	BisGMA, UEDMA, TEGDMA, 73,4% de carga/peso	Ivoclar Vivadent - Liechtenstein	N44255 N40774
	Adesivo dual Excite DSC Endo	Dimetacrilatos, álcool, acrilato ácido fosfórico, HEMA (hidroxietilmetacrilato), SiO ₂ , inibidores e estabilizadores	Ivoclar Vivadent - Liechtenstein	N01061

4.5 Cimentação dos pinos

Previamente à cimentação, os pinos foram medidos com régua endodôntica milimetrada e demarcados com lapiseira no local determinado (Figura 6 – A). Os cortes foram realizados com disco diamantado (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) montado em micro-motor e peça-reta (Figura 6 – B). Foram devidamente provados dentro do conduto e em seguida foram limpos friccionando gaze embebida em álcool 70% por 10s.



Figura 6 – A – Marcação da região do corte; **B -** Corte do pino com disco diamantado em baixa rotação previamente à cimentação.

Com os canais radiculares devidamente preparados com as brocas disponibilizadas pelo fabricante dos pinos, foi dado início aos procedimentos adesivos. Foi realizado condicionamento total com ácido fosfórico 35% (Condac – FGM, Joinville, SC, Brasil), durante 15 segundos na dentina intrarradicular (Figura 7 – A), lavado abundantemente com seringa (Figura 7 – B), seco com jatos de ar e completamente seco com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) até que não mais se observasse umidade aparente (Figura 7 – C). Foi realizada a aplicação do sistema adesivo dual (Figura 7 – D) Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein).

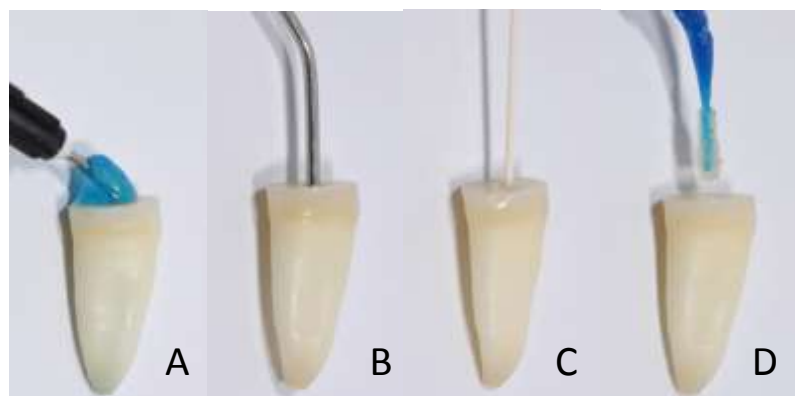


Figura 7 – A – Condicionamento ácido; **B –** Lavagem abundante do conduto; **C –** Secagem com cones de papel absorvente; **D –** Aplicação do sistema adesivo.

O adesivo é disponibilizado na forma de uma cápsula com o *brush* já posicionado no seu interior. No momento da utilização, o *brush* deve se pressionado no interior para que o adesivo entre em contato com o ativador e se torne dual. Após agitação dos componentes o adesivo já pode ser aplicado no interior do conduto radicular.

O adesivo foi levado ao conduto (Figura 8 – A), aplicado segundo as recomendações do fabricante, e removido os excessos com auxílio de cones de papel absorvente (Figura 8 – B). Este procedimento foi repetido até que não houvesse excesso de adesivo no interior do conduto. Foi realizada fotoativação do adesivo no interior do conduto por 20 segundos de todos os grupos da pesquisa (Figura 8 – C) com fotopolimerizador LED Radii-Call (SDI, Austrália) com intensidade de potência de aproximadamente 1200 mW/cm^2 . Antes da fotopolimerização de cada grupo do estudo, o aparelho foi aferido em radiômetro (Kondortech, São Carlos, SP, Brasil) para conferência e padronização dos espécimes testados.

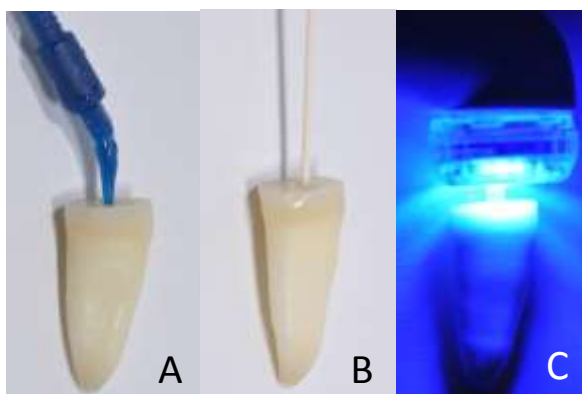


Figura 8 – **A** – Adesivo dual sendo aplicado no conduto; **B** – Remoção dos excessos de adesivo com cones de papel absorvente; **C** - Fotoativação do sistema adesivo dual por 20 s.

O cimento resinoso Variolink II (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) foi levado à placa de vidro, disponibilizado em porções iguais da pasta base e catalisadora, medindo aproximadamente 1 cm de comprimento (Figura 9 – A). A manipulação foi realizada com espátula para resinas compostas (Hu-Friedy, Chicago, IL, USA) por 15 segundos até que fosse observada homogeneidade da mistura (Figura 9 – B). Para inserção do cimento resinoso no interior do conduto, foi optado pelo método com auxílio de uma seringa de insulina (Méd Inject, Manaus, AM, Brasil) e agulha de calibre espesso (Méd Inject, Manaus, AM, Brasil). A inserção do cimento na seringa foi pela base apoiada sobre a placa de vidro (Figura 9 – C), e

em seguida o êmbolo foi adaptado, pressionado até a ponta (Figura 9 – D) e acoplado a agulha. Esta agulha foi cortada previamente, mantendo-se 10 mm de comprimento para permitir a inserção do cimento desde o ápice até a margem cervical.

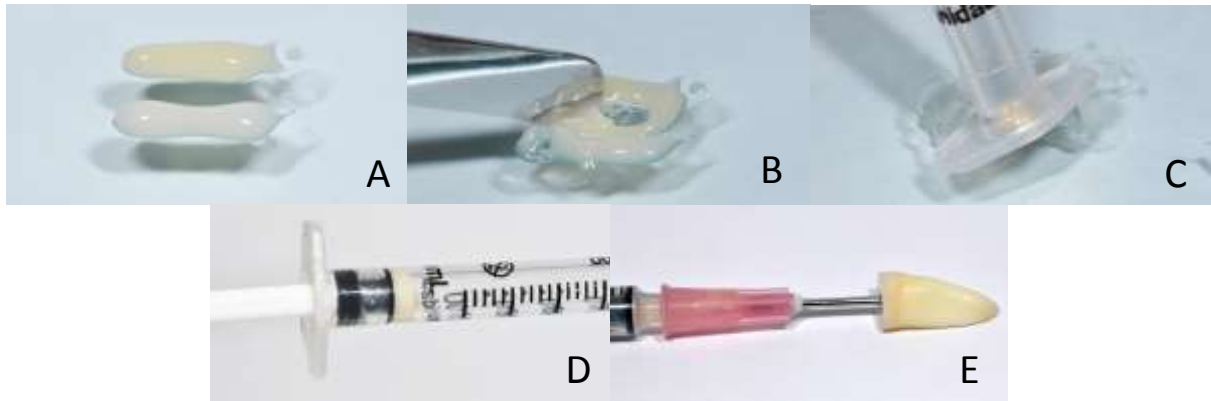


Figura 9 – **A** – Proporções do cimento resinoso base + catalisador; **B** – Manipulação do cimento; **C** – Preenchimento da seringa com cimento; **D** – Adaptação do êmbolo; **E** – Aplicação do cimento no conduto.

Na sequência, o cimento foi inserido, com a agulha posicionada totalmente no conduto, e conforme o cimento era injetado a agulha era retirada, sempre sobre pressão constante do êmbolo (Figura 9 – E). Um aspecto importante foi à observação do preenchimento completo do conduto pelo cimento resinoso.

Com o pino devidamente cortado, limpo e preparado, foi acoplado em uma pinça clínica e cuidadosamente levado ao conduto radicular (Figura 10 – A). Com pressão constante, porém suave, o pino foi introduzido no conduto e pressionado até encontrar o seu limite (Figuras 10 – B e C). Os excessos grosseiros de cimento extravasados foram removidos com *microbrush*. Um aspecto importante foi a observação da inserção mais central possível dentro do conduto. Com o conjunto cimento resinoso/pino de fibra inseridos, foi iniciado o procedimento de fotopolimerização do cimento resinoso com fotopolimerizador LED Raddi-Call (SDI – Austrália) segundo a divisão dos tempos nos diferentes grupos (Figura 10 – D). A aplicação da luz foi feita de forma paralela ao longo eixo do pino para que a luz fosse transmitida adequadamente para o interior do conduto radicular. As raízes foram armazenadas em umidade relativa por 24 horas à temperatura ambiente.

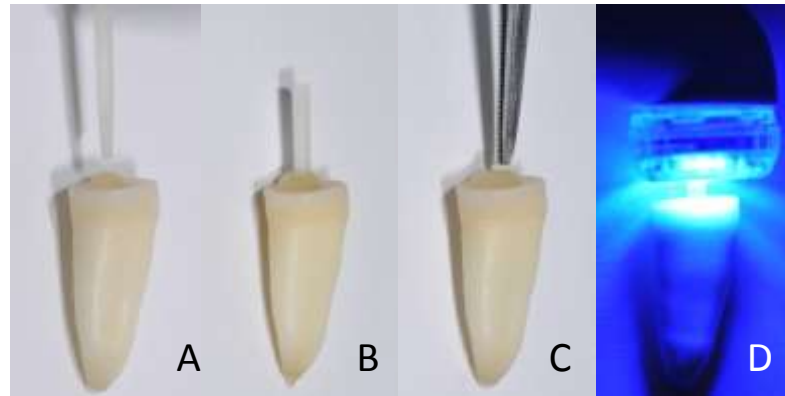


Figura 10 – **A** – Posicionamento do pino no conduto; **B** – Inserção com pressão constante; **C** – Inserção do pino até encontrar resistência apical; **D** – Fotopolimerização do conjunto conforme a distribuição dos grupos (20, 40 e 60 segundos).

4.6 Preparo dos espécimes

Após os procedimentos de cimentação, as raízes foram embutidas em resina acrílica. Para isto, foram realizados cortes medindo 15 mm de comprimento em canos de PVC com 12 mm de diâmetro. Os mesmos já devidamente recortados foram então completamente preenchidos com resina acrílica e as raízes colocadas verticalmente no seu interior (Figura 11 – A), procurando sempre a região mais central possível. Após a presa do material, o cano de PVC foi removido para a obtenção dos corpos-de-prova prontos para a realização dos cortes e obtenção dos discos (Figura 11 – B e C).

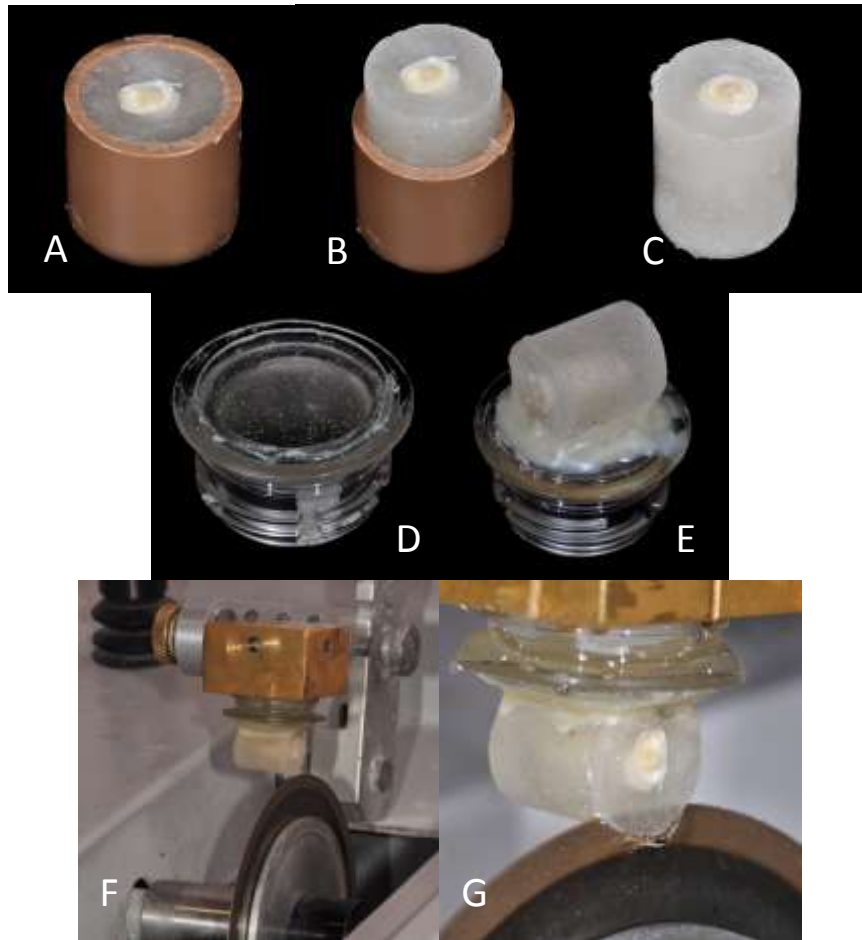


Figura 11 – **A**– Raíz inserida na resina acrílica; **B** – Remoção do cano de PVC; **C** - Raíz embutida pronta para o corte; **D** – Dispositivo para adaptação da raiz para ser levada à máquina de corte; **E** – Raíz colada no dispositivo com cera pegajosa; **F e G** – Raíz sendo seccionada.

Os espécimes foram adaptados em um dispositivo especial para ser montado na máquina de cortes (Figura 11 – D), o qual é composto por uma superfície plana onde as raízes foram acomodadas lateralmente e afixadas com cera pegajosa, para que os cortes fossem realizados perpendicularmente ao longo eixo dos dentes (Figura 11 – E). Para os cortes foi utilizado um disco diamantado (Diamond Wafer Blade, Series 15HC, Buehler, EUA) medindo 10,2 cm de diâmetro e espessura de 0,3 mm, sob constante irrigação, com velocidade constante de 300 rpm em uma máquina de cortes seriados (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, Illinois, EUA) (Figura 11 – F e G). O primeiro disco foi dispensado, por apresentar o topo oclusal do pino e ainda não apresentar uma superfície regular. Os espécimes (discos) foram obtidos com medidas de $1 \pm 0,1$ mm, os quais foram aferidos imediatamente após o corte com paquímetro digital (Digimess, Mooca, SP, Brasil) com aproximação de 0,01 mm. Além da espessura do disco, foram feitas medidas

do diâmetro do pino tanto na parte coronal como na porção apical. Os discos foram fotografados em ambos os lados em microscópio óptico (modelo BX 51; Olympus, Tokyo, Japão) com magnificação de 40X para obtenção das medidas do diâmetro coronal e apical dos pinos, para posterior realização do cálculo da área de união à dentina. Estas medidas foram realizadas com o software UTHSCSA ImageTool 3.0 (Department of Dental Diagnostic Science at The University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA).

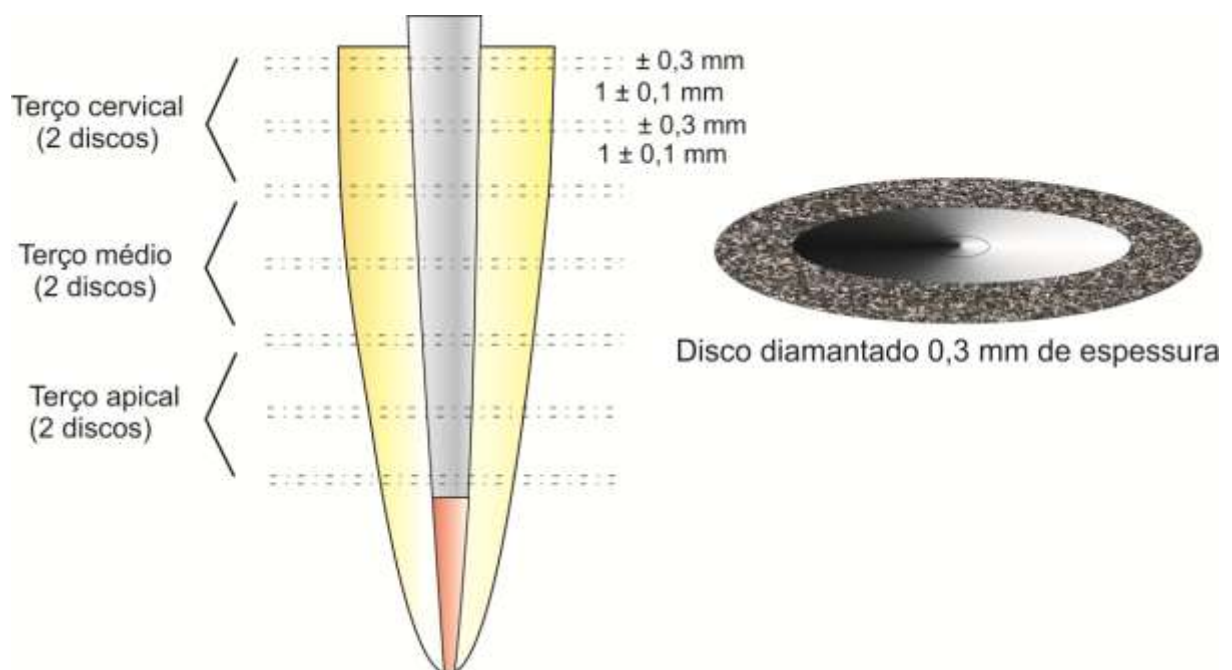


Figura 12 – Representação esquemática do corte das raízes e das medidas dos espécimes obtidos.

4.7 Teste *push-out*

Para realização do teste de *push-out*, foi utilizada uma máquina de ensaios universal (AG-I, Shimadzu Autograph) (Figura 13 – A) com uma célula de carga de 50 Kg a uma velocidade de 0,5 mm/min. Logo após o corte, os discos receberam uma marcação no lado coronal com tinta permanente (Figura 13 – B). Cada disco foi submetido ao teste individualmente, sendo posicionado sobre um dispositivo metálico cilíndrico que possui uma pequena abertura central onde recebe a ação da ponta ativadora do equipamento de testes (Figura 13 – C). Os discos tiveram suas porções coronárias posicionadas para baixo, de tal forma que a carga

exerça uma força compressiva constante, no sentido apico-coronal do pino intrarradicular, até que ocorra o seu deslocamento total. As pontas ativas da máquina de testes são metálicas e cilíndricas, disponibilizada em três tamanhos (0,7 mm, 1,0 mm e 1,1 mm de diâmetro), devendo ser utilizadas correspondentemente ao diâmetro do pino que está sendo ensaiado. A ponta atuadora é posicionada no centro de cada espécime (Figura 13 – D e E), localizando exatamente a região central do pino, de modo que a ponta ativa do equipamento toque o espécime evitando a região dentinária, para que não exista estresse nas paredes laterais dos canais radiculares. Após o correto posicionamento do disco, os grupos tiveram os espécimes submetidos ao teste. Os dados foram registrados em Newton (N) e convertidos em MPa pela divisão da força aplicada pela superfície de união (S_U). Este último, sendo a superfície lateral de um cone truncado, onde foi calculado pela fórmula $S_U = \pi(R + r)[(h^2 + (R - r)^2)^{0,5}]$, onde $\pi=3,14$, R =raio coronal do pino, r =raio apical do pino, e h =espessura do disco radicular.

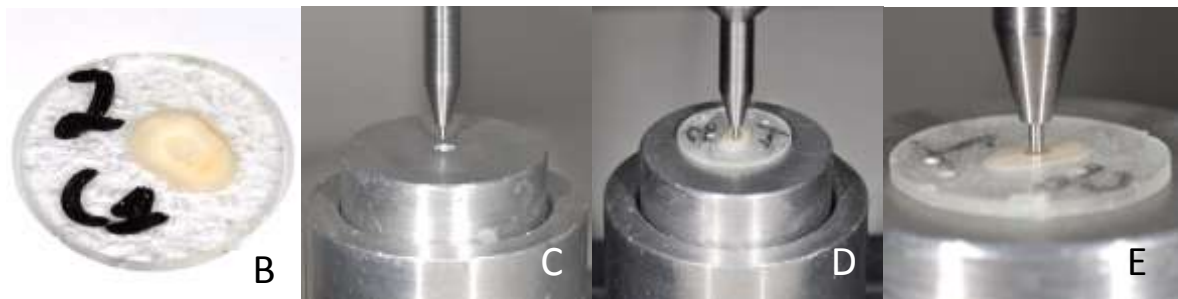


Figura 13 – **A** – Espécime medindo 1 mm de espessura com demarcação da face coronal; **B** – Cilindro com orifício central e ponta ativadora; **C e D** – Ponta ativadora em ação posicionada no centro do pino de fibra de vidro.

4.8 Análise dos padrões de fratura

Após a realização dos testes de *push-out*, os espécimes foram observados em microscópio óptico (Olympus BX 51 Tokyo, Japão), para determinação dos padrões de fratura. Os espécimes foram observados individualmente de ambos os lados, e classificados dentro dos seguintes parâmetros: fratura adesiva em dentina (rompimento da interface cimento resinoso/dentina) (Figura 14 – A); adesiva no pino de fibra (rompimento da interface cimento resinoso/pino de fibra) (Figura 14 – B); mista (fratura envolvendo a interface

cimento resinoso/dentina e cimento resinoso/pino de fibra) (Fibra 14 – C); coesiva (rompimento apenas do pino de fibra de vidro) (Figura 14 – D).

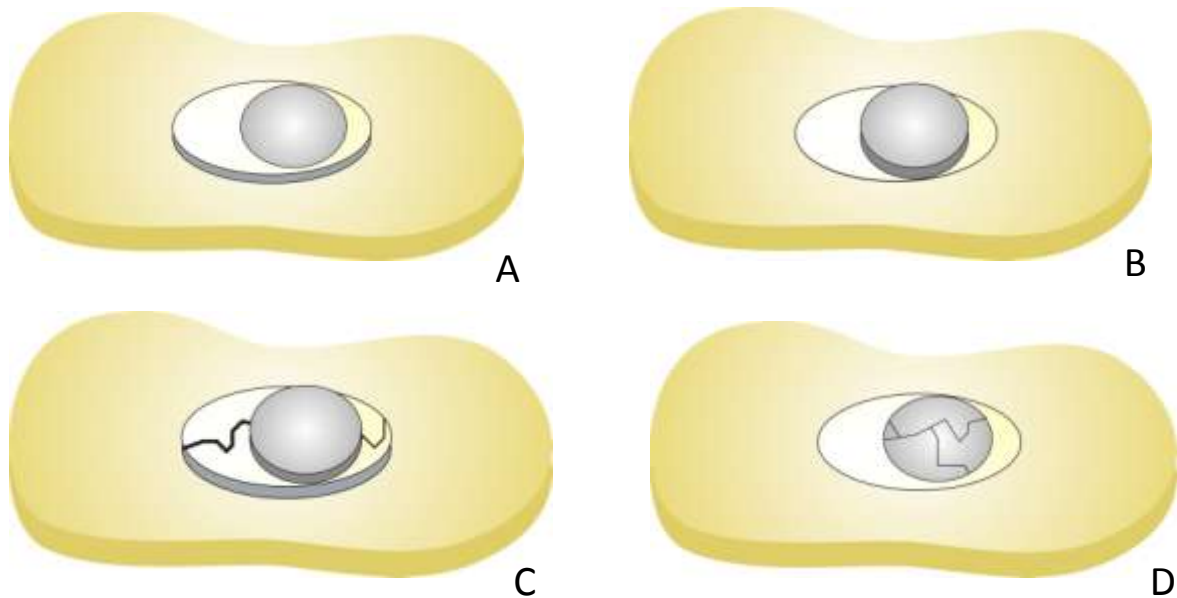


Figura 14 – Figuras esquemáticas dos padrões de fratura: **A** – Fratura adesiva em dentina; **B** – Fratura adesiva no pino de fibra; **C** – Fratura Mista; **D** – Fratura Coesiva no pino.

4.9 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 pino de fibra de vidro, tempo de polimerização 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 haveria diferença significativa entre os grupos seria aceita. Caso $p \geq 0,05$, H_0 não seria aceita, indicando não haver 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 da característica do pino (Translúcido vs *Opaco*), tempo de polimerização (20, 40 e 60 segundos) e região radicular (terços cervical, 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 os grupos levando em consideração o pino de fibra de vidro opaco nos diferentes tempos de fotoativação (20, 40 e 60 s) nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical).

GRUPOS	TERÇO RADICULAR			TOTAL
	Cervical	Médio	Apical	
PO20	21,02 ± 3,52	15,83 ± 4,94	10,48 ± 5,20	15,77 ± 4,55
PO40	14,42 ± 3,98	12,12 ± 4,40	11,59 ± 4,89	12,71 ± 4,42
PO60	16,27 ± 7,14	13,33 ± 5,22	16,99 ± 7,82	15,53 ± 6,72
TOTAL	17,23 ± 4,88	13,76 ± 4,85	13,02 ± 5,97	14,67 ± 5,23

Tabela 2 – Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino de fibra e dentina radicular para os grupos levando em consideração o pino de fibra de vidro translúcido nos diferentes tempos de fotoativação (20, 40 e 60 s) nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical).

GRUPOS	TERÇO RADICULAR			TOTAL
	Cervical	Médio	Apical	
PT20	18,34 ± 5,47	10,83 ± 4,63	9,98 ± 4,76	13,05 ± 4,95
PT40	17,51 ± 6,55	14,06 ± 3,85	10,95 ± 4,65	14,17 ± 5,01
PT60	19,42 ± 5,86	15,35 ± 5,43	12,77 ± 5,93	15,84 ± 5,74
TOTAL	18,42 ± 5,96	13,41 ± 4,63	11,23 ± 5,11	14,35 ± 5,23

A interação entre as variáveis independentes (Pino de fibra de vidro vs Tempo de fotopolimerização vs Terço Radicular) não foi significativa ($p=0,111$). Nas interações duplas Pino de fibra de vidro vs Terço Radicular ($p=0,265$), Pino de fibra de vidro vs Tempo de polimerização ($p=0,56$) e Tempo de polimerização vs Terço Radicular ($p=0,083$) também não foram significativas.

Ao analisar os resultados individuais, a análise da variável Pino de fibra, Pino opaco (PO20+PO40+PO60) vs Pino translúcido (PT20+PT40+PT60), independentemente dos fatores Tempo de polimerização e Terço Radicular, não demonstrou diferença significativa ($p=0,863$). Dessa forma, pode-se observar que valores similares de resistência de união (MPa) foram obtidos para o grupo Pino opaco ou translúcido, independente do tempo de polimerização e terço radicular: PO ($14,67 \pm 5,23$ MPa) vs PT ($14,35 \pm 5,23$ MPa).

Comparando os tempos de polimerização independentemente dos fatores Pino de fibra de vidro e Terço radicular, não foi possível observar diferenças significativas ($p=0,022$), o que significa que os tempos de fotopolimerização apresentaram desempenho similar em relação à resistência de união.

Na comparação entre as diferentes regiões radiculares (fator Terço Radicular), independente do Pino de fibra e do Tempo de polimerização, foi observada diferença estatisticamente significativa ($p=0,000$). O pós teste de Tukey HSD demonstrou que o terço cervical foi estatisticamente superior em relação aos terços médio e apical ($p=0,000$), os quais não foram estatisticamente diferentes entre si ($p=0,576$): Pinos opacos: Terço cervical ($17,23 \pm 4,88$ MPa) vs Terço médio ($13,76 \pm 4,85$ MPa) vs Terço apical ($13,02 \pm 5,97$ MPa); Pinos translúcidos: Terço cervical ($18,42 \pm 5,96$ MPa) vs Terço médio ($13,41 \pm 4,63$ MPa) vs Terço apical ($11,23 \pm 5,11$ MPa).

Os tipos de fratura dos espécimes de cada grupo experimental estão representados na tabela 3 e na figura 15.

Tabela 3 – Porcentagens (%) dos Padrões de fratura dos espécimes submetidos ao teste de *push-out* e analisados em microscopia óptica.

PADRÃO DE FRATURA	GRUPOS					
	PO20	PO40	PO60	PT20	PT40	PT60
Adesiva						
cimento/dentina	12,50%	27,09%	14,58%	45,83%	37,50%	39,58%
Adesiva cimento/pino	18,75%	10,41%	18,75%	4,16%	4,16%	16,66%
Mista	68,75%	62,50%	66,66%	47,91%	58,33%	43,75%

Não foram observadas fraturas coesivas no pino de fibra de vidro.

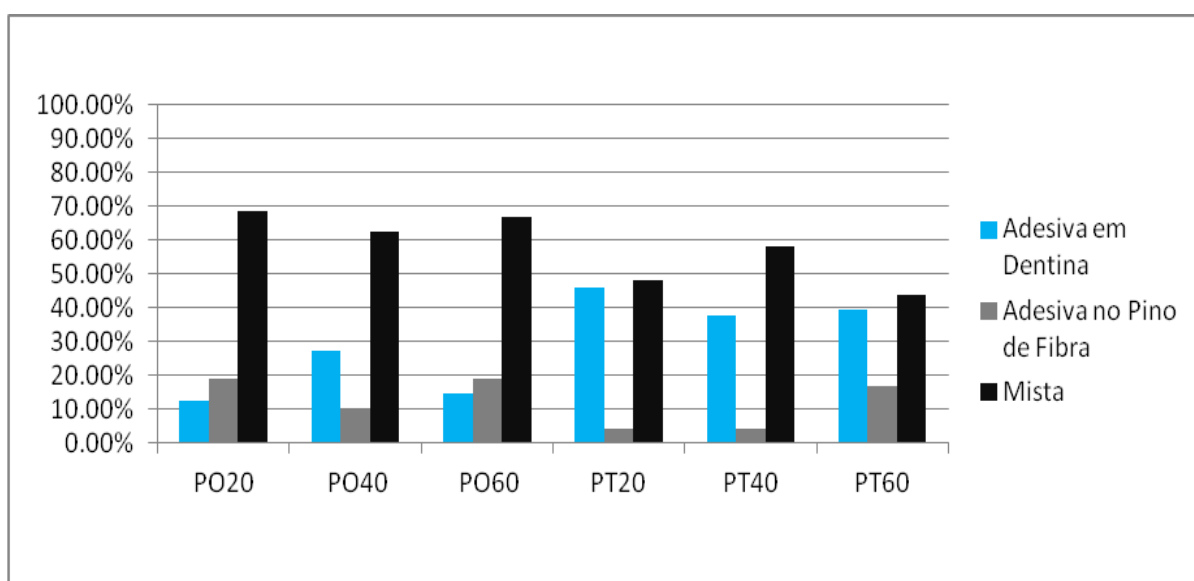


Figura 15 – Gráfico representando as porcentagens (%) dos tipos de fratura ocorridos nos espécimes submetidos aos testes de *push-out*. Adesiva em Dentina: fratura na interface cimento resinoso/dentina; Adesiva no Pino de Fibra de Vidro: fratura na interface cimento resinoso/pino de fibra de Vidro; Mista: fratura atinge tanto a interface cimento resinoso/dentina e interface cimento resinoso/pino de fibra de Vidro.

6 DISCUSSÃO

Diversos aspectos estão envolvidos nos mecanismos de adesão à dentina radicular. Dentre eles, estão os fatores limitadores da fotopolimerização, como a profundidade e distância do conduto radicular em relação à unidade fotopolimerizadora e a dificuldade de condução da luz pelos pinos de fibra (dos Santos Alves Morgan et al.³² 2008, Goracci et al.²⁴ 2008). A adesão depende diretamente da polimerização e do grau de conversão dos monômeros resinosos, os quais estão relacionados com a transmissão de luz através do conduto. Além disso, acrescenta-se a dificuldade no controle da umidade dentinária, diferenças estruturais entre as regiões radiculares e os diferentes mecanismos dos sistemas adesivos e cimentos resinosos (Ferrari et al.⁴⁷ 2000).

As interfaces cimento/dentina e cimento/pino mensuradas nos testes *push-out* sofrem fratura devido ao menor módulo de elasticidade do cimento em relação à dentina radicular e ao pino de fibra, criando um local de alta concentração de estresse, levando à ruptura do espécime. Existem na literatura diferentes testes para mensurar os valores de resistência de união. Podem ser confeccionados espécimes em forma de palito, ampulheta e discos para testes *pull-out* e *push-out*. São utilizados na avaliação de diferentes materiais, sendo cada qual melhor estudado por um método específico. No teste *push-out* dificilmente ocorrem falhas prematuras, a variabilidade da distribuição dos dados é aceitável e as diferenças de resistência de união nos diferentes níveis radiculares podem ser mensuradas. Com isso, quando a mensuração dos valores de resistência de união de pinos à dentina radicular é desejada, autores sugerem que o teste *push-out* parece ser mais confiável do que as técnicas de microtração (Goracci et al.¹⁵ 2004), permitindo a realização de medidas reais de pequenas áreas no interior do conduto radicular e ainda mensuração dos valores de resistência de união nos diferentes terços radiculares (Bouillaguet et al.⁴⁸ 2003).

O teste *push-out* foi descrito pela primeira vez para o uso na odontologia por Roydhouse⁴⁹ (1970). No entanto, a sua utilização para estudos de resistência adesiva à dentina radicular só foi relatada mais tarde por Patierno et al.⁵⁰ (1996). Este tipo de teste promove uma melhor estimativa da resistência de união do

que o convencional teste de cisalhamento porque no *push-out* a fratura ocorre paralelamente à interface dentina/adesão, o que faz dele um verdadeiro teste de cisalhamento (Drummond et al.⁵¹ 1996). Além disso, o teste *push-out* tem sido considerado mais seguro do que os testes de microtração para cimentação de pinos (Perdigão et al.¹⁷ 2006).

Muitos pesquisadores têm utilizado atualmente o *push-out* para avaliar os valores de resistência de união na cimentação de pinos de fibra de vidro (Hedlund et al.¹¹ 2003, Goracci et al.¹⁵ 2004, Perdigão et al.¹⁷ 2006, Boff et al.²¹ 2007, D'Arcangelo et al.²³ 2007, Kececi et al.²⁵ 2008, Zangh et al.²⁶ 2008, Radovic et al.²⁷ 2008, Zicari et al.²⁸ 2008, Ohlmann et al.³⁰ 2008, Kremeier et al.³¹ 2008, Carvalho et al.³³ 2009, Mazzoni et al.³⁵ 2009, Demiryurek et al.³⁷ 2010, Zorba et al.³⁸ 2010, Giachetti et al.⁴¹ 2011, Calixto et al.⁴⁶ 2012). Além disso, outros métodos também podem ser empregados para testar a qualidade dos materiais resinosos em condutos radiculares, como MEV (Ferrari et al.⁵ 2001, Giachetti et al.¹² 2004, Grandini et al.¹³ 2004, Mazzoni et al.³⁵ 2009, Demiryurek et al.³⁷ 2010), quantificação da transmissão de luz através do pino de fibra por espectrofotometria (Goracci et al.²⁴ 2008, dos Santos Alves Morgan et al.³² 2008, Radovic et al.⁶ 2009) e análise do grau de conversão dos materiais (Pereira et al.³⁹ 2010, Zorba et al.⁴² 2011, Cerutti et al.⁴³ 2011).

O *push-out* é caracterizado por uma alta sensibilidade e capacidade de mensuração de pequenas variações nos valores de resistência de união. A literatura é variada no que diz respeito à espessura dos espécimes (discos) utilizados, variando de 1 mm (Kececi et al.²⁵ 2008, Radovic et al.²⁷ 2008, Giachetti et al.⁴¹ 2011), 2 mm (Perdigão et al.¹⁷ 2006), 2,5 mm (Boff et al.²¹ 2007) até 3 mm (Pereira et al.³⁹ 2010, Akgungor et al.²⁰ 2006) de espessura. Este estudo utilizou discos padronizados com 1 mm de espessura, visto que parece ser de senso comum que discos com menor espessura expressam melhor a capacidade de avaliação dos valores de resistência de união. Quando espécimes pequenos são obtidos, um estresse uniforme é favorecido, diferenças locais em condições adesivas podem ser determinadas, e o número de dentes necessários para os testes podem ser reduzidos (Goracci et al.²² 2007).

Trabalhos sugerem que os pinos de fibra translúcidos permitem a transmissão de luz para dentro do canal radicular aumentando assim o grau de conversão dos cimentos resinosos com conseqüente melhora das propriedades mecânicas como módulo de elasticidade e dureza (Yoldas, Alacam⁵², 2005). Contudo, é aceito que a polimerização da região apical dos pinos é insuficiente para uma ótima polimerização dos cimentos e adesivos fotopolimerizáveis (Roberts et al.¹⁴ 2004, Goracci et al.²² 2007). Estudos mostram que uma diminuição significativa na quantidade de luz alcança a região apical, o que pode influenciar a eficácia da polimerização dos cimentos resinosos em regiões profundas do conduto radicular. Por esta razão, o comportamento óptico dos pinos deve ser devidamente levado em consideração no momento da seleção do pino e do material de cimentação (Goracci et al.²⁴ 2008).

Os resultados deste trabalho indicaram que os valores de resistência de união não foram diferentes entre os pinos testados (opaco vs translúcido), coincidindo com o resultado de pesquisas (Kalkan et al.¹⁹ 2006, Boff et al.²¹ 2007, Kececi et al.²⁵ 2008, Teixeira et al.³⁶ 2009, Zorba et al.³⁸ 2010). No entanto, outros trabalhos demonstraram maiores valores de resistência de união quando utilizados pinos de fibra de vidro translúcidos (Hedlund et al.¹¹ 2003, Zangh et al.²⁶ 2008). Independentemente do tipo de pino de fibra de vidro utilizado e dos diferentes tempos de fotopolimerização, os valores obtidos para o terço cervical foram superiores em relação aos terços médio e apical, concordando com resultados de vários estudos (Perdigão et al.¹⁷ 2006, Boff et al.²¹ 2007, Zangh et al.²⁶ 2008, Ohlmann et al.³⁰ 2008, Kremeier et al.³¹ 2008, Zorba et al.³⁸ 2010, Calixto et al.⁴⁶ 2012, Zorba et al.⁴² 2011, Cerutti et al.⁴³ 2011, Farina et al.⁴⁰ 2011). No entanto, alguns autores não encontraram valores diferentes entre os terços radiculares tanto para os testes de *push-out* quanto para análise do grau de conversão dos cimentos resinosos (Aksornmuang et al.²⁹ 2008, Pereira et al.³⁹ 2010; Giachetti et al.⁴¹ 2011). Esta maior dificuldade de polimerização em regiões profundas pode ocorrer pela dificuldade de transmissão e dispersão da luz através dos pinos de fibra de vidro utilizados, independentemente do nível de opacidade (Boff et al.²¹ 2007, dos Santos Alves Morgan et al.³² 2008). A dificuldade em obter radiação luminosa em regiões profundas parece ser a principal razão por menores valores de resistência de união nestas áreas (Foxton et al.⁵³ 2003). Acontece uma significativa redução na

quantidade de luz transmitida para o interior do conduto radicular com o aumento da profundidade, e tem se mostrado insuficiente para alguns pesquisadores, principalmente no terços apicais (dos Santos Alves Morgan et al.³² 2008). Entretanto, autores que investigaram a habilidade de transmissão de luz através dos pinos de fibra, encontraram maiores valores do módulo de elasticidade e dureza Vicker's da camada de cimento com pinos translúcidos em comparação aos pinos opacos (Radovic et al.⁶ 2009).

Trabalhos têm investigado a capacidade de polimerização de cimentos resinosos no interior dos condutos radiculares e relatado que capacidade de transmitir energia luminosa pode ser uma variável importante nos valores de resistência de união à dentina radicular, influenciando nos resultados (Radovic et al.⁶ 2009, Zorba et al.⁴² 2011, Ho et al.⁴⁴ 2011). Todavia, a literatura ainda não apresenta resultados unânimes e conclusivos quanto aos padrões mínimos de polimerização que possam garantir o sucesso total dos procedimentos de cimentação adesiva de pinos intra-radiculares. Pesquisas que avaliaram a quantidade de energia luminosa transmitida para o conduto encontraram redução significativa com o aumento da profundidade, onde mesmo sem o pino, a intensidade luminosa parece diminuir para níveis insuficientes para que ocorra adequada polimerização, especialmente no terço apical. Vale ressaltar que os valores obtidos dependem do material, nível de translucidez e qualidade do pino (dos Santos Alves Morgan et al.³²).

Apesar dos valores de resistência de união deste estudo não demonstrarem diferenças entre os pinos testados, pesquisas que compararam a transmissão de luz de pinos translúcidos mostram maior taxa de polimerização do cimento resinoso, e também menor microinfiltração em relação aos pinos metálicos ou totalmente opacos. As diferenças observadas podem ser atribuídas às propriedades dos diferentes pinos, os quais podem proporcionar informação relevante. No entanto, ficou demonstrado que a radiação ao longo dos pinos diminuiu exponencialmente com registro de valores de polimerização insuficientes após 5 mm de profundidade, mesmo em pinos com boa condução de luz ao interior do conduto (Ho et al.⁴⁴ 2011). Acrescenta-se a isso outra hipótese para os valores similares de resistência de união entre os dois pinos testados (opaco vs translúcido). É baseada em resultados de estudos que demonstraram que o principal mecanismo de retenção dos pinos ao canal radicular não é adesivo, mas sim de natureza

friccional (Goracci et al.¹⁶ 2005). Na remoção incompleta da *smear layer* e fendas na interface, a resistência ao deslocamento dos pinos pode ser influenciada por fricção ao deslocamento. De acordo com estudos de engenharia, uma importante contribuição para a força de fixação é o atrito de deslizamento interfacial. Sendo assim, a polimerização associada da presa química e física do cimento resinoso dual mesmo com a deficiência da ativação por luz pode ter influenciado os resultados de resistência de união (Goracci et al.¹⁶ 2005).

Os resultados do presente trabalho também não foram melhores quando o tempo de fotoativação foi aumentado. Quando foi realizada a comparação dos tempos de polimerização de maneira isolada tanto para os pinos opacos como para os translúcidos, não foram encontradas diferenças significativas entre os três subgrupos; portanto, os três tempos de fotopolimerização testados nesse trabalho (20s, 40s e 60s) apresentaram resultados estatisticamente similares em relação à resistência de união. Concordando com resultados de Teixeira et al.³⁶ (2009). A hipótese para este resultado pode estar relacionada principalmente pela deficiente transmissão de luz através do pino de fibra, mesmo quando utilizado um pino translúcido. É importante ressaltar que trabalhos têm demonstrado que a capacidade de transmissão de luz através dos pinos de fibra de vidro é muito variável, sendo muito importante as características individuais de cada fabricante (dos Santos Alves Morgan et al.³², Goracci et al.²⁴ 2008).

O tipo de pino de fibra de vidro é sem dúvida um aspecto relevante. Estudo apresentou diferenças significativas entre diferentes pinos de fibra testados, mas não entre os materiais de cimentação utilizados na pesquisa, ficando demonstrado que a seleção do tipo de pino pode ser tão importante para resistência de união quanto o agente de cimentação (Kremeier et al.³¹ 2008). Os estudos encontrados na literatura são realizados com pinos de diversos fabricantes, apresentando diferentes níveis de opacidade, composição, formatos (cônicos ou cilíndricos) e tipo de superfície (lisos ou com ranhuras). No entanto, a padronização quanto à geometria é dificultada, visto que existe discrepância entre as diferentes marcas. Sendo assim, o presente trabalho buscou uma padronização em relação ao formato, comprimento e diâmetro dos pinos utilizados tentando minimizar as variáveis relacionadas. Ficando determinado como fator diferencial entre os pinos apenas o nível de opacidade/translucidez. Como agente cimentante, a seleção do

cimento dual utilizado foi baseada em estudo que demonstrou um excelente desempenho do material, relatando que o Variolink II apresenta altos valores de resistência de união quando utilizado com pinos de fibra translúcidos (Kececi et al.²⁵ 2008).

A intensidade de luz do aparelho e a distância da unidade fotopolimerizadora parece ser outro aspecto relevante no processo de cimentação adesiva ao conduto radicular. Autores encontraram que o grau de conversão dos cimentos testados diminuiu progressivamente com o aumento da distância da ponta ativa do fotopolimerizador, independentemente da modalidade de fotopolimerização utilizada (padrão ou alta-potência) (Cerutti et al.⁴³ 2011). Buscando minimizar estas variáveis, neste estudo a intensidade do fotopolimerizador foi aferida regularmente a cada grupo do estudo com valores aproximados de 1200 mW/cm². Além disso, a distância do aparelho foi padronizada em relação ao conjunto pino/raiz.

Quanto aos padrões de fratura observados, puderam ser notadas diferenças entre os pinos testados. Quando o pino opaco foi utilizado, os padrões de fratura foram predominantemente mistos. Já quando o pino translúcido foi analisado, as fraturas mistas e adesivas no pino diminuíram, podendo ser observado aumento no número de fraturas adesivas em dentina. Além disso, não foram observadas fraturas coesivas dos pinos testados. Concordando com estes resultados, Radovic et al.²⁷ (2008) estudaram diferentes abordagens adesivas com pinos translúcidos, e encontraram que na maioria dos grupos testados o tipo de fratura mais freqüente foi adesiva em dentina, seguido por fraturas adesivas no pino, e fraturas mistas. Nenhuma fratura coesiva dentro dos pinos foi observada no estudo. De encontro a estes dados, Aksornmuang et al.²⁹ (2008) em estudo com fotoativação prolongada, encontraram maior número de falhas adesivas na interface pino/cimento resinoso ou coesiva no pino de fibra do que na interface dentina/cimento resinoso.

Os fatores relacionados à região e qualidade da dentina radicular também podem influenciar nos valores de resistência de união da interface cimento resinoso/dentina radicular, como as características histológicas e anatômicas do canal radicular, incluindo a densidade e orientação dos túbulos dentinários nas diferentes regiões do conduto (Ferrari et al.⁴⁷ 2000). Os valores mais altos encontrados na região cervical deste estudo podem estar relacionados com uma

maior densidade dos túbulos dentinários e formação de *tags* de resina mais longos nestas regiões, que segundo a literatura são muito importantes para a adesão em dentina, correspondendo com valores aproximados de 30% da resistência de união (Ferrai et al.⁵ 2001). Visto que a região apical apresenta menor densidade de túbulos dentinários estes valores deveriam ser inferiores pela menor quantidade de *tags* formados.

Pôde ser observado que os valores de resistência de união não foram distribuídos uniformemente nas diferentes profundidades do conduto radicular. Maiores valores de resistência de união foram encontrados no terço cervical da maioria dos grupos testados, o que também pode ser explicado pelas melhores condições de acesso visual e de trabalho, visto que a aplicação dos materiais bem como a proximidade de polimerização é facilitada. Isto é vantajoso em relação ao terço apical onde além das dificuldades de acessibilidade pode ser encontrada uma maior quantidade de *smear layer*, restos de materiais obturadores e dificuldade de remoção do condicionamento ácido durante os procedimentos de lavagem (Ferrari et al.⁴⁷ 2000, Ohlmann et al.³⁰ 2008). Estas áreas não apresentam a mesma resposta aos procedimentos adesivos, resultando em diferenças na qualidade adesiva dos pinos cimentados (Ferrari et al.⁴⁷ 2000). No entanto, outros pesquisadores não acreditam na influência da região radicular. Contudo, valores maiores nos testes de push-out são esperados no terço cervical, como observado neste estudo, concordando com a maioria dos trabalhos encontrados na literatura (Perdigão et al.¹⁷ 2006).

Apenas um grupo do presente trabalho apresentou maior valor na região apical em relação ao terço médio, o que pode ser observado em outros estudos (Gomes et al.⁴⁵ 2011). Estes valores segundo autores podem estar relacionados com a maior área superficial de dentina intertubular encontrada nesta região radicular (Bitter et al.⁵⁴ 2006, Kremeier et al.³¹ 2008).

Sendo assim, os achados do presente estudo não devem ser correlacionados diretamente com outros pinos de fibra translúcidos devido às diferenças estruturais existentes entre os diversos materiais disponíveis. É importante salientar que estes resultados referem-se a achados obtidos *in vitro*,

portanto, sugere-se que trabalhos *in vivo* também sejam realizados para comprovação dos resultados.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada e com base nos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- O uso de diferentes pinos de fibra de vidro (opaco vs translúcido) com cimento resinoso dual não afetou significativamente os valores de resistência de união.

- Os diferentes tempos de fotoativação (20, 40 e 60 s) não promoveram aumento nos valores de resistência de união dos espécimes testados.

- Maiores valores de resistência de união foram observados no terço cervical da maioria dos grupos testados.

REFERÊNCIAS

1. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:77-83.
2. Pest LB, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*. 2002; 18: 596-602.
3. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999 May;27(4):275-8.
4. Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Scaminaci Russo D. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: *push-out* test. *J Dent*. 2009 Aug;37(8):638-42.
5. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater*. 2001;17:422-29.
6. Radovic I, Corciolani G, Magnib E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, Ferrari. Light transmission through fiber post: The effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. *Dent Mater*. 2009; 25; 837-44.
7. Mumcu E, Erdemir U, Topcu FT. Comparison of micro push-out bond strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. *Dent Mater J*. 2010 May;29(3):286-96.
8. Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Muench A. Microtensile bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using trans-lucent and opaque fiber-reinforced composite posts. *J Prosthet Dent* 2007;97:(3):165-72.
9. 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.
10. 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.
11. Hedlund SO, Johansson NG, Sjögren G. Retention of prefabricated and individually cast root canal posts in vitro. *Br Dent J*. 2003 Aug 9;195(3):155-8.

* 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*.

12. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent*. 2004 Nov;32(8):629-34.
13. 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.
14. Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater*. 2004 Sep;20(7):617-22.
15. 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.
16. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod*. 2005 Aug;31(8):608-12.
17. Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater*. 2006 Aug;22(8):752-8.
18. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent*. 2006 Mar;95(3):218-23.
19. 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.
20. 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.
21. Boff LL, Grossi ML, Prates LH, Burnett LH Jr, Shinkai RS. Effect of the activation mode of post adhesive cementation on push-out bond strength to root canal dentin. *Quintessence Int*. 2007 May;38(5):387-94.
22. 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.
23. 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.

24. Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res*. 2008 Dec;87(12):1122-6.
25. Kececi AD, Ureyen Kaya B, 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.
26. Zhang L, Huang L, Xiong Y, Fang M, Chen JH, Ferrari M. Effect of post-space treatment on retention of fiber posts in different root regions using two self-etching systems. *Eur J Oral Sci*. 2008 Jun;116(3):280-6.
27. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci*. 2008 Dec;116(6):557-63.
28. 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.
29. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Panyayong W, Tagami J. Regional bond strengths and failure analysis of fiber posts bonded to root canal dentin. *Oper Dent*. 2008 Nov-Dec;33(6):636-43.
30. 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.
31. 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.
32. dos Santos Alves Morgan LF, Peixoto RT, de Castro Albuquerque R, Santos Corrêa MF, de Abreu Poletto LT, Pinotti MB. Light transmission through a translucent fiber post. *J Endod*. 2008;34:299-302.
33. Carvalho CA, Monticelli F, Cantoro A, Breschi L, Ferrari M. Push-out bond strength of fiber posts luted with unfilled resin cement. *J Adhes Dent*. 2009 Feb;11(1):1165-70.
34. Cheleux N, Sharrock PJ. Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts. *Acta Biomater*. 2009 Oct;5(8):3224-30.
35. 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.

36. Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *J Endod*. 2009 Jul;35(7):1034-9.
37. Demiryürek EO, Külünk S, Yüksel G, Saraç D, Bulucu B. Effects of three canal sealers on bond strength of a fiber post. *J Endod*. 2010 Mar;36(3):497-501.
38. Zorba YO, Erdemir A, Turkyilmaz A, Eldeniz AU. Effects of different curing units and luting agents on push-out bond strength of translucent posts. *J Endod*. 2010 Sep;36(9):1521-5.
39. Pereira PC, Melo RM, Chaves C, Galhano GA, Bottino MA, Balducci I. The adhesive system and root canal region do not influence the degree of conversion of dual resin cement. *J Appl Oral Sci*. 2010 Sep-Oct;18(5):477-81.
40. Farina AP, Cecchin D, Garcia Lda F, Naves LZ, Sobrinho LC, Pires-de-Souza Fde C. Bond strength of fiber posts in different root thirds using resin cement. *J Adhes Dent*. 2011 Apr;13(2):179-86.
41. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Baldini M, Bertini F, Steier L, Ferrari M. Push-out strength of translucent fibre posts cemented using a dual-curing technique or a light-curing self-adhering material. *Int Endod J*. 2011 Oct 19. [Epub ahead of print].
42. Zorba YO, Erdemir A, Ahmetoglu F, Yoldas O. Effect of different light sources in combination with a light-transmitting post on the degree of conversion of resin composite at different depths of simulated root canals. *Dent Traumatol*. 2011 Jun;27(3):195-8.
43. Cerutti F, Acquaviva PA, Gagliani M, Ferrari M, Mangani F, Depero LE, Cerutti A. Degree of conversion of dual-cure resins light-cured through glass-fiber posts. *Am J Dent*. 2011 Feb;24(1):8-12.
44. Ho YC, Lai YL, Chou IC, Yang SF, Lee SY. Effects of light attenuation by fibre posts on polymerization of a dual-cured resin cement and microleakage of post-restored teeth. *J Dent*. 2011 Apr;39(4):309-15.
45. Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Braz Dent J*. 2011;22(6):460-7.
46. Calixto L, Bandéca M, Clavijo V, Andrade M, Vaz L, Campos E. Effect of Resin Cement System and Root Region on the Push-out Bond Strength of a Translucent Fiber Post. *Oper Dent*. 2012 Jan-Feb;37(1):80-6.
47. 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.

48. 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.
49. Roydhouse RH. Punch-shear test for dental purposes. *J Dent Res*. 1970;49:131–6.
50. Patierno JM, Rueggeberg FA, Anderson RW, Weller RN, Pashley DH. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol*. 1996;12:227–36.
51. Drummond JL, Sakaguchi RL, Racean DC, Wozny J, Steinberg AD. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res*. 1996;32:533–41.
52. Yoldas O, Alaçam T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. *J Endod*. 2005 Feb;31(2):104-6.
53. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent*. 2003;28:543-551.
54. 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.

ANEXO A

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

COEP

COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER Nº 166/2010
Protocolo: 17033/10

Em reunião ordinária, realizada dia 09 de Dezembro de 2010, a Comissão de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa intitulado **"Influência da translucidez de pinos de fibra de vidro e tempo de fotoativação de cimentos duais na resistência de união à dentina radicular"** de responsabilidade do pesquisador João Carlos Gomes.

Conforme Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a esta Comissão, relatórios sobre andamento da pesquisa, conforme modelo (<http://www.uepg.br/coep/>).

Data para entrega do relatório final: Dezembro de 2011.

Ponta Grossa, 09 de Dezembro de 2010.

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


Prof. Dr. Ulisses Coelho
Coordenador