

**RENATA GONDO**

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE CIMENTAÇÃO ADESIVA INTRA-  
RADICULAR NA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE PINOS DE  
FIBRA DE VIDRO**

Florianópolis  
2005

RENATA GONDO

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE CIMENTAÇÃO ADESIVA INTRA-  
RADICULAR NA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE PINOS DE  
FIBRA DE VIDRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Élito Araújo

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri

Florianópolis  
2005

G637i Gondo, Renata

Influência da técnica de cimentação adesiva intra-radicular na resistência ao cisalhamento de pinos de fibra de vidro / Renata Gondo; orientador Élito Araújo - Florianópolis, 2005.

121 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Opção Dentística.

Inclui bibliografia.

1. Cimentos de resina. 2. Adesivos dentinários. 3. Pinos dentários. 4. Resistência ao cisalhamento. 4. Restauração (Odontologia). 5. Dentística operatória I. Araújo, Élito. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314-089

Catálogo na fonte por: Vera Ingrid Hobold Sovernigo CRB-14/009

RENATA GONDO

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE CIMENTAÇÃO ADESIVA INTRA-RADICULAR NA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Odontologia – Opção Dentística e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 21 de novembro de 2005.

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Vieira

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Élito Araújo

Orientador – UFSC

---

Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri

Co-orientador – UFSC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Margareth Oda

Membro

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Margareth Coutinho

Membro

---

Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira

Membro

Dedico esta tese ao meu avô e à minha avó Maeda.  
Sei que mesmo ausentes estarão sempre ao meu lado,  
orgulhosos das minhas conquistas.

Dedico esta tese ao meu avô e minha avó Gondo,  
exemplos de trabalho e família, a quem  
devo todo o amor e respeito.

Agradeço aos meus pais, **Mituo e Anice**, por permitirem a realização deste sonho.

Obrigada porque, mesmo distantes, estiveram sempre ao meu lado. Obrigada pela confiança, pelo apoio nas minhas decisões e pelo incentivo a ir sempre em frente. Obrigada pela minha educação, por me ensinarem a importância da responsabilidade e da busca pela felicidade. Não sei como expressar em palavras todo meu respeito, amor e gratidão a vocês.

Agradeço à minha irmã, **Andrea**, a melhor irmã que alguém pode ter.

Obrigada pelas palavras alegres em momentos nervosismo, pelas palavras duras em momentos insensatos. Tenho em você um exemplo de esforço, responsabilidade, serenidade, inteligência e afeto. Obrigada por cuidar do meu Doda e dos nossos pais. Que possamos sempre lutar para alcançar nossas metas, sem nos perder de vista, vivendo nossas próprias vidas, mas sempre juntas.

Agradeço ao **Tiago Machado**, pela companhia e ajuda durante toda a execução deste trabalho. Obrigada pela confiança, dedicação, pelo amor nas horas de chatice, pelo incentivo nas horas de nervosismo, pelo sorriso nas horas de alívio. Obrigada por compreender minha ausência, por vibrar e chorar comigo.

Obrigada por ser tão especial.

Obrigada...

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor **Élito Araújo**, que viveu comigo o desejo de realizar este sonho. Obrigada por acreditar que eu conseguiria. Obrigada pela orientação segura, por estar sempre disposto a ajudar, pelas palavras de incentivo, pelos ensinamentos e o carinho. Obrigada por ser cúmplice das minhas idéias e por compartilhar comigo as suas... Obrigada por se preocupar comigo e com meu futuro. Obrigada por tornar tão agradável a realização desta jornada. Professor, por favor, esteja sempre por perto para que eu possa continuamente aprender um pouco mais, para ser não somente uma profissional melhor, mas principalmente um ser humano melhor, como o senhor. Muito obrigada.

Ao meu co-orientador, professor **Luiz Narciso Baratieri**, pelo exemplo de trabalho, dedicação, originalidade e responsabilidade. Obrigada por me ajudar a sonhar e a realizar estes sonhos. Obrigada pela sua amizade, confiança, estímulo e pelas oportunidades que tem colocado em meu caminho. Obrigada por me ensinar a valorizar detalhes, pelas dicas, broncas e risadas. Obrigada por poder estar ao seu lado aprendendo, me aperfeiçoando, treinando... para a cada dia tentar ser uma pessoa melhor. Obrigada por me ajudar a ser mais feliz! Muito obrigada!

Ao professor **Luiz Clovis Cardoso Vieira**, pelo seu carinho, cuidado, pelas conversas sempre alegres, pelo incentivo, pelas oportunidades e por sempre me ajudar e me fazer rir. Obrigada por ensinar sempre de maneira tão peculiar. Obrigada por permitir que eu esteja sempre perto de uma pessoa como o senhor, simples, sensível, sensata e divertida. Muito obrigada.

Ao professor **Sylvio Monteiro Junior**, pela sua ajuda, disposição e amizade sempre que preciso. Obrigada pela agradável convivência, por me receber com carinho e atenção para ouvir meus problemas e minhas conquistas. Obrigada por acreditar no meu trabalho e sempre me incentivar... Obrigada pelo exemplo de dedicação, serenidade e justiça. Muito obrigada.

Ao professor **Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, pela constante atenção com minha pessoa, pela preocupação com minhas responsabilidades e pela ajuda. Obrigada pela amizade, pelo apoio, pelos ensinamentos, pelas risadas, pelas dicas de viagem. Muito obrigada.

À professora **Margareth Coutinho**, exemplo de dedicação e amor à profissão. Obrigada por me abrir caminhos, pelas palavras de estímulo, pela confiança, pela grande e sincera amizade. Você foi a maior incentivadora para o início desta jornada. Obrigada por

estar ao meu lado na realização deste sonho. Obrigada por me fazer entender que todo sacrifício vale a pena. Muito obrigada.

A professora **Margareth Oda**, por aceitar nosso convite e permitir que esta tese seja concluída. Obrigada por compreender e se dispor a ajudar incondicionalmente. Admiro sua serenidade e postura. Muito obrigada.

Obrigada aos meus **tios, tias, primos e primas**, por vibrarem comigo a cada conquista. Agradeço em especial às tias **Neninha, Hilda e Eliza**, por me acolherem durante minhas idas à biblioteca, por cuidarem da minha família, por a toda dedicação durante nossa criação.

Às minhas amigas **Paula e Isana** por todo amor e amizade durante estes anos de aprendizado, preocupações e realizações. Obrigada por compartilharem comigo momentos de ansiedade, alegrias e saudades. Agradeço a paciência, cumplicidade, lealdade, por escutarem, calarem e sorrirem. Os dias foram mais fáceis porque estávamos juntas. Sei que jamais estarei só. Paula, obrigada por dividir um pouco do Léo comigo. Amigas, muito obrigada.

À **Isabelita**, pela companhia agradável nas horas complicadas, pelos conselhos, por escutar minhas confidências e guardá-las com carinho. Obrigada pela amizade verdadeira e por seu sorriso sempre presente, que tranquiliza qualquer situação.

À **Juliana Noguti**, minha amiga, prima, irmã. Obrigada pelo carinho, respeito, pela cumplicidade. Obrigada pelos momentos mais divertidos da minha vida. Obrigada por me acolher em sua família e por sua amizade sincera.

Ao amigo **Sérgio Moraes**, pela forte amizade, pelas brincadeiras, pelos ensinamentos, por saber que posso contar com sua presença nas horas boas e ruins. À **Camila Lima**, muito obrigada, por me abrigar em sua família.

Aos meus amigos **Fabiano Marson, Saulo, Fabiano Araújo, Luis, Beatriz e Danilo**. Iniciamos o mestrado juntos e juntos dividimos muitos momentos. Agradeço a cada um, que de sua forma especial tornou os meus dias mais felizes. Obrigada por tudo o que me ensinaram.

Aos meus amigos de doutoramento, **Lizzete, Mary, Cláudia e Naudy**, pelo agradável convívio, pelas trocas de experiência, pelo respeito e afeto.

A **Míriam, Elaine, Gilberto, Guilherme, Alfredo e Edson**, por o todo carinho com que me receberam nesta escola, pelos ensinamentos e momentos de diversão.

Aos amigos do mestrado **Fernando, Flávia, Gustavo, Jussara, Kazuza, Leandro, Lessandro, Luis, Mônica e Tiago**, pelos momentos de alegria na salinha, pelas trocas de novidades e pelo carinho.

Ao Leandro e ao Luís, meus amigos do mestrado, pelo auxílio imprescindível para a execução desta pesquisa. Obrigada pelos conselhos e pela gentileza. Muito obrigada.

Ao professor Luís Leonildo Boff, Por ter gentilmente cedido os dispositivos necessários para execução do teste.

Ao professor Cléo Nunes de Souza, pela amizade, pelas conversas e por sua ajuda sempre presente.

Aos professores da Disciplina de Dentística, João Roberto Sanford Lins e César Alves de Andrade, pela amizade e conversas pelas clínicas.

Aos professores Nelson, Elmo, Gláucia, Fábio, Paulo e Daiana por serem grandes amigos, por ajudarem e ensinarem no convívio da Clínica Integrada.

À Dona Léa e à Dona Talita pelo afeto e por sempre me atenderem com atenção. Obrigada por me ajudarem sempre que precisei, pelo incentivo, pela acolhida. Obrigada pela dedicação à disciplina de Dentística.

Ao Richard, pela ajuda em tudo, pelas risadas e amizade.

À Rosângela, por todo carinho e auxílio.

Aos alunos da turma de Odontologia 2005.1, pela grande amizade. Obrigada por permitirem que eu aprendesse os ensinando. Obrigada pelo amor e pelos divertidos momentos juntos.

À Meire e à Karin Faust, alunas de pós-graduação em Odontopediatria, pela companhia nas intermináveis horas de laboratório.

Aos meus amigos Flávia Furlaneto, Karla, Flávio, José Carlos, Key, Tiago Muniz, Tiago Minatel, Fernando Fernandes, Nikolas e Anderson, agradeço os vários e-mails e telefonemas, e por saber que a grande amizade que nos une permanece intacta, inestimável, muito além do tempo e da distância.

Ao Dr. Edson Setsuo Naruto, Marlene, Rafael, Daniel, Jovenila, pela grande amizade e atenção com minha família.

À Carla Pittoni e ao Leandro Hilgert, pelas orientações e análise estatística deste trabalho. Obrigada por compreender a corrida contra o tempo.

Ao Emmanuel da Silva Fontes Neto, por dar vida a minha tese. Obrigada pelo respeito por meu trabalho e pela amizade.

Ao **Giovanni Secco**, pela revisão gramatical deste trabalho. Obrigada acima de tudo pelo seu respeito, boa vontade e pela troca de experiências sobre os “filhotes”.

Ao **Jair** e à **Ana** por auxiliarem na realização da defesa, pelo trabalho eficiente, pelo carinho, pelas palavras de ajuda e amizade.

Ao funcionário do laboratório, **Lauro**, por me ajudar, por entender as dificuldades e pela consideração com minha pesquisa.

Aos funcionários do curso de Odontologia da UFSC, **Lauro**, **Marilene**, **Rose**, **Maria**, **André**, **Carlos**, **Fernando**, **Luis**, **Carlos**, **Sônia** e **Yara**, pelas brincadeiras e por tornarem possíveis os trabalhos em clínicas e laboratórios.

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, pela viabilização das atividades.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

Acima de tudo agradeço a **Deus**. Ao Senhor, que tantas vezes esqueci de agradecer e apenas pedi. Obrigada, por tantas oportunidades, pela minha vida tão cheia de alegrias, pela proteção constante, por estar ao meu lado, por me dar saúde para lutar pelos meus objetivos e por poder contar com todas essas pessoas que contribuem para meu crescimento e que jamais serão esquecidas. Muito Obrigada.

Descobri que a coisa mais importante não é a posição em que estamos e sim a direção para a qual estamos indo.

Oliver Wendell Holmes

GONDO, Renata. **Influência da técnica de cimentação adesiva intra-radicular na resistência ao cisalhamento de pinos de fibra de vidro.** 2005. 121f. Tese (Doutorado em Odontologia – opção: Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

## RESUMO

Diferentes tipos de sistemas adesivos podem ser utilizados com diferentes tipos de cimentos resinosos para cimentação de pinos de fibra de vidro. O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência do tipo de sistema adesivo e do tipo de cimento resinoso na resistência adesiva ao cisalhamento por extrusão de pinos de fibra de vidro à dentina intraradicular. Sessenta dentes anteriores superiores, hígidos, livres de cárie e reabsorções radiculares foram selecionados. Após a remoção da porção coronal, todos os dentes foram tratados endodonticamente e os espaços para os pinos foram preparados com brocas específicas para cimentação de pinos. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em cinco grupos (n=12), de acordo com o sistema adesivo utilizado: grupo 1, adesivo Excite DSC, dual; grupo 2, adesivo Excite DSC, ativado por luz; grupo 3, adesivo Excite fotopolimerizável; grupo 4, adesivo AdheSE, fotopolimerizável; e grupo 5, adesivo Multilink Primer autopolimerizável. Em todos os grupos, a metade dos espécimes foi cimentada com cimento dual Variolink II e a outra metade foi cimentada com cimento autopolimerizável Multilink. O sistema de pinos selecionado foi o FRC Postec Plus. Os materiais foram empregados de acordo com as instruções dos fabricantes. Sete dias após a cimentação, todos os espécimes foram seccionados em 6 fatias, de 1mm, 2 de cada terço, cervical, médio e apical. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento por extrusão em uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados foram submetidos ao teste estatístico de análise de variância e teste de Tukey. Os maiores valores de resistência foram obtidos com o cimento de polimerização dual Variolink II associado ao sistema adesivo autocondicionante autopolimerizável Multilink Primer, com dados semelhantes aos obtidos com o sistema adesivo DSC dual, porém com diferença estatisticamente significativa dos sistemas adesivos fotopolimerizáveis. A interação do cimento resinoso químico Multilink e os sistemas adesivos fotopolimerizáveis resultou em redução significativa dos valores de união. Não houve diferença estatística entre os terços cervical, o médio e o apical.

Palavras-chave: Cimentos de resina. Adesivos dentinários. Pinos dentários. Resistência ao cisalhamento.

GONDO, Renata. **Influência da técnica de cimentação adesiva intra-radicular na resistência ao cisalhamento de pinos de fibra de vidro**. 2005. 121 f. Tese (Doutorado em Odontologia – opção: Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

## ABSTRACT

Different kinds of adhesives can be use with different kinds of resin cements for glass fiber posts cementation. The aim of this in vitro study was evaluate the role played by the adhesive and the resin cement on the shear bond strength when luting fiber posts to intraradicular dentin. Sixty upper anterior teeth were selected. After removing the crown portion, all the teeth were endodontically treated and the dowel spaces were prepared with post drills provided by the manufacture. The specimens were randomly divided into five groups, depending on the adhesive system used: group 1, Excite DSC, dual; group 2, Excite DSC, also light-cured; group 3, Excite light-cured; group 4, AdheSE, light-cured; and group 5, Multilink Primer self-cure. In all groups, half of the specimens were luted with the Variolink II dual-cure resin cement and the other half were cemented with the Multilink self-cure resin cement. The post system used was FRC Postec Plus. The materials were used according to the manufactures instructions. After storage, the teeth were sectioned in 6 slices with 1mm, two of each third, cervical, middle and apical. The extrusion shear testing was conducted in a universal testing machine Instron 4444, at a speed of 0.5mm/min. The data were submitted to Variance Analysis and the Tukey test. The results revealed that Variolink II dual-cure resin cement yielded significantly higher bond strength with Multilink self-cure adhesive system, similar to the value observed with DSC Dual, but with statistical difference to the light-cured adhesive systems. The chemical cement with light-cured adhesives displayed the lower mean bond strengths for all regions. There was no difference between the teeth thirds.

Keywords: Resin cement. Dentin Adhesive. Posts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pino de fibra de vidro FRC Postec Plus.....	55
Figura 2A-D – Sistemas adesivos (A) Excite DSC dual (B) Excite 1 (C) AdheSe (D) Multilink primer.....	56
Figura 3 – Cimentos resinosos. (A) Variolink II (B) Multilink.....	57
Figura 4A-C – Secção da coroa anatômica com disco de diamante.....	60
Figura 5A-B – Tratamento endodôntico dos espécimes (A) Instrumentação com lima K File (B) Irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (C) Secagem do conduto (D) Obturação com cone de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol.....	61
Figura 6A-B – Pinos FRC Postec Plus. Observe a conformação cônica do terço apical...	62
Figura 7A-E – Desobturação do conduto radicular (A-B) Espécimes tratados endodonticamente (C-D) Desobturação com broca Peeso nº 1 (E) Conduto desobturado, permanecendo um selamento apical em torno de $\pm 4$ mm de guta-percha.....	62
Figura 8A-D – (A-C) Preparo do espaço para o pino com brocas específicas (D) Preparo concluído.....	63
Figura 9 – Brocas específicas fornecidas pelo sistema FRC Postec Plus para o preparo do conduto radicular.....	63
Figura 10A-B – Verificação da adaptação do pino após o preparo.....	64
Figura 11A-D – Tratamento de superfície do pino (A) Condicionamento ácido (B) Lavagem para remoção do ácido (C) Monobond S, silano (D) Silanização do pino.....	65
Figura 12A-B – Espécimes inseridos individualmente em blocos de silicona.....	66
Figura 13 – Excite DSC.....	67
Figura 14 – Cartucho de dose única do adesivo Excite DSC. Ao pressionar o aplicador para dentro do cartucho, os iniciadores entram em contato com o adesivo.	68
Figura 15A-B – Grupo 1 – Condicionamento ácido.....	68
Figura 16A-C – Grupo 1, aplicação do sistema adesivo (A) Aplicação do Excite DSC com microbrush, após secagem da superfície (B) Aplicação de sistema adesivo com papel absorvente (C) Remoção de excessos com cone de papel absorvente.....	69
Figura 17 – Sistema Excite DSC.....	69
Figura 18A-E – Grupo 2 (A) Condicionamento ácido (B) Após secagem da superfície, aplicação do sistema adesivo Excite DSC com microbrush (C) Aplicação de adesivo com cone de papel absorvente (D) Remoção de excessos (E) Fotopolimerização por 20s.....	70
Fig. 19 – Sistema Excite.....	71

Figura 20A-E - Grupo 3 (A) Condicionamento ácido (B) Após secagem da superfície, foi realizada aplicação do sistema Excite com microbrush (C) Aplicação do adesivo com cone de papel absorvente (D) Remoção de excessos (E) Fotopolimerização por 20s.....	72
Fig. 21 – Sistema AdheSE.....	72
Figura 22A-E – Grupo 4 (A) Aplicação do primer por 30s (B) Aplicação do adesivo com microbrush (C) Aplicação do adesivo com cone de papel absorvente (D) Remoção de excessos (E) Fotopolimerização por 10s.....	73
Fig. 23– Sistema Multilink .....	74
Figura 24A-C – Grupo 5 (A) Aplicação do Multilink A/B com microbrush (B) Aplicação do sistema adesivo com cone de papel absorvente (C) Remoção dos excessos com cone de papel absorvente.....	74
Figura 25 – Subgrupo A - Cimento resinoso dual Variolink II.....	76
Figura 26A-C – Inserção do cimento no conduto (A) Broca lentulo com cimento (B) Inserção do cimento com broca lentulo (C) Aplicação de cimento na superfície do pino e posicionamento no preparo (D) Fotopolimerização durante 60s.....	76
Figura 27 – Subgrupo B – Cimento resinoso autopolimerizável Multilink.....	77
Figura 28A-B – Subgrupo B. O pino deve ser inserido na cavidade após a aplicação do cimento resinoso em sua superfície. Nesse subgrupo, o cimento não foi levado com broca lentulo no interior do preparo, de acordo com as recomendações do fabricante. ...	77
Figura 29 – Aspecto dos espécimes após aplicação da resina composta.....	78
Figura 30 – Espécime fixado em uma base de resina acrílica.....	80
Figura 31A-C – Realização das secções transversais para a obtenção dos corpos-de-prova.....	80
Figura 32 – Um total de 6 fatias foram obtidas por espécime, 2 de cada terço.....	80
Figura 33 – Demarcação do lado coronal com tinta insolúvel.....	81
Figura 34 – Medida da espessura da fatia.....	82
Figura 35 – Dispositivos posicionados na máquina de teste. Haste metálica superior e um orifício metálico inferior.....	82
Figura 36 A-B – (A) Fatia colocada sobre o orifício metálico (B) Fatia posicionada com o pino exatamente no centro do orifício metálico.....	82
Figura 37A-C – Posicionamento da haste metálica. Observe que a haste metálica foi posicionada no centro do pino, bem próxima à fatia, para iniciar a execução do ensaio.	83
Figura 38A-D – Execução do teste de cisalhamento por extrusão.....	83
Figura 39 – Fatia e pino após a extrusão.....	84

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Análise de variância com base no desfecho Resistência.....	86
Tabela 2 – Sistemas adesivos avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa).....	87
Tabela 3 – Cimentos resinosos avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova e médias (desvios padrão) dos valores de resistência de união (MPa).....	88
Tabela 4 - Terços avaliados, com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa).....	90
Tabela 5 - Sistemas de cimentação avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa). Tabela em ordem decrescente de médias.....	92
Tabela 6 – Estratégias adesivas avaliadas com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa).....	96

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os sistemas adesivos avaliados.....	87
Gráfico 2 – Demonstrativo dos resultados obtidos com os sistemas adesivos.....	88
Gráfico 3 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os cimentos resinosos avaliados.....	89
Gráfico 4 – Demonstrativo dos resultados obtidos com os cimentos resinosos.....	89
Gráfico 5 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os terços intra-radulares.....	90
Gráfico 6 – Demonstrativo dos resultados obtidos nos terços radiculares.....	91
Gráfico 7 - Demonstrativo dos resultados obtidos nos sistemas de cimentação.....	92
Gráfico 8 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os sistemas de cimentação. Independentemente do sistema adesivo utilizado, o cimento Variolink obteve sempre o melhor desempenho.....	93
Gráfico 9 – Demonstrativo da análise da interação sistema adesivo/cimento resinoso/terços.....	94
Gráfico 10 – Demonstrativo dos resultados entre as interações Sistemas Adesivo/Cimento resinoso/Terços.....	95
Gráfico 11 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa as estratégias de condicionamento.....	96

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Sistema de pinos .....	54
Quadro 2 – Sistemas adesivos utilizados para a cimentação de pinos de fibra.....	55
Quadro 3 – Cimentos resinosos utilizados para a cimentação de pinos de fibra.....	56
Quadro 4 – Divisão dos grupos e subgrupos de acordo com a técnica de cimentação .....	66
Quadro 5 – Conversão de valores.....	84

**LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

%	Por cento
°C	Graus Celsius
°	Graus
μ	Mícron
mm	Milímetros
cm	Centímetros
mm/min	Milímetros por minuto
mm <sup>2</sup>	Milímetro ao quadrado
mW/cm <sup>2</sup>	Miliwat por centímetro ao quadrado
s	Segundos
min	Minutos
h	Horas
N	Número
Mpa	MegaPascal
KgF	Quilograma força
N	Newton
p	Percentil
h	espessura
R	Raio da porção mais calibrosa do pino
r	Raio da porção mais estreita do pino
NaOCl	Cloreto de sódio
EDTA	Ácido etileno diamino tetra acético
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
TEM	Microscopia Eletrônica de Transmissão

TAB

Tabela

GRAF

Gráfico

FIG

Figura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	25
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	30
<b>2.1 Pinos</b> .....	30
<b>2.2 Dentina intra-radicular</b> .....	35
<b>2.3 Cimentação adesiva de pinos</b> .....	39
2.3.1 Cimentos resinosos.....	39
2.3.2 Sistemas adesivos.....	46
2.3.3 Cimentação de pinos e resistência adesiva.....	58
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	75
<b>4 MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	76
<b>4.1 Materiais</b> .....	76
<b>4.2 Método</b> .....	81
4.2.1 Seleção dos dentes .....	81
4.2.2 Tratamento endodôntico.....	81
4.2.3 Preparo radicular para cimentação do pino de fibra de vidro.....	83
4.2.4 Tratamento de superfície do pino.....	86
4.2.5 Tratamento da dentina intra-radicular.....	87
4.2.6 Armazenagem.....	101
4.2.7 Preparo dos corpos de prova.....	101
4.2.8 Teste de cisalhamento por extrusão.....	103
4.2.9 Conversão de valores.....	106
4.3 Análise do tipo de fratura .....	107
4.4 Análise estatística.....	107
<b>5 RESULTADOS</b> .....	108
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	119
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	135
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	136
<b>APÊNDICE</b> .....	142

# 1 INTRODUÇÃO

Dentes tratados endodonticamente com perda considerável de estrutura coronal necessitam de tratamento restaurador cauteloso, devido à fragilidade do remanescente dental e à menor área de superfície para a estabilidade de uma restauração. Nesse caso, o emprego de pinos intra-radulares tem sido recomendado para promover a retenção adicional de núcleos de preenchimento ou de restaurações coronárias diretas, de forma a possibilitar o restabelecimento estético e funcional do elemento comprometido (BOUILLAGUET et al., 2003; BITTER et al., 2004; MALLMANN et al., 2005).

Entre os tipos de pinos disponíveis, os de fibra de vidro têm se tornado cada vez mais populares, devido às propriedades físicas favoráveis. Inicialmente introduzidos com o objetivo de melhorar os efeitos ópticos das restaurações estéticas, tais pinos também apresentam o módulo de elasticidade semelhante à dentina, promovendo melhor distribuição de estresse, com menor probabilidade de fraturas radulares (PRISCO et al., 2003).

Se a função dos pinos é proporcionar retenção à restauração, para sua efetividade é imprescindível uma boa união à estrutura dental radicular. Graças aos avanços da tecnologia adesiva, os cimentos resinosos têm sido recomendados para esta finalidade. Vários estudos têm comprovado a eficiência da técnica, com base na premissa de que a combinação entre pino de fibra e cimento resinoso forma uma estrutura homogênea (FERRARI et al., 2002a), podendo substituir mecanicamente a dentina, com melhores resultados no longo prazo em relação aos cimentos convencionais. Apesar de satisfatório, esse procedimento clínico ainda apresenta limitações inerentes ao substrato e aos materiais adesivos. Dessa forma, não existe

um protocolo efetivo estabelecido para a cimentação adesiva de pinos, o que proporciona controvérsias na literatura.

Em relação ao substrato, é consenso que em dentina intra-radicular a adesão é duvidosa e tecnicamente sensível, sujeita a muitas variáveis que podem ter relação direta com os resultados finais. Além da dificuldade de acesso, estudos (MJOR, 2001) sobre a morfologia da dentina radicular demonstram variações em sua arquitetura que tornam o mecanismo adesivo obscuro e complexo.

Outra grande dificuldade diz respeito à seleção adequada dos agentes cimentantes. Tradicionalmente, o emprego de cimentos resinosos requer a aplicação de sistemas adesivos, ambos disponíveis nos modos de ativação química, fotopolimerizável ou na forma dual. Estudos, como de Mallmann et al. (2005), têm sugerido que o tipo de polimerização pode ser um fator significativo para se alcançarem valores de resistência adesiva expressivos.

É recomendável que tanto os cimentos resinosos quanto os sistemas adesivos sejam de ativação química ou dual, para que seja confiável a polimerização completa ao longo de todo o espaço intra-radicular e ao redor da superfície do pino. Em relação aos cimentos resinosos, os de polimerização química são os mais indicados na literatura, pois proporcionam menor estresse de contração de polimerização, o que diminui o risco de falha adesiva na interface. Entretanto, apresentam um tempo de trabalho curto e dificuldade de manipulação e inserção no conduto. Por sua vez, os cimentos de polimerização dual possibilitam melhor escoamento de material e controle do tempo de trabalho, devido à presença de canforoquinona, que permite uma fotopolimerização inicial, combinada com um sistema de reação lenta de amina/peróxido, com garantia de polimerização em regiões onde a luz não pode alcançar a linha de cimento (PFEIFER et al., 2003).

Em relação aos adesivos, de acordo com a literatura, os sistemas de polimerização química ou dual proporcionam adequada formação uniforme de camada híbrida e *tags* resinosos, responsáveis pela qualidade do mecanismo de adesão. Todavia, em alguns casos, o tempo de trabalho reduzido desses materiais pode promover uma polimerização inicial descontrolada e conseqüente desadaptação do pino. Por outro lado, o adesivo não polimerizado pode ser removido durante a inserção do cimento resinoso e do pino, diminuindo o seu embricamento mecânico. Diante da dificuldade referente ao controle da polimerização e como a maioria dos sistemas adesivos utilizados pelos clínicos é fotopolimerizável, torna-se interessante considerar a possibilidade do seu uso para a cimentação de pinos. Embora esses sistemas gerem questionamentos a respeito da eficácia da adesão proporcionada, devido à dificuldade de acesso à luz para promover a polimerização, segundo Aknornmuang et al. (2005), além das vantagens de disponibilidade e facilidade de aplicação, os sistemas adesivos fotopolimerizáveis também são capazes de promover a formação de camada híbrida e de garantir a presença de material em toda a extensão do conduto, quando utilizados na cimentação de pinos translúcidos, que garantem a transmissão da luz polimerizadora.

Além do modo de ativação, atualmente há uma tendência para a divisão dos sistemas adesivos em duas categorias: os de condicionamento ácido total e os autocondicionantes (LOPES et al., 2004). No condicionamento total, a aplicação de ácido fosfórico tem como finalidade remover a lama dentinária, causando alargamento dos túbulos e exposição de uma fina rede de fibras colágenas, para possibilitar a infiltração do primer e do agente adesivo na estrutura, responsáveis pela retenção. Esse procedimento em dentina intra-radicular, em função da possibilidade de condicionamento não uniforme e da dificuldade de controle de umidade, pode ser comprometido, impedindo o reforço homogêneo das fibras expostas e prejudicando o mecanismo adesivo. Com o intuito de eliminar esses inconvenientes da técnica

convencional, os sistemas autocondicionantes foram introduzidos apresentando um primer acidificado capaz de modificar a lama dentinária, de desmineralizar a dentina subjacente e de, simultaneamente, fazer infiltrar os monômeros resinosos. Dessa forma, por dispensar a necessidade de lavagem do agente condicionante, essa nova categoria simplifica a aplicação clínica, uma vez que reduz o tempo de trabalho e torna o controle da umidade nas superfícies menos crítico. Teoricamente, essa estratégia deveria resultar em um excelente mecanismo de adesão, porém algumas dúvidas ainda persistem quanto à capacidade real do adesivo fluir através da espessura da lama dentinária, produzida durante o preparo do espaço para o pino, e promover suficiente condicionamento da estrutura subjacente, de modo que uma retenção micromecânica adequada possa ser alcançada.

Portanto, diferentes tipos de cimentos resinosos podem ser utilizados com diferentes tipos de sistemas adesivos. Para a seleção adequada desses materiais, não é suficiente analisar apenas as vantagens particulares de cada um. É indispensável levar em consideração a afinidade química entre os materiais e o substrato para o sucesso da adesão, pois nem todos os sistemas adesivos são compatíveis com todos os cimentos resinosos, podendo ocorrer interações adversas, devido a fatores como presença de monômeros ácidos e permeabilidade adesiva, resultando em polimerização incompleta e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade da interface adesiva e a longevidade da restauração.

Essa diversidade de materiais disponíveis e as características morfológicas do substrato tornam o tratamento restaurador com pinos um procedimento adesivo único, questionável e imprevisível, sendo indiscutível a necessidade de estudos em relação às características da dentina intra-radicular tratada endodonticamente, bem como em relação às propriedades dos diferentes materiais disponíveis para cimentação.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA<sup>1</sup>

### 2.1 PINOS

Em estudo *in vivo* retrospectivo, Ferrari et al. (2000a) acompanharam o desempenho clínico de pinos de fibra por um período de 1 a 6 anos. Um total de 1.314 pinos, cimentados por profissionais, foram incluídos no estudo. Em 719 pacientes, foram cimentados pinos C-Post (RTD, Grenoble, France) (total de 850 pinos); em 215 pacientes foram cimentados pinos Aestheti Posts (RTD, Grenoble, France) (total de 249 pinos); e em 234 pacientes foram cimentados pinos Aestheti Plus Post (RTD, Grenoble, France) (total de 290 pinos). Os seguintes materiais adesivos foram utilizados: All Bond 2 (Bisco Co, Schaumburg, IL, USA) e One Step (Bisco Co, Schaumburg, IL, USA) em combinação com cimento resinoso C&B (Bisco Co, Schaumburg, IL, USA); Scotchbond MultiPurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) em combinação com Opal Luting Composite (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); e Single Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) com Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Foram realizadas restaurações metalocerâmicas (52%), coroas cerâmicas (38%) e de resina composta (10%). Os pacientes foram avaliados de 6 em 6 meses, por meio de exames clínicos e radiográficos. Foi considerado sucesso o caso em que o pino e o núcleo de preenchimento estivessem *in situ*, sem sinal clínico e radiográfico de falha técnica, perda de retenção, fratura radicular ou fratura do pino. De acordo com os autores, houve um índice de falha de 3,2% devido a duas razões: deslocamento do pino durante a remoção da restauração provisória

---

<sup>1</sup> Baseado na NBR 10520: 2002 da ABNT.

(n=25); e presença de lesão periapical no exame radiográfico (n=16). Nenhum caso de fratura foi identificado. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os resultados desse estudo retrospectivo indicam que os pinos de fibra em combinação com sistema adesivo/cimento resinoso podem ser usados rotineiramente.

Em estudo *in vivo* prospectivo, Monticelli et al. (2003) avaliaram a performance clínica de 3 tipos de pinos translúcidos durante um período de 2 a 3 anos. Foram selecionados 225 pacientes com pelo menos um pré-molar tratado endodonticamente, com indicação para cimentação de pino e restauração com coroa de porcelana. Os pacientes foram divididos em 3 grupos, de acordo com o pino: grupo 1, Aesthetic Plus (RTD); grupo 2, DT (RTD); e grupo 3, FRC Postec (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha) . Nos grupos 1 e 2 os pinos foram cimentados com adesivo One Step (Bisco) e cimento Duo Link (Bisco Co, Schaumburg, IL, USA), enquanto no grupo 3 os pinos foram cimentados com adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha) e cimento Multilink (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). Após 6, 12 e 24 meses, os pacientes foram reavaliados por meio de exames clínico e radiográfico. Em 8 pacientes (3,5%), o pino perdeu a retenção e se deslocou, e 6 pacientes (2,7%) tiveram lesão periapical recorrente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados, o que sugere que todos os sistemas são igualmente confiáveis para o uso clínico.

Prisco et al. (2003) avaliaram a resistência mecânica de 4 sistemas de pinos através do teste *Pull-out* e a distribuição do estresse na camada de cimento utilizando um método de elemento finito. Quarenta terceiros molares foram selecionados para obtenção de 40 discos de dentina coronal (2mm). Um orifício foi confeccionado no centro de cada fatia para cimentação de pinos de diferentes sistemas. Quatro grupos foram formados de acordo com a combinação pino/cimento resinoso: grupo 1, pino de fibra de carbono (Compositpost, RTD) +

cimento resinoso autopolimerizável (C&B, Bisco); grupo 2, pino híbrido (White Aesthetic Plus, RTD) + C&B; grupo 3, pino de fibra de vidro (Aesthetic Post, RTD) + C&B; e grupo 4, pino de fibra de vidro (Light-Post, RTD) + cimento dual (Duo Link, Bisco). Os espécimes foram cimentados e polimerizados por 40s para verificar se a fotopolimerização tem influência nas propriedades adesivas. Os resultados demonstraram não haver diferença significativa entre as propriedades adesivas dos diferentes pinos usados, com distribuição de estresse semelhante nas camadas de cimento.

Coelho Santos; El-Mowafy; Rubo (2004) testaram o efeito de diferentes tipos de pino na resistência à fratura de resinas compostas de preenchimento através do teste de resistência à tração diametral. A hipótese nula testada foi a de que não haveria diferença na resistência da resina composta com ou sem emprego de pino. Blocos cilíndricos de resina composta para preenchimento, com 6mm de diâmetro e 3mm de altura, foram confeccionados com um molde de aço inoxidável. Os espécimes foram divididos em 7 grupos. Um grupo de resina composta sem pinos foi utilizado como controle. Os demais grupos foram classificados de acordo com o tipo de pino: Vectrispost (VTS) (Ivoclar North America, Amherst, NY, USA); FiberKor (FKR) (Jeneric/Pentron, Wallingford, Conn, USA); Aestheti-Plus (ATP) (Bisco); Light-Post (LTP) (Bisco); Dentorama post (DRM) (Dentorama Svenska AB, Solna, Sweden) e ParaPost (PRP) (Coltène/Whaledent, Mahwah, NJ, USA). Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração diametral e as amostras mais representativas de cada grupo foram examinadas em MEV para determinar a natureza da fratura. De acordo com o teste estatístico, houve diferença significativa entre os grupos. A média dos valores em MPa para a resistência a tração foi: controle: 49,64 (3,36); VTS: 29,77 (3,36); FKR: 31,9 (2,39); ATP: 28,92 (2,2); LTP: 34,26 (3,37); DRM: 33,45 (2,46); e PRP: 27,90 (2,40). As observações em MEV indicaram que as fraturas no pino PRP foram de natureza adesiva, enquanto em todos os pinos não metálicos as fraturas coesivas foram mais predominantes. O uso de pinos não

resultou no reforço do núcleo de preenchimento com resina composta quando a força à tração diametral foi aplicada.

Aksornmuang et al. (2004) testaram a hipótese nula de que o tratamento de superfície de pinos de fibra não afeta a adesão entre pino e resina composta, nem promove diferença regional na resistência adesiva. Para o estudo, 25 pinos de fibra de vidro (Snowpost, Carbotech, Ganges, France) e 25 pinos de fibra de quartzo (Aestheti-Plus, Bisco) foram selecionados e seccionados com pontas diamantadas para padronizar um comprimento de 12mm. Para a cimentação dos pinos, cavidades artificiais, de 8mm de largura e 12mm de comprimento, foram preparadas em blocos de resina. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos de acordo com o tratamento de superfície: (1) sem tratamento de superfície (controle); (2) aplicação de sistema adesivo de polimerização dual Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Jap); (3) aplicação de Clearfil Liner Bond 2V, seguida de fotopolimerização por 20s; (4) aplicação de silano mais agente adesivo Clearfil Photobond, com ativador de porcelana; e (5) Clearfil Photobond (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Jap) mais ativador de porcelana seguido de fotopolimerização por 20s. Em seguida, os pinos foram cimentados nas cavidades artificiais com um compósito de preenchimento (Clearfil DC Core, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) de polimerização dual fotopolimerizado por 60s (Optilux 500, Demetron, Danbury, USA). Todos os espécimes foram seccionados e submetidos ao teste de microtração. De acordo com os resultados, não houve diferença significativa na resistência adesiva entre os níveis de dentina intra-radicular. A resistência adesiva foi aumentada com a aplicação de silano. Para o pino Snowpost, a fotoativação do agente adesivo dual aplicado na superfície do pino melhorou significativamente a resistência adesiva, entretanto isso não afetou a resistência adesiva do pino Aestheti-Plus.

Para verificar o efeito do uso de pinos translúcidos na profundidade de polimerização da resina composta, Roberts et al. (2004) confeccionaram cilindros de resina composta (Z100, 3M ESPE) de 15mm de comprimento e inserção de pino translúcido Luscent (Dentatus USA, NY, USA) no centro, com fotopolimerização por 2min. Para controle, os mesmos procedimentos foram realizados sem a inserção do pino translúcido. Os valores de dureza Knoop foram mensurados. No grupo com pino, foram registrados valores mais altos de dureza em maior profundidade, porém somente nas áreas adjacentes ao pino. Em ambos os grupos a polimerização foi insuficiente em profundidades superiores a 3mm.

Devido à grande diversidade de pinos, a seleção do material ideal constitui um desafio. Por isso, em uma revisão de literatura, Ricketts; Tait; Higgins (2005) descreveram sobre os diferentes tipos de pinos intra-radiculares disponíveis e as principais vantagens e desvantagens de cada um. Os pinos podem ser divididos em 2 grupos principais, de acordo com a forma de retenção: os passivos e os ativos. Cada tipo de pino pode ser subdividido, de acordo com a forma, em paralelo e cônico. Os pinos ativos são mais retentivos do que os pinos passivos, e os pinos paralelos são mais retentivos do que os pinos cônicos. Porém, a escolha do pino deve ser ditada pela necessidade clínica. Para os autores, os pinos ativos com roscas devem ser evitados porque podem promover estresse nas paredes do conduto, podendo levar à fratura radicular.

## 2.2 DENTINA INTRA-RADICULAR

Em seu artigo, Gutmann (1992) descreveu considerações anatômicas e biológicas sobre a dentina radicular que não devem ser subestimadas quando da restauração de dentes tratados endodonticamente. Segundo o autor, dentes não vitais passam por alterações inerentes, como perda de umidade e alteração morfológica da sua arquitetura, necessitando de procedimentos restauradores específicos.

De acordo com Mjor e Nordahl (1996), que examinaram a densidade e ramificações dos túbulos dentinários em dentes humanos por meio de microscopia eletrônica e microscopia eletrônica de varredura (MEV), existem diferenças significativas entre os túbulos de acordo com sua localização. As diferenças na densidade dos túbulos entre áreas internas e periféricas foram mais marcantes na coroa do que na raiz. O número de túbulos na porção média da raiz foi significativamente menor que na porção média da coroa. O número de ramificações dos túbulos dentinários foi particularmente abundante em áreas onde a densidade deles era menor, como na dentina radicular, o que mostra que existem diferenças marcantes entre a dentina coronária e a radicular.

Em estudo *in vitro*, por meio de análise em MEV, Ferrari et al. (2000) avaliaram a morfologia da dentina intra-radicular com o objetivo de verificar a influência da densidade tubular na formação da camada híbrida. Trinta dentes anteriores, após remoção da porção coronária, foram tratados endodonticamente, preparados para cimentação de pinos e divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=10). No grupo 1, os espécimes foram processados para avaliação da morfologia original e das dimensões dos túbulos radiculares. Nos espécimes do grupo 2, o canal radicular foi alargado e condicionado com ácido fosfórico para avaliar o aumento da área de superfície de dentina disponível para adesão. No grupo 3, os espécimes foram obturados com guta-percha e após o condicionamento ácido, foi aplicado o sistema

adesivo All-Bond 2 (Bisco) e o cimento C&B (Bisco). Os espécimes foram processados para avaliar a formação da camada híbrida e a formação de *tags* resinosos e ramificações laterais adesivas. Os resultados revelaram variabilidade nas diferentes áreas de um mesmo espécime, com maior densidade e diâmetro dos túbulos dentinários no terço cervical. A superfície de adesão aumentou 202% após o condicionamento no terço cervical, 156% no terço médio e 113% no terço apical da dentina radicular. Os espécimes do grupo 3 demonstraram que a espessura da camada híbrida depende da densidade dos túbulos. Os autores concluíram que o condicionamento é fundamental para cimentação de pinos de fibra e que a qualidade da adesão é afetada pela densidade e orientação dos túbulos dentinários nos diferentes terços das paredes do canal radicular.

Boone et al. (2001) questionaram se o tempo de espera para a realização do preparo e cimentação de pinos, em dentes tratados endodonticamente e obturados com cimentos à base de eugenol e à base de resina, influenciaria a resistência de união. Cento e vinte caninos foram aleatoriamente divididos em 8 grupos, de acordo com as variáveis analisadas: efeito do cimento obturador, período de espera para cimentação do pino e seqüência de obturação (obturação antes da preparação para o pino *versus* preparo do espaço para o pino seguido de obturação). Em todos os espécimes foram cimentados pinos de aço inoxidável ParaPost XP (Coltène/Whaledent) com cimento resinoso Panavia 21 (J. Morita Corp., Irvine, CA). Todos os grupos experimentais foram submetidos ao teste de tração. Os pinos cimentados em dentes obturados antes do preparo apresentaram valores de retenção significativamente maiores do que aqueles em que a obturação foi realizada após o preparo para o pino, provavelmente devido à contaminação pelo processo obturador. O tipo de cimento obturador e o tempo de cimentação não interferiram significativamente na resistência adesiva.

Para testar a hipótese nula de que não há diferença na adesão nos diferentes níveis da raiz, Gaston et al. (2001) avaliaram a resistência adesiva à microtração de cimentos resinosos à dentina radicular. Preparos dos espaços para os pinos foram confeccionados em 20 caninos humanos após a remoção da porção coronária. Em seguida, os dentes foram desgastados longitudinalmente até a exposição do preparo, permitindo acesso direto a todo o comprimento da dentina radicular. Os espécimes foram divididos em 2 grupos (n=10), de acordo com o cimento resinoso, C&B Metabond (Sun Medical Co., Moriyama, Japan) e Panavia 21 (J. Morita). Os materiais foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Cada espécime foi seccionado em palitos, 3 do terço cervical, 3 do terço médio e 3 do terço apical, submetidos ao teste de microtração. Falhas adesivas previamente à execução do teste foram observadas mais freqüentemente no terço cervical do que nos terços médio e apical. Os resultados indicaram que ambos os cimentos resinosos promoveram elevada resistência adesiva e a adesão no terço apical foi significativamente superior do que nos terços médio e cervical.

Em estudo histológico descritivo, Mjor et al. (2001) analisaram o terço apical de dentes humanos com ênfase na presença, distribuição e direção dos túbulos dentinários e suas ramificações. Secções apicais de 28 dentes extraídos foram avaliadas. Secções desmineralizadas pigmentadas foram avaliadas em microscópio, secções desmineralizadas sem pigmentação foram avaliadas em MEV e espécimes não desmineralizados e condicionados com ácido foram analisados em microscopia de varredura confocal. De acordo com as observações, características marcantes ocorrem na estrutura de dentina apical, incluindo canais acessórios, áreas de reabsorção e reparos, quantidades irregulares de dentina secundária, inclusive tecido cementário recobrimdo a parede apical do conduto radicular. Os túbulos dentinários principais apresentaram-se irregulares na densidade e direção. Algumas áreas demonstraram ausência de túbulos dentinários. Dessa forma, a estrutura irregular e

variável da região apical do dente humano representa um desafio para a terapia endodôntica e restauradora.

Em seu estudo *in vitro*, Lopes et al. (2004) compararam a resistência adesiva à microtração entre a dentina radicular e a dentina da câmara pulpar com duas estratégias adesivas, o uso de adesivos de condicionamento ácido total e o uso de adesivos autocondicionantes. Quatro caninos humanos foram selecionados e tiveram sua câmara pulpar e canal radicular preparados com brocas específicas. Os espécimes preparados foram seccionados em duas metades, paralelas ao longo eixo do dente, e divididos em 2 grupos: Clearfil SE Bond + AP-X (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Jap) e Single Bond + Filtek Z250 (3M ESPE). As resinas foram inseridas em três incrementos de 1mm, fotopolimerizados por 40s, recobrando toda a superfície do espécime. Após a restauração, os espécimes foram recortados e submetidos ao teste de microtração. Três corpos-de-prova foram obtidos da câmara pulpar e 3 da dentina cervical do canal radicular. Os valores de resistência adesiva da dentina coronal da câmara pulpar foram estatisticamente superiores aos da dentina radicular. O sistema Single Bond promoveu maior resistência adesiva do que o sistema autocondicionante. De acordo com os autores, a adesão à dentina da câmara pulpar é mais previsível do que à dentina radicular, e a técnica do condicionamento ácido total pode resultar em maior resistência adesiva.

Serafino et al. (2004) avaliaram as superfícies dentinárias intra-radulares preparadas para cimentação de pinos, em dentes tratados endodonticamente por diferentes técnicas, com diferentes soluções irrigadoras e submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico. De acordo com a análise em MEV, não foram encontradas diferenças na quantidade de resíduos após o preparo cavitário e condicionamento ácido, independentemente das soluções irrigadoras (NaOCl ou EDTA) e da técnica de obturação. De acordo com os autores, a

efetividade do condicionamento ácido ao longo do conduto é inferior porque durante o preparo do espaço para pino cria-se uma nova lama dentinária, com cimento e guta-percha, plastificada pelo calor friccional do preparo.

## 2.3 CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS

### 2.3.1 Cimentos resinosos

Burrow et al. (1996) avaliaram a resistência à tração promovida por cimentos resinosos após 10min, 1h e 24h do procedimento adesivo, quando submetidos a diferentes condições ambientais. Superfícies de dentina de incisivos bovinos foram expostas para a realização do procedimento adesivo com os seguintes cimentos: Bistite Resin Cement dual (Tokuyama Co, Tokuyama, Japan), C&B autopolimerizável (Bisco) e Panavia 21 autopolimerizável (J. Morita). Os procedimentos foram realizados em uma das condições ambientais pesquisadas: 50% umidade relativa à 23°C, relativa à temperatura ambiente; ou 80% de umidade à 30°C, que representa aproximadamente a temperatura bucal. De acordo com os resultados, a resistência adesiva aumentou ao longo do tempo, exceto para o Bistite em 10min e 1h. Variações influenciadas pela condição ambiental foram observadas apenas no Bistite em 10min e 1h, e no Panavia 21 em 10min. Os autores concluíram que os cimentos de polimerização química apresentam uma resistência adesiva inferior inicialmente e que todos

os materiais apresentaram resistência adesiva significativamente maior em 24h. As condições ambientais apresentaram pequena influência.

Diante dos vários materiais disponíveis para cimentação de pinos, Bachicha et al. (1998) mensuraram a microinfiltração promovida por cimento de fosfato de zinco, ionômero de vidro e cimento resinoso quando utilizados para a cimentação de pinos metálicos e de fibra de carbono. Cento e vinte dentes unirradiculares foram tratados endodonticamente e divididos nos seguintes grupos: grupo 1, preparo do espaço radicular sem pino; grupo 2, preparo com pino metálico sem cimento; grupo 3, preparo com pino de fibra sem cimento; grupo 4, preparo preenchido com cianocrilato sem pino (controle negativo). Os 3 primeiros grupos foram utilizados como controle positivo. Os demais grupos experimentais foram formados por uma associação de pinos (metálicos e de fibra de carbono) e cimentos (cimento de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro e cimento resinoso, Panavia 21(Kuraray) e C&B Metabond (Parkell, Farmingdale, NY, USA)). De acordo com a análise estatística, não houve diferença significativa entre os cimentos, embora o cimento de fosfato de zinco tenha apresentado o maior índice de microinfiltração, enquanto o cimento resinoso C&B Metabond apresentou o menor índice. O tipo de pino não influenciou a microinfiltração.

O propósito do estudo de Caughman; Chan; Rueggeberg (2001) foi comparar a capacidade de conversão química, em diferentes situações clínicas, de 6 cimentos resinosos de polimerização dual, qualificados como “all purpose”. Os cimentos avaliados foram: Calibra (Dentsply/Caulk, Milford, DL, USA); Choice (Bisco Co, Schaumburg, IL, USA); Insure (Cosmedent, Chicago, IL, USA); Lute-It (Jeneric/Pentron, Wallingford, Conn, USA); Nexus (Kerr, Orange, CA, USA); e Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). Cada cimento foi polimerizado de cinco maneiras diferentes, para simular os diferentes empregos clínicos: (a) fotopolimerização através de tira de poliéster Mylar, análoga

à cimentação de restaurações com cimento resinoso fotopolimerizável; (2) fotopolimerização através de uma porcelana de 3mm, simulando a presença de cimento fotopolimerizável sob uma inlay; (3) polimerização dual, através de tira de poliéster, análoga a cimentação de uma restauração com cimento dual; (4) polimerização dual através de uma lâmina de porcelana de 3mm, equivalente a um cimento dual sob um inlay; e (5) autopolimerização, sem ativação pela luz, análoga ao cimento resinoso utilizado sob uma restauração metálica. Os valores de conversão de polimerização foram avaliados por espectroscopia infravermelha. De acordo com os resultados, a polimerização dual através de uma matriz Mylar promoveu o maior valor de conversão de todos os tratamentos. Apenas os valores de conversão do Nexus, Choice e Variolink II foram equivalentes entre o tratamento fotopolimerizável através da matriz e através de lâmina de 3mm. A conversão por autopolimerização foi 86% menor do que a conversão por fotopolimerização através de matriz, exceto para o Variolink II. Para os autores, a seleção do cimento resinoso dual deve ser baseada na necessidade do uso, porque nem todos os produtos se polimerizam adequadamente em todas as situações clínicas.

Nissan; Dmitry; Assif (2001) observaram o efeito do comprimento do pino e do tipo de cimento na resistência adesiva à dentina radicular. Cento e vinte dentes unirradiculares foram selecionados e tratados endodonticamente. Após o preparo para cimentação do pino, foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=30): grupo A, pino ParaPost (Coltène/Whaledent) cimentado com Flexi-Flow (EDS, South Hackensack, NJ, USA); grupo B, pino Dentatus (SST, Hagerten, Sweden) cimentado com Flexi-Flow (FF); grupo C, pino ParaPost cimentado com fosfato de zinco (ZPC); e grupo D, pino Dentatus cimentado com fosfato de zinco. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n=10) para testar o efeito do comprimento do pino na retenção. Os pinos foram cimentados com os seguintes comprimentos: 5mm, 8mm e 10mm. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração axial em uma máquina Instron (Model 1026, MFG, Canton, Mass, USA.) A média de retenção de

pinos cimentados com FF foi significativamente maior do que aqueles cimentados com ZPC. Além disso, de acordo com os resultados, pinos mais curtos podem ser usados com cimentos resinosos reforçados.

Para verificar a influência do método de polimerização nas propriedades mecânicas de compósitos, Braga; Cesar; Gonzaga (2002) avaliaram a resistência flexural, o módulo de elasticidade e a dureza de 4 cimentos resinosos. Os materiais analisados foram os cimentos Enforce (Dentsply Ind e Com., São Paulo, Brasil) e Variolink II (Ivoclar Vivadent) (modo fotopolimerizável, autopolimerizável e dual); Rely X ARC (3M ESPE) (autopolimerizável e dual) e C&B autopolimerizável (Bisco). O cimento Rely X apresentou maior resistência flexural do que os outros materiais. Nenhuma diferença estatística foi verificada no módulo flexural dos diferentes grupos. Em relação à dureza, os cimentos Rely X e Variolink II dependeram da fotoativação para alcançar valores elevados de dureza. O Enforce demonstrou dureza similar para as versões dual e autopolimerizável. Nenhuma correlação foi verificada entre a resistência flexural e a dureza, indicando que outros fatores, além do grau de polimerização, afetam a resistência flexural dos compósitos.

Foxton et al. (2003) determinaram a dureza e a resistência adesiva à microtração de uma resina composta de polimerização dual, aplicada em diferentes níveis da dentina radicular, utilizando diferentes técnicas de polimerização. Dezenove pré-molares unirradiculares tiveram sua porção radicular preparada para cimentação de pinos. Os espécimes foram divididos em 2 grupos, um grupo de 15 dentes para o teste de microtração e um grupo de 4 dentes para o teste de dureza. Para o teste de microtração, os espécimes foram tratados com primer autocondicionante (Clearfil Liner Bond 2V, Kuraray) e divididos em 5 subgrupos, os quais receberam a aplicação de adesivo (Bond A) e foram preenchidos com resina composta dual (Clearfil DC Core, Kuraray), da seguinte forma: (1) Bond A,

fotopolimerizado por 10s, e a resina composta fotopolimerizada por 60s; (2) Bond A, fotopolimerizado por 10s, e na resina composta aguardou-se a polimerização química por 30min, em ambiente escuro; (3) Bond A+B fotopolimerizado por 10s, e em seguida a resina composta foi fotopolimerizada por 60s; (4) Bond A+B aplicado sem fotopolimerização, e em seguida a resina composta foi fotopolimerizada por 60s; e (5) Bond A+B aplicado sem fotopolimerização, e a resina composta polimerizada quimicamente. Os espécimes foram seccionados para a obtenção de palitos e submetidos ao teste de microtração. Para o teste de dureza, os espécimes foram preparados da mesma maneira, 2 espécimes fotopolimerizados e 2 espécimes polimerizados quimicamente. Os autores verificaram que não houve diferença significativa entre os níveis de dentina radicular em ambos os testes. A exposição à luz fotopolimerizadora tanto do adesivo como da resina composta resultou em maior resistência adesiva do que apenas a polimerização química. A fotopolimerização também aumentou a dureza Knoop. De acordo com os autores, a fotopolimerização é necessária para se alcançar uma adesão satisfatória à dentina radicular, independentemente da região.

Pinos pré-fabricados não metálicos foram introduzidos com o objetivo de superar limitações dos pinos metálicos, como módulo de elasticidade alto, baixa resistência à corrosão e influência negativa na estética. Hedlund; Johansson; Sjögren (2003) avaliaram a resistência adesiva de diferentes pinos pré-fabricados não metálicos cimentados com material resinoso. Os seguintes grupos foram avaliados: grupo 1 (controle), pino fundido de ouro cimentado com cimento de fosfato de zinco; grupo 2, pino cerâmico Cosmopost (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha) cimentado com Variolink II (Ivoclar Vivadent); grupo 3, pino de fibra de carbono Composipost (RTD); grupo 4, pino de fibra de quartzo Composipost Aestheti-Plus (RTD); grupo 5, pino de fibra de quartzo Composipost Light-Post (RTD); grupo 6, pino de fibra de quartzo cônico Composipost Light-Post (RTD), esses últimos cimentados com cimento Cement-it (Jeneric/Pentron, Wellington, CT, USA); e grupo 7, ParaPost Fiber

White cimentado com ParaPost Cement (Coltène/Whaledent, Mahwah, NJ, USA). Os espécimes preparados foram submetidos a um teste de cisalhamento em uma máquina universal de teste para avaliar a resistência adesiva. Apenas o grupo do Cosmopost apresentou valores de resistência significativamente menores do que o grupo controle. A resistência adesiva dos grupos dos pinos Composipost foi estatisticamente superior à do grupo Cosmopost. A força necessária para o deslocamento dos pinos do grupo ParaPost foi menor do que a necessária nos grupos Composipost Light-Post. De acordo com os autores, os pinos de fibra podem ser satisfatoriamente cimentados com cimentos resinosos.

Giachetti et al. (2004) compararam, por meio do teste *Pull-out* e observação em MEV, os desempenhos de um cimento resinoso fotopolimerizável e de um cimento resinoso dual utilizados para cimentação de pinos na dentina radicular. Quarenta dentes humanos anteriores extraídos foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em 2 grupos (n=20): grupo 1, Excite + Tetric Flow (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha), cimento fotopolimerizável; e grupo 2 All Bond 2 + Rely X ARC (3M ESPE), cimento resinoso dual. Pinos de fibra translúcidos foram cimentados. Após uma semana, os espécimes foram submetidos ao teste *Pull-out*. Dez espécimes de cada grupo foram processados para observação em MEV. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos. As análises em MEV confirmaram a boa adesão entre a dentina e o pino, independentemente do método de polimerização empregado. Segundo os autores, os cimentos resinosos de polimerização dual parecem ser o método mais apropriado, uma vez que permite a polimerização mesmo em áreas que não podem ser alcançadas pela luz. Por outro lado, nas regiões apicais, a polimerização incompleta dos cimentos fotopolimerizáveis poderia melhorar a adaptação do pino e permitir alcançar um bom selamento apical e uma melhor distribuição de estresse ao longo das paredes cavitárias.

Em estudo *in vitro*, Sen; Poyrazoglu; Tuncelli (2004) compararam a resistência à tração de dois diferentes pinos pré-fabricados, Flexi-Post (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, USA) e ParaPost (Coltène/Whaledent), cimentados ao canal radicular com diferentes cimentos. Foram selecionados 100 dentes humanos, incisivos centrais e laterais inferiores, extraídos, dos quais foi removida a porção coronária. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos principais (A = ParaPost e B = Flexi-Post) e, em seguida, cada grupo foi subdividido em 5 subgrupos (n=10) para avaliar o efeito dos cimentos Rely X ARC (3M ESPE), Panavia F (Kuraray Co, Osaka, Japan), ParaPost Cement (Coltène/Whaledent), Flexi-Flow Natural (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, USA) e Adhesor (Dental, a. S., 84, Praha, Czech Republic). Um cimento de fosfato de zinco foi aplicado como controle. Os corpos-de-prova foram individualmente posicionados em uma máquina de ensaio universal e submetidos ao teste de tração. Os pinos Flexi-Post apresentaram maior retenção do que os pinos ParaPost em todos os grupos de cimentos. O cimento resinoso Rely X ARC apresentou maior retenção significativa do que o Panavia F, ParaPost Cement, Flexi-Flow Natural e Adhesor ( $p < 0,05$ ). Os menores valores de resistência adesiva foram obtidos com cimento de fosfato de zinco. De acordo com os resultados, os cimentos resinosos têm demonstrado alto potencial de resistência à tração para uma forte adesão à dentina.

Para testar a hipótese nula de que o modo de polimerização e a região da dentina radicular não afetam a performance adesiva dos materiais restauradores, Foxton et al. (2005) investigaram a resistência adesiva de duas resinas compostas de preenchimento de polimerização dual nos diferentes níveis de dentina radicular, utilizando sistemas adesivos autocondicionantes de passo único ou de dois passos. Doze dentes unirradiculares tiveram suas porções coronárias removidas e foram preparados para a cimentação de pinos. As raízes foram aleatoriamente divididas em 2 grupos. No primeiro grupo, o sistema autocondicionante

de passo único Unifil Self-etching Bond (GC Corporation, Tokyo, Japan) foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante e fotopolimerizado por 10s. Um resina composta dual, Unifil Core (GC Corporation, Tokyo, Japan), foi inserida no conduto radicular, a metade dos espécimes foi fotopolimerizada por 60s e a outra metade armazenada em ambiente escuro por 30min. No segundo grupo, o primer autocondicionante ED Primer II (Kuraray Medical Co., Tokyo, Japan) foi aplicado, seguido de uma adesivo, Clearfil Photo Bond (Kuraray), fotopolimerizado por 10s. Uma resina composta dual, Clearfil DC Core (Kuraray), foi inserida no conduto, a metade dos espécimes foi fotopolimerizada e a outra metade armazenada em ambiente escuro por 30min. Os espécimes foram seccionados em fatias, sendo 4 correspondentes ao terço coronal e 4 correspondentes ao terço apical. As fatias foram seccionadas em palitos, que foram por sua vez submetidos ao teste de microtração. Espécimes foram preparados para análise da interface adesiva em MEV. De acordo com os autores, ambos os compósitos de polimerização dual exibiram resistência adesiva satisfatória à dentina, independentemente da região radicular e do modo de polimerização.

### 2.3.2 Sistemas adesivos

Ben-Amar et al. (1986) compararam a força de tração necessária para o deslocamento de pinos cimentados apenas com compósito ou com compósito associado a um sistema adesivo convencional ou sistema adesivo Scotchbond (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Sessenta e três dentes unirradiculares tiveram a sua coroa anatômica e a porção radicular apical removida, para o preparo do espaço e a cimentação de pinos Dentatus (SST). Os pinos foram cimentados da seguinte forma: grupo 1, associação de sistema adesivo Scotchbond e compósito Silar (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); grupo 2, associação de sistema adesivo

Concise (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) e compósito Silar; e grupo 3, apenas o compósito Silar. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração. De acordo com os resultados, os maiores valores de resistência adesiva foram encontrados no grupo 1, com diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos 2 e 3. Não houve diferença estatística entre os grupos 2 e 3. Para os autores, a adesão química do sistema Scotchbond à dentina radicular aparentemente promove aumento na resistência adesiva.

Nikaido et al. (1999) investigaram se a resistência adesiva de 3 diferentes sistemas adesivos poderia ser influenciada pelas soluções irrigadoras utilizadas durante o tratamento endodôntico. Após o acesso cavitário e a remoção do tecido pulpar, os canais radiculares de incisivos bovinos foram irrigados com solução salina (controle), hipoclorito de sódio a 5%, peróxido de hidrogênio a 3% ou combinação de ambos, por 60s. Após 24h, a superfície de dentina foi exposta e a área para adesão foi demarcada com uma fita (4mm de diâmetro). Os procedimentos adesivos foram realizados com os sistemas Clearfil Liner Bond II (Kuraray), Single Bond (3M ESPE) e Superbond C&B (Bisco). Os espécimes foram submetidos ao teste de tração. Os sistemas Single Bond e C&B tiveram uma resistência estatisticamente menor nos grupos irrigados com soluções químicas quando comparados com o grupo controle. Para os autores, o sistema autocondicionante Clearfil Liner Bond II pode ser menos afetado pelos irrigantes químicos utilizados, sendo recomendado para o procedimento restaurador em dentes tratados endodonticamente.

Ferrari et al. (2001a) testaram a eficácia de um sistema adesivo convencional de polimerização dual na formação da camada híbrida e dos *tags* principais e colaterais de resina, quando utilizado para cimentação de um pino de fibra experimental. Trinta dentes anteriores foram tratados endodonticamente e divididos em 3 grupos (n=10). No grupo 1, foi utilizado o sistema adesivo Excite (Ivoclar Vivadent), fotoativado por 20s, associado ao cimento resinoso

Variolink II (Ivoclar Vivadent); no grupo 2, foi utilizado o adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent) de cura dual (sem fotoativação), em combinação com o cimento de cura química MultiLink (Ivoclar Vivadent); e no grupo 3, o adesivo One Step autocondicionante (Bisco) foi aplicado, fotoativado por 20s, e o pino foi cimentado com cimento Dual Link (Bisco). Nos grupos 1 e 2, foi utilizado o pino translúcido FRC Postec (Ivoclar Vivadent), enquanto, no grupo 3, foi cimentado o pino de fibra translúcido Endo Aesthetic (RTD). Nos grupos 1 e 3, o cimento foi polimerizado através do pino por 40s, enquanto, no grupo 2, o pino foi apenas mantido em repouso por 1min. Após 1 semana, a análise em MEV demonstrou maior formação de camada híbrida ao longo da interface adesiva do grupo 2 em comparação com os grupos 1 e 3 ( $p < 0,05$ ). A formação da zona de interdifusão e dos *tags* de resina se mostrou mais uniforme ao longo de todo o conduto apenas no grupo 2. Bolhas no cimento foram observadas em 20% dos espécimes do grupo 2 e em 40% dos espécimes dos grupos 1 e 3. Os autores concluíram que o sistema adesivo de cura dual promove uma formação mais uniforme da camada híbrida e de *tags* de resina ao longo de todo o canal do que os sistemas fotoativados, sendo o seu uso considerado um procedimento clínico confiável.

Através do teste de microtração e análise em microscopia confocal, Manocci et al. (2001) pesquisaram a resistência de união promovida por 2 sistemas adesivos à dentina radicular e observaram os modos de fratura dos diferentes espécimes. Seis incisivos centrais foram selecionados e instrumentados endodonticamente, sem a realização da obturação. Em seguida, os dentes foram seccionados paralelamente ao longo eixo. Uma metade de cada dente foi aleatoriamente destinada a um grupo experimental: grupo 1, sistema adesivo All Bond 2 (Bisco); e grupo 2, Panavia F (Kuraray). O canal radicular de cada espécime foi condicionado de acordo com as instruções de cada fabricante, e após a aplicação do sistema adesivo uma camada de resina composta foi polimerizada sobre a camada adesiva, de modo a confeccionar um bloco de resina para dar suporte à realização do teste. Os espécimes foram

seccionados perpendicularmente à interface adesiva em fatias de 1mm de espessura. As fatias foram recortadas com pontas diamantadas para confecção de halteres, de modo que a porção mais estreita estivesse localizada na interface adesiva. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 0,2mm/min. O modo de fratura foi examinado utilizando-se um microscópio confocal. A média dos valores foi a mesma para os grupos experimentais (17,1MPa). Não houve diferença estatisticamente significativa entre Panavia F e All Bond 2. A maioria dos espécimes apresentou falha adesiva na camada híbrida. De acordo com os autores, a diferença entre os procedimentos de condicionamento do sistema convencional e autocondicionante não influenciou a resistência adesiva à dentina radicular.

Sanares et al. (2001) compararam a resistência adesiva à microtração de 4 sistemas adesivos convencionais de frasco único à superfície de dentina, recobertos por restauração com resina composta de polimerização química ou fotopolimerizável. Uma superfície plana de dentina foi obtida em 24 terceiros molares, divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=3). Os 4 sistemas adesivos avaliados foram: Prime&Bond NT (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany); OptiBond SOLO (Kerr Co., Orange, CA, USA); Single Bond (3M ESPE); e One Step (Bisco). Cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos, com base na polimerização da resina composta: em um subgrupo os espécimes foram recobertos com resina autopolimerizável BisFil 2B (Bisco Inc., Schamburg, IL, USA), e no outro subgrupo, com resina fotopolimerizável Z100 (3M ESPE). Os espécimes foram seccionados em palitos e submetidos ao teste de microtração. Quatro palitos representativos de cada grupo foram preparados para análise em MEV. Os resultados das interações entre sistemas adesivos e resinas compostas foram estatisticamente significantes. Nenhuma diferença foi encontrada entre os sistemas adesivos e a resina composta fotopolimerizável. Entretanto, a resistência adesiva foi significativamente menor quando utilizados com a resina autopolimerizável. Foi verificada a relação entre o pH do adesivo e o valor de resistência: quanto menor o pH, menor

o valor de microtração. As falhas ocorreram predominantemente na interface adesivo/compósito, com microporosidades na superfície dos adesivos e lacunas dentro das resinas compostas autopolimerizáveis. De acordo com os autores, alguns adesivos convencionais de dois passos podem afetar a polimerização de compósitos de polimerização química.

Alguns sistemas adesivos de frasco único não promovem adesão adequada de compósitos autopolimerizáveis à dentina. Por isso, Swift Jr et al. (2001) testaram a hipótese de que adesivos fotopolimerizáveis apresentam uma resistência adesiva inferior quando utilizados com compósitos de polimerização química. Para o estudo, 100 dentes bovinos tiveram sua superfície de dentina exposta para a realização do procedimento adesivo. A dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35%, lavada e seca com papel absorvente. Os seguintes sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes: Scotchbond MultiPurpose Plus (3M ESPE) (na versão foto e dual) como controle; One Step fotopolimerizável (Bisco); OptiBond Solo Plus fotopolimerizável (Kerr); Prime&Bond NT fotopolimerizável (Dentsply) e Prime&Bond NT dual (Dentsply). Para cada sistema adesivo, 10 espécimes foram confeccionados com resina autopolimerizável (Bisfil 2B, Bisco) e 10 espécimes foram confeccionados com resina fotopolimerizável (Z250, 3M ESPE), como controle. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento. Dois sistemas adesivos fotopolimerizáveis, Prime&Bond NT e OptiBond Solo Plus, tiveram redução significativa da resistência adesiva quando utilizados com resina autopolimerizável. Dessa forma, segundo os autores, alguns sistemas adesivos de frasco único não promovem adesão adequada à estrutura dental quando utilizados com compósitos autopolimerizáveis.

Em estudo *in vitro*, Boff (2003) avaliou a influência de um adesivo fotoativado e de um cimento resinoso dual na resistência de união de pinos à dentina intra-radicular. Quarenta

pré-molares inferiores hígidos extraídos foram selecionados. O tratamento endodôntico foi realizado em todos os espécimes, divididos posteriormente em 4 grupos (n=10): grupo 1, Single Bond (3M ESPE) e pino Aestheti Plus, RTD (SB-1AT); grupo 2, Single Bond e pino Aestheti Plus (SB-AEST); grupo 3, Single Bond e o pino Light-Post, RTD (SB-LIGHT); e grupo 4, Scotchbond Multi Uso Plus (3M ESPE) e o pino Aestheti Plus (SBMUP-4). O cimento resinoso Rely X ARC (3M ESPE) foi utilizado em todos os grupos. Nos grupos 1, 2 e 3, o adesivo Single Bond foi aplicado e fotoativado por 20s. No grupo 4, o adesivo Scotchbond Multi Uso Plus foi aplicado, mas não foi fotoativado. O cimento Rely X foi levado ao interior dos condutos com o auxílio de uma lentulo e fotoativado apenas nos grupos 2 e 3. O teste de cisalhamento por extrusão foi realizado em uma máquina de ensaio universal, a uma velocidade de 0,5mm/min. A fotoativação somente do adesivo no grupo 1 (SB-1AT) produziu uma resistência de união significativamente menor do que no grupo 2 (SB-AEST), onde o cimento também foi fotopolimerizado. O adesivo químico (SBMUP-4) apresentou as maiores médias de união para todas as regiões, sendo estatisticamente superior aos grupos do Single Bond para os terços médio e apical, e semelhante para o terço cervical. O terço cervical foi o que apresentou as maiores médias de união para todos os adesivos.

Em estudo *in vitro*, Cheong et al. (2003) verificaram se existe diferença na compatibilidade de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único ou de dois passos com compósitos de polimerização química e dual. Superfícies planas de dentina foram preparadas em terceiros molares humanos extraídos. Dois sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray e Tyrian SPE/One Step, Bisco) e dois autocondicionantes de passo único (Xeno III, Dentsply DeTrey e Brush&Bond, Parkell) foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Dois grupos experimentais foram preparados com cada sistema adesivo, unidos ao compósito Bis-Core (Bisco Inc., Schamburg, IL, USA), aplicado com diferentes modos de polimerização,

fotopolimerizável e autopolimerizável. Espécimes adicionais foram confeccionados para análise em TEM. Nenhuma diferença significativa foi verificada para ambos os sistemas autocondicionantes de dois passos em relação ao modo de polimerização da resina composta. Nos sistemas de passo único, o grupo de compósito fotopolimerizado apresentou valores significativamente maiores de resistência adesiva do que o grupo de compósito autopolimerizável. A interface do adesivo de passo único e compósito químico apresentou falhas e áreas de polimerização incompleta. De acordo com os autores, os autocondicionantes de frasco único não são compatíveis com compósitos de polimerização químico-dual. Por outro lado, os autocondicionantes de dois frascos podem ser utilizados com compósitos autopolimerizáveis ou de polimerização dual nos procedimentos adesivos.

Com base no princípio de que alguns sistemas adesivos e cimentos resinosos podem apresentar incompatibilidade, Dong et al. (2003) determinaram em estudo *in vitro* se o modo de polimerização do agente adesivo tem influência na resistência adesiva de cimentos resinosos autopolimerizáveis à dentina. Dois cimentos resinosos foram selecionados: Calibra (Dentsply/Caulk) e Rely X ARC (3M ESPE). Os sistemas adesivos utilizados foram o Scotchbond MultiPurpose Plus (3M ESPE), Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk), o IntegraBond (Premier, King of Prussia, PN, USA), aplicados tanto na versão fotopolimerizável quanto na autopolimerizável, e o Single Bond (3M ESPE), aplicado apenas na versão fotopolimerizável. Para a pesquisa, foram utilizados dentes bovinos, os quais tiveram a superfície vestibular desgastada com lixa de granulação 180, para exposição da dentina. Os materiais selecionados foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Quando indicado, os sistemas adesivos foram fotopolimerizados com um aparelho de luz halógena de intensidade de  $500\text{mW}/\text{cm}^2$ . Para o teste, uma cápsula de gelatina foi preenchida com o cimento resinoso a ser pesquisado e posicionada na área adesiva da superfície do dente bovino, sendo mantida em posição até a completa polimerização do

cimento. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 1mm/min. Após o preparo e análise do primeiro cimento, os dentes bovinos foram reutilizados para testar o segundo cimento, pelo desgaste manual da superfície vestibular com lixa de granulação 380, seguida de polimento com lixa 600. O pH de cada agente adesivo e seus componentes foi mensurado para verificar a influência sobre a compatibilidade com cimentos resinosos. De acordo com os autores, não houve uma correlação entre a resistência ao cisalhamento e o modo de polimerização do sistema adesivo. As diferenças entre os grupos foram especificamente relacionadas à formulação do sistema adesivo. Em relação ao pH, os menores valores contribuem para uma menor resistência adesiva.

Suh et al. (2003) investigaram o efeito inibitório promovido por monômeros ácidos na polimerização de compósitos fotopolimerizáveis e autopolimerizáveis, e a melhora promovida pela adição de um catalisador ternário como o sulfinato benzínico de sódio, na polimerização desses compósitos. Essa avaliação foi realizada com um calorímetro de varredura diferencial que registra o calor gerado na polimerização. Quatro monômeros resinosos ácidos foram adicionados, em diferentes concentrações de peso, em resinas fotopolimerizáveis e autopolimerizáveis experimentais para simular a interação entre adesivo e compósito. O efeito do sulfinato benzínico de sódio na polimerização de resina autopolimerizável contaminada por monômeros ácidos também foi investigado. De acordo com os resultados, a inibição da polimerização é proporcional à concentração de monômeros ácidos, sendo mais prejudicial nas resinas autopolimerizáveis. A adição de sulfinato benzínico de sódio promoveu uma polimerização em níveis aquém do ideal encontrado nas resinas autopolimerizáveis. As resinas fotopolimerizáveis são afetadas apenas em altas concentrações de monômeros ácidos.

Como os adesivos que contêm componentes resinosos ácidos são vulneráveis à movimentação de água após a polimerização, Tay et al. (2003) testaram a hipótese nula de

que a adesão de sistemas adesivos a compósitos autopolimerizáveis e de polimerização dual, quando ativados com iniciadores químicos, não é afetada pela hidratação da dentina. Os procedimentos restauradores foram realizados nas superfícies oclusais de dentina, de terceiros molares selecionados. O sistema adesivo utilizado foi o OptiBond Solo Plus, de condicionamento total, de dois passos, de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram divididos em 9 grupos: grupo 1 (controle), dentina hidratada (H) e fotopolimerização imediata da resina composta (FI); grupo 2, H e fotopolimerização retardada (FR); grupo 3, dentina desidratada (D) e FR; grupo 4, H e resina autopolimerizável (Q); grupo 5, D e Q; grupo 6, H e Q combinado com coativador; grupo 7, D e Q combinado com o mesmo coativador do grupo 6; grupo 8, H e Q com coativador com 2% de sulfinato benzínico de sódio; e grupo 9, D e Q com coativador 2% de sulfinato benzínico de sódio. Em relação à resistência à microtração, o grupo 2 apresentou valores inferiores em relação ao grupo 1, o que não foi verificado no grupo 3. Os menores valores de resistência foram verificados no grupo 4, aumentando levemente no grupo 5, sem diferir estatisticamente do grupo 6, onde foi aplicado um coativador. Sobre a dentina desidratada, esse mesmo coativador (grupo 7) aumentou significativamente a adesão, embora ainda inferior ao grupo controle. O coativador sulfinato benzínico de sódio elevou significativamente a resistência do grupo 9. Na observações em MEV, falhas adesivas foram observadas nos grupos 2, 4 e 8. Os grupos 2, 6 e 8 apresentaram bolhas de água na interface adesivo/compósito. Já nos grupos 4 e 5 foi verificada ausência total de adesão entre adesivo e compósito.

Diante do conceito que a permeabilidade adesiva pode comprometer a polimerização dos cimentos resinosos, Carvalho et al. (2004) avaliaram, por meio do teste de microtração e análise em MET, o efeito da aplicação de uma camada adicional de resina hidrofóbica, na dentina tratada com adesivos autocondicionantes, na união de cimentos resinosos à dentina hidratada. Terceiros molares humanos foram selecionados e tiveram a superfície de dentina

exposta mediante um corte transversal. Overlays de resina composta foram confeccionadas e cimentadas com cimento Panavia F (Kuraray) ou Bistite II DC (Tokuyama), aplicados com seus respectivos sistemas adesivos, de acordo com as instruções dos fabricantes. Quatro grupos experimentais foram avaliados: grupo 1, Panavia F e ED Primer (autocondicionante de frasco único); grupo 2, Panavia F e ED primer, com aplicação de uma resina de baixa viscosidade (LVBR, Scotchbond Multi PurposePlus, 3M ESPE); grupo 3, Bistite DC II e respectivo adesivo autocondicionante de dois passos; e grupo 4, Bistite DC II e respectivo adesivo autocondicionante de dois passos, com aplicação da mesma resina de baixa viscosidade do grupo 2. Quando aplicado de acordo com as instruções do fabricante, o grupo do Panavia F apresentou valores de resistência significativamente menores do que o grupo Bistite II DC. A camada adicional de resina de baixa viscosidade melhorou significativamente a resistência adesiva do cimento Panavia F à dentina, o que não ocorreu com o cimento Bistite II DC. A análise microscópica demonstrou que em ambos os cimentos a nanoinfiltração foi reduzida pela ação da resina LVBR.

Aksornmuang et al. (2005) avaliaram o efeito do tempo de ativação por luz de sistemas adesivos fotopolimerizáveis e de polimerização dual na resistência adesiva de compósitos de polimerização dual à dentina radicular. Preparos dos espaços para pinos foram confeccionados em 18 pré-molares extraídos. Em seguida, o canal radicular foi tratado com um dos seguintes sistemas adesivos: (1) Clearfil SE Bond Primer/Bond (Kuraray) (SE); (2) Nano-Bond primer/adesivo fotopolimerizável (Pentron Clinical Technologies, LLC, USA) (PNB); ou (3) Nano-Bond Primer/adesivo dual (Pentron Clinical Technologies) (DNB). A fotopolimerização dos sistemas adesivos foi realizada durante 10s e 20s por coronal. Os preparos foram preenchidos com resina composta de polimerização dual (Build it FR, Pentron Clinical Technologies, LLC, USA), fotopolimerizada por 60s. Os espécimes foram seccionados e submetidos ao teste de microtração. A resistência adesiva dos sistemas SE e

PNB fotopolimerizáveis diminuiu significativamente na região apical, no tempo de polimerização de 10s. Todavia, a resistência adesiva do SE aumentou significativamente quando o tempo de polimerização foi aumentado para 20s. Não houve diferença nos valores de resistência do adesivo PNB fotopolimerizado por 20s e o adesivo dual DNB. De acordo com os autores, os adesivos fotopolimerizáveis são efetivos para aplicação na dentina intraradicular quando o tempo de polimerização é suficiente.

Em estudo *in vivo*, Chersoni et al. (2005) monitoraram a ocorrência de passagem de fluidos para a dentina intra-radicular após a polimerização de adesivos convencionais de três e dois passos (All Bond 2, Single Bond, 3M ESPE e One Step Plus, Bisco) e de autocondicionantes de dois e um passo (Tyrian SPE/One Step Plus, Bisco; Xeno III, Dentsply DeTrey, e One Up Bond F). Vinte e oito dentes foram tratados endodonticamente e divididos em 7 grupos, de acordo com o sistema adesivo. No grupo controle, não foi aplicado nenhum sistema adesivo, tendo 2 dentes sido condicionados e 2 não. Para a avaliação da passagem de fluidos, os condutos foram moldados com silicona de adição para obtenção de réplicas com poliéter, submetidas à análise em MEV. Foi verificada a presença de gotículas de fluidos em quantidade significativamente maior nos grupos de controle, sistemas convencionais de dois passos e autocondicionantes do que no grupo onde foi utilizado o sistema convencional de três passos. Os autores concluíram que, embora a adição de catalisadores ternários torne os sistemas adesivos simplificados mais compatíveis com os cimentos resinosos, sua afinidade à água faz com que funcionem como uma membrana permeável após a polimerização. Para os autores, o uso de sistemas adesivos convencionais de três passos é uma alternativa lógica e satisfatória, devido ao fato de serem menos permeáveis.

Diferenças na composição e na técnica de aplicação do sistema adesivo podem afetar muitas propriedades. Cohelo Santos et al. (2005) verificaram a influência de diferentes

técnicas de polimerização de sistemas adesivos na resistência adesiva à dentina e na espessura da camada adesiva em restaurações indiretas. Dez técnicas de aplicação de sistemas adesivos foram testadas: (1) Excite DSC não pré-polimerizado (NPP) (Ivoclar Vivadent); (2) Excite DSC pré-polimerizado (PP) (Ivoclar Vivadent); (3) Integrabond NPP (Premier Dental Products); (4) Integrabond PP; (5) Optibond Solo Plus NPP (Kerr); (6) Optibond Solo Plus PP; (7) Optibond Solo Plus Autocondicionante PP; (8) Single Bond PP (3M ESPE); (9) Scotchbond MultiPurpose Plus NPP (3M ESPE); e (10) Syntac Classic NPP (Ivoclar Vivadent). Trinta molares extraídos foram preparados para cimentação de inlays MO. As inlays foram confeccionadas com resina composta Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha) e cimentadas com cimento resinoso dual. Previamente à aplicação do cimento resinoso, cada dente foi tratado com um sistema adesivo, realizando-se ou não a pré-polimerização. Os espécimes foram seccionados em palitos e submetidos ao teste de microtração. Para avaliação da espessura do adesivo, 10 espécimes adicionais foram confeccionados e avaliados em MEV. O sistema adesivo Single Bond apresentou os maiores valores de resistência adesiva, enquanto os sistemas de três passos Syntac Classic e Scotchbond MultiPurpose Plus e o de frasco único Integrabond apresentaram os menores valores. O efeito de fotopolimerização, previamente ao cimento resinoso, na resistência adesiva e espessura de cimento dependeu do sistema adesivo utilizado.

Algumas dúvidas permanecem em relação à adesão de materiais fotopolimerizáveis à dentina radicular, especialmente nas áreas de difícil acesso à luz, como os terços médio e apical. Mallmann et al. (2005) investigaram a resistência à microtração de um sistema adesivo fotopolimerizável e de um adesivo de polimerização dual (ou autopolimerizável) nos diferentes níveis de dentina radicular, empregados para cimentação de pinos de fibra de quartzo translúcido. Vinte dentes unirradiculares foram preparados para a cimentação do pino de fibra (Light-Post, Bisco). Os dentes foram divididos em 2 grupos (n=10), de acordo com o

sistema adesivo: Single Bond [SB] fotopolimerizável (3M ESPE); e ScotchBond Multi Uso Plus [SBMP] de polimerização dual (ou autopolimerizável). Para evitar a polimerização dos materiais através das paredes radiculares, os dentes foram inseridos em moldes de silicona. Os sistemas adesivos foram aplicados com um *microbrush* fino, de acordo com as instruções dos fabricantes. O cimento resinoso Rely X ARC (3M ESPE) foi inserido com uma ponta lentulo e os pinos foram posicionados, o que foi seguido de uma polimerização por 40s. Os espécimes foram mantidos em ambiente com 100% de umidade relativa por 24h e armazenados em água destilada por 24h adicionais. Todos os espécimes foram seccionados em fatias de 1mm, perpendiculares ao longo eixo, resultando em aproximadamente 4 fatias por região radicular. As fatias foram recortadas na superfície proximal, com pontas diamantadas, para a obtenção de espécimes com forma de ampulheta. A resistência adesiva foi calculada mediante teste de microtração em uma máquina universal de teste, a uma velocidade de 1mm/min. De acordo com os resultados, não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas adesivos. Em relação às regiões da dentina radicular, uma diferença significativa foi observada apenas do terço cervical quando o sistema adesivo autopolimerizável [SBMP] foi utilizado, promovendo valores maiores de resistência adesiva do que os terços médio e apical.

### 2.3.3 Cimentação de pinos e resistência adesiva

Por meio de análise em microscopia eletrônica de varredura, Ferrari e Manocci (2000), em estudo *in vivo*, verificaram a formação da camada híbrida e de *tags* principais de resina promovida pelo sistema adesivo One Step (Bisco) e cimento resinoso C&B (Bisco), quando na cimentação de um pino de fibra de carbono. Os autores selecionaram um paciente com

elemento dental com indicação para exodontia por motivos periodontais, tratado endodonticamente há 7 anos. Uma semana antes da extração, o dente foi preparado para cimentação de um pino de fibra de vidro RTD. Para o procedimento, foi utilizado o sistema adesivo One Step e o cimento C&B Resin Cement, aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Metade da raiz foi utilizada para avaliar a formação da camada híbrida e a outra metade, para avaliar a presença dos *tags* de resina. A camada híbrida formada variou de 3mm a 5mm de espessura, enquanto os *tags* de resina variaram entre 10mm e 20mm de comprimento. Além da presença dos *tags* de resina colaterais, foi constatado que no terço coronal da raiz a densidade dos *tags* foi maior que nos outros terços. Os resultados mostraram que o sistema de frasco único fotopolimerizável pode criar uma interligação mecânica com a raiz condicionada sob condições clínicas.

Ferrari; Vichi; Grandini (2001a) verificaram a efetividade de 3 técnicas de aplicação do sistema adesivo One Step (Bisco) na formação de *tags* resinosos, ramificações laterais adesivas e zona de interdifusão entre resina e dentina, quando utilizados para cimentação de pinos de fibra. Além disso, os autores observaram a influência da translucidez do pino na fotopolimerização dos materiais adesivos e o efeito do *microbrush* na aplicação do sistema adesivo no terço apical da dentina radicular. Quarenta dentes anteriores, extraídos por motivo periodontal, foram selecionados. Após o tratamento endodôntico e preparo do espaço para cimentação do pino, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=10): grupo 1, One Step aplicado com o pincel oferecido pelo fabricante, seguido de fotopolimerização previamente à aplicação do cimento resinoso Dual Link (Bisco); grupo 2, One Step aplicado com um pequeno *microbrush*, fotopolimerizado previamente à aplicação do Dual Link; grupo 3, One Step aplicado com pequeno pincel, não fotopolimerizado + Dual Link; e grupo 4 (controle), All Bond 2 (Bisco) + cimento resinoso C&B (Bisco). Nos grupos 2 e 4, o sistema adesivo e cimento resinoso foram usados de acordo com as instruções dos fabricantes. No

grupo 3, a combinação adesivo/cimento resinoso foi fotopolimerizada através do pino translúcido. Quarenta pinos translúcidos RTD foram cimentados. Uma semana depois, os espécimes foram processados para avaliação em MEV. Segundo as análises, o grupo 2 apresentou na interface dos espécimes uma zona de interdifusão maior do que os outros grupos. Nos grupos 1, 3 e 4, a zona de interdifusão foi detectável e uniforme apenas nos dois primeiros terços do canal radicular. Em relação à formação de *tags* resinosos, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos no terço coronal, entretanto os terços médio e apical do grupo 2 apresentaram mais *tags* resinosos do que os outros grupos. No terço apical dos grupos 1, 3 e 4, os *tags* resinosos apresentaram uma morfologia menos uniforme e menor comprimento do que aquele nos outros dois terços. A qualidade e a uniformidade do mecanismo de adesão obtido com o sistema adesivo aplicado com *microbrush* mais fino e polimerizado previamente à inserção do cimento foram superiores e devem ser utilizadas para o procedimento na clínica.

Para avaliar a efetividade de selamento em restaurações de dentes tratados endodonticamente, Mannocci; Ferrari; Watson (2001b) avaliaram através de microscopia confocal, a microinfiltração associada a sistemas adesivos utilizados para cimentação de pinos e restaurações de preenchimento com resina composta. Setenta e dois pré-molares inferiores foram selecionados e divididos aleatoriamente em 6 grupos (n=12). Nos grupos 1, 3 e 5, a obturação do conduto radicular foi realizada com cimento sem eugenol. O procedimento obturador nos grupos 2, 4 e 6 foi realizado com cimento à base de eugenol. Após o preparo do espaço para pino, nos grupos 1 e 2 foram cimentados pinos Aestheti Post (RTD), com sistema adesivo All Bond 2 (Bisco), cimento resinoso C&B (Bisco) e Bis-Core (Bisco), para reconstrução coronária. Nos grupos 3 e 4, os pinos foram cimentados com sistema ED Primer e cimento resinoso Panavia 21 (J. Morita). No grupo 5, os pinos foram cimentados com ED primer e cimento Panavia F. No grupo 6, o cimento utilizado foi o fosfato de zinco. Os

espécimes foram termociclados e imersos em Rodamina B. A razão entre o comprimento das interfaces observadas e o comprimento de penetração do corante foi avaliada. Todos os grupos de cimentos resinosos apresentaram menor microinfiltração marginal do que o grupo do fosfato de zinco. Os espécimes do grupo 1 e 2, restaurados com cimento All Bond 2, apresentaram microinfiltração significativamente inferior do que os grupos 3, 4 e 5, unidos com sistema adesivo autocondicionante e cimento Panavia 21 e F. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os dentes obturados com materiais à base de eugenol ou sem eugenol.

Com o objetivo de verificar se a intensidade de luz que atravessa um pino translúcido é suficiente para polimerizar simultaneamente sistema adesivo e cimento resinoso, Vichi; Grandini; Ferrari (2001), em estudo *in vivo*, avaliaram o mecanismo de união na dentina intraradicular de um sistema adesivo dual Excite DSC (Ivoclar Vivadent) e do cimento resinoso autopolimerizável Multilink (Ivoclar Vivadent). Em 5 pacientes com indicação para extração, pinos translúcidos foram cimentados. Após uma semana, os dentes foram extraídos e processados para análise em MEV. De acordo com as observações, *tags* resinosos foram formados em todos os níveis da dentina radicular, com comprimentos e densidades semelhantes, sugerindo a passagem de luz através do pino. Bolhas e lacunas foram verificadas na camada de cimento de todos os espécimes, sendo ausentes nas interfaces pino/cimento e adesivo/dentina.

Cordeiro (2002) utilizou o teste de cisalhamento por extrusão (*Push-out*) para avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro, em diferentes profundidades da raiz, fixados com cimentos adesivos distintos. Foram selecionados 20 pré-molares inferiores, que tiveram suas coroas cortadas na altura da junção cimento/esmalte e submetidos ao tratamento endodôntico. Os dentes foram divididos em 2 grupos (n=10), de acordo com a cimentação do

pino Fibrekor. No grupo 1, os pinos foram cimentados com o sistema adesivo autocondicionante ED Primer (Kuraray) e o cimento resinoso Panavia F (Kuraray). No grupo 2, foi utilizado o sistema adesivo de frasco único Single Bond (3M ESPE) e o cimento resinoso Rely X ARC (3M ESPE), de acordo com as recomendações do fabricante. Após a fixação dos pinos, as raízes foram mantidas em estufa a 37°C por 24h. Os espécimes foram seccionados em 3 partes, de 2,7mm, compreendendo os terços cervical, médio e apical do pino, e submetidos ao teste de cisalhamento. Não houve diferença estatisticamente significativa entre ED Primer/Panavia e Single Bond/Rely X no terço cervical; no entanto, nas regiões média e apical da raiz, o Single Bond/Rely X foi significativamente superior ( $p < 0,05$ ). Na análise em MEV, verificou-se que a zona de interdifusão resina/dentina produzida pelo Single Bond apresentou-se mais espessa do que a do ED Primer. Além disso, as resinas testadas apresentaram tendência à formação de bolhas, sendo mais constantes no terço apical das raízes.

A adesão ao canal radicular pode ser dificultada pelas características de manipulação dos sistemas adesivos. Ferrari et al. (2002a), em seu estudo *in vitro*, testaram a hipótese nula de que a aplicação de sistemas adesivos com pincéis ou micropincéis não influenciaria o mecanismo de adesão intra-radicular na formação de *tags* resinosos, de ramificações laterais adesivas e da camada híbrida quando utilizados para a cimentação de pinos de fibra. Vinte dentes anteriores foram selecionados, tratados endodonticamente e preparados para a cimentação de pinos. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos ( $n=10$ ): grupo 1, sistema adesivo One Step (Bisco), aplicado com um pincel fornecido pelo fabricante; e no grupo 2, o One Step aplicado com um micropincel (*Microbrush Co.*, Grafton, WI, USA). Após a fotopolimerização do adesivo, pinos de fibra translúcidos RTD foram cimentados com cimento resinoso Dual Link (Bisco). Os espécimes foram seccionados e preparados para análise em MEV. Os resultados do estudo não confirmaram a hipótese nula e os autores

concluíram que o uso de um micropincel para aplicação da solução primer/adesivo nos preparos intra-radulares pode ser útil pra a prática clínica.

Em estudo *in vivo*, Ferrari et al. (2002b) analisaram a efetividade do uso de um *microbrush*, para aplicação de primer/adesivo na dentina intra-radicular, na formação de zona de interdifusão resina/dentina, *tags* resinosos e ramificações laterais adesivas. Vinte dentes anteriores tratados endodonticamente com indicação para extração por razões periodontais ou endodônticas foram selecionados. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos (n=10). No grupo 1, o sistema One Step (Bisco) foi aplicado com um pincel, seguido da aplicação do cimento Duo Link (Bisco). No grupo 2, o One Step foi aplicado com um *microbrush*, seguido do cimento Duo Link. Os materiais foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Vinte pinos de fibra de quartzo Aestheti Plus (Bisco Inc, IL, USA) foram utilizados. Após 7 dias, os dentes foram extraídos e processados para análise em MEV. Ambos os sistemas adesivos apresentaram formação de zona de interdifusão, *tags* resinosos e ramificações laterais adesivas. No grupo 2, a zona de interdifusão apresentou-se mais uniforme em toda a extensão do conduto. Além disso, a formação de *tags* resinosos foi verificada em todos os terços. Nos espécimes do grupo 1, a formação da zona de interdifusão e de *tags* resinosos foi menos evidente no terço apical. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas entre os grupos no terço apical. A utilização do *microbrush* permite a formação mais uniforme de uma zona de interdifusão e de *tags* resinosos ao longo do conduto radicular, por isso ele deve ser rotineiramente utilizado para a cimentação de pinos no canal radicular.

Pest et al. (2002) compararam, através do teste de cisalhamento por extrusão e análise em MEV, a resistência adesiva entre cimentos resinosos tradicionais e resinas compostas, fotopolimerizáveis e de polimerização dual, utilizados para cimentação de pinos de fibra. Os

compósitos utilizados para cimentação foram: Ti-Core, autopolimerizável (EDS, South Hackensack, NJ, USA); Clearfil Photocure, fotopolimerizável (Kuraray Co., Osaka, Japan); Clearfil Core, autopolimerizável (Kuraray); C&B Cement, autopolimerizável (Bisco); e Panavia F, dual (Kuraray). Cinquenta dentes unirradiculares tratados endodonticamente receberam preparo do espaço para pino, o qual foi preenchido com os agentes cimentantes avaliados, aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. As raízes foram seccionadas transversalmente para obtenção dos corpos-de-prova, que foram submetidos ao teste de cisalhamento por extrusão. Para avaliar a resistência adesiva entre cimento e pino, 60 discos de plástico com um orifício central foram confeccionados para o posicionamento do pino no centro, circundado por agente cimentante inserido em um molde metálico. Os testes de cisalhamento foram realizados com os espécimes a uma velocidade de 0,5mm/min. Espécimes com diferentes combinações de cimentos e pinos também foram confeccionados para análise em MEV. Todos os espécimes apresentaram alta resistência adesiva, embora os valores obtidos com os pinos Tech 2000 e Tech 21 com Panavia F tenham sido significativamente maiores. De acordo com os resultados, as resinas compostas promoveram melhor resistência do que os cimentos. Na avaliação em MEV, foi verificado que os adesivos de condicionamento ácido total promoveram a formação de *tags* resinosos longos e numerosos, em todo o comprimento do conduto radicular, diferentemente do observado nos sistemas autocondicionantes. Os melhores resultados foram obtidos com a combinação de pinos translúcidos e resinas compostas fotopolimerizáveis.

A eficácia dos sistemas adesivos pode ser avaliada pela formação de *tags* resinosos, ramificações laterais adesivas e zona de interdifusão resina/dentina. Vichi et al. (2002), por meio de análise em MEV, compararam a efetividade de 3 sistemas adesivos convencionais de dois passos (Scotchbond I, One Step, All Bond) e 2 adesivos de três passos (ScotchBond Multi Purpose Plus e All Bond 2), utilizados para a cimentação de pinos de fibra. Cinquenta

dentados tratados endodonticamente foram selecionados, preparados para cimentação de pinos e, aleatoriamente, divididos em 5 grupos: grupo 1, All Bond 2 e C&B (Bisco); grupo 2, ScotchBond Multi Purpose Plus e Opal Luting Composite (3M ESPE); grupo 3, ScotchBond 1 e Rely X ARC (3M ESPE); grupo 4, One Step e C&B (Bisco); e grupo 5, All Bond experimental e Hi-X (Bisco). Os sistemas adesivos e cimentos resinosos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Nos grupos 1 e 2, os sistemas adesivos foram aplicados de forma dual. Cinquenta pinos de fibra de quartzo (Aestheti Plus, Bisco) foram cimentados. Após uma semana, os dentes foram extraídos e processados para análise em MEV. Os grupos 1 e 2 apresentaram maior porcentagem de zona de interdifusão do que os grupos 3, 4 e 5, com uma uniformidade maior nos terços cervical e médio. Nenhuma diferença entre os sistemas adesivos foi verificada no terço cervical, enquanto no terço médio e apical 2 sistemas adesivos de frasco único (3 e 4) apresentaram menor formação de *tags* resinosos do que nos grupos 1 e 2 (controle). Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os sistemas adesivos de dois passos nas diferentes regiões do conduto radicular. De acordo com os autores, os sistemas adesivos de três passos são mais efetivos para a formação de mecanismo adequado de adesão no terço apical do conduto radicular quando da cimentação de pinos.

Ao avaliar a resistência ao cisalhamento por extrusão de 3 sistemas de pinos, Kurtz et al. (2003) testaram a hipótese nula de que os tipos de pino, a presença de eugenol no canal radicular e o tipo de sistema adesivo não têm efeito na resistência de união de pinos, nos diferentes níveis da dentina radicular. Vinte e quatro dentes anteriores superiores foram tratados endodonticamente. Dois cimentos obturadores foram utilizados para cimentação da guta-percha: Roth's 801, um cimento contendo eugenol; e AH26, um cimento à base de resina sem eugenol. Em seguida, os espécimes foram preparados e divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=8), de acordo com o tipo de pino: grupo 1, Composipost (Ivoclar Vivadent); grupo

2, Fiberkor (Pentron, Wallingford, CT, USA); e grupo 3, ParaPost Fiber White (Coltène/Whaledent, Mahwah, NJ, USA). Duas técnicas de cimentação adesiva foram realizadas: One Step com cimento resinoso autopolimerizável Hi-X Post (Bisco); e ParaPost Cement Conditioner com cimento ParaPost (Coltène/Whaledent, Mahwah, NJ, USA). Cada uma das 12 combinações de pino, cimento obturador e técnica adesiva foi realizada em um incisivo e um canino. O teste *Push-out* foi realizado em diferentes secções da raiz para mensurar a resistência adesiva. Os autores verificaram que o tipo de pino e a região da dentina afetaram significativamente a resistência adesiva. O sistema Composipost apresentou uma média de resistência de união significativamente menor do que os sistemas Fiberkor e ParaPost. Os valores de resistência na secção da coroa foram significativamente maiores do que as três regiões radiculares mensuradas. A hipótese nula de que o tipo de cimento obturador e o sistema adesivo não afetam a resistência adesiva foi confirmada.

Em estudo *in vivo*, Mannocci et al. (2003) compararam, através de microscopia eletrônica de varredura e confocal, a qualidade das interfaces pino/resina/dentina de dentes tratados endodonticamente, recobertos e não recobertos com coroas metalocerâmicas. Dezesesseis dentes tratados endodonticamente, restaurados com pino de fibra de carbono (Composipost, RTD) foram divididos em 2 grupos: grupo 1, restaurados com resina composta (Z100, 3M ESPE); e grupo 2, restaurados com resina composta e recobertos com coroa metalocerâmica. Para cimentação dos pinos, foram utilizados o sistema adesivo All Bond 2 (Bisco) e o cimento resinoso C&B (Bisco), aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Todas as restaurações foram realizadas em um período de um ano, por um único operador. Os dentes foram extraídos após um período de 6 meses a 6 anos depois do tratamento. Imediatamente após a extração, os espécimes foram processados para análise em MEV e confocal. Lacunas na camada de cimento foram observadas na interface de todos os espécimes. Os dentes extraídos após longos períodos apresentaram áreas abundantes de falhas

adesivas na zona de interdifusão. Dois terços das interfaces observadas apresentaram penetração de resina nos terços médio e cervical, enquanto apenas um terço das interfaces apresentou penetração de resina no terço apical. Não houve diferença nas interfaces de dentes recobertos e não recobertos por coroas metalocerâmicas. Para os autores, em virtude das falhas, em pinos cimentados pela técnica adesiva a interface de união à dentina é o elo mais fraco.

Os cimentos resinosos são freqüentemente utilizados em associação com sistemas adesivos para a cimentação de restaurações indiretas. Pfeifer; Siiih; Braga (2003) avaliaram a influência de diferentes sistemas adesivos associados a cimentos resinosos de polimerização dual e química na resistência adesiva ao cisalhamento entre porcelana e dentina. Foram testados os sistemas adesivos fotopolimerizáveis Single Bond (3M ESPE) e One Step (Bisco), o adesivo Scotchbond Multi Uso Plus (3M ESPE) na versão autopolimerizável e o sistema adesivo Prime&Bond NT (Dentsply/Caulk) na versão fotopolimerizável e dual. Discos de dentina radicular bovina foram obtidos e tiveram o canal preparado com uma broca tronco cônica, para padronizar as perfurações onde cones de porcelana foram cimentados. Os cimentos resinosos utilizados, Rely X ARC (3M ESPE) e Enforce, foram avaliados nas versões dual e autopolimerizável. A resistência adesiva dos espécimes foi mesurada por meio do teste de cisalhamento por extrusão. Ambos os cimentos resinosos apresentaram baixos valores de resistência adesiva quando utilizados na versão autopolimerizável. O sistema adesivo Scotchbond foi o único a apresentar valores de resistência similares quando associado aos cimentos de polimerização dual e química. Com os outros sistemas adesivos, o uso de cimento autopolimerizável promoveu redução da resistência de variação de 33% a 76%. De acordo com os autores, quando cimentos de polimerização dual não são fotoativados, a combinação com sistemas adesivos pode resultar em diminuição da resistência adesiva e aumento do risco de falha adesiva.

Para analisar o efeito do fator de configuração cavitário nas diferentes regiões do conduto, Bouillaget et al. (2004) mensuraram a resistência à microtração de diferentes cimentos resinosos a raízes seccionadas longitudinalmente e a raízes intactas. Quarenta e oito caninos e pré-molares humanos tiveram a sua porção coronária removida e foram preparados para cimentação de pinos com vários sistemas: Single Bond/Rely X ARC (3M ESPE); ED Primer/Panavia F (Kuraray); e C&B Metabond (Parkell); e Fuji Plus (GC Co., Tokyo, Japan). Os espécimes foram divididos em 2 grupos: um grupo de raízes intactas, onde os pinos foram cimentados utilizando-se os procedimentos clínicos padronizados; outro grupo em que as raízes foram desgastadas longitudinalmente até a exposição de todo o comprimento do canal, sendo os pinos cimentados diretamente na superfície plana do conduto. Todos os espécimes foram seccionados e submetidos ao teste de microtração, a uma velocidade de 1mm/min. A resistência adesiva nas raízes intactas foi inferior à resistência nas raízes seccionadas. Os resultados dos sistemas Single Bond/Rely X ARC e ED Primer/Panavia F não foram estatisticamente diferentes, mas foram significativamente menores do que os valores dos sistemas C&B Metabond e Fuji Plus. Uma diminuição significativa na adesão ocorreu no terço apical radicular nos sistemas Single Bond/Rely X ARC e Fuji Plus. Para os autores, o estresse de contração de polimerização e a dificuldade de acesso ao canal radicular dificultam a formação de resistência adesiva efetiva quando da cimentação de pinos com cimentos resinosos.

Para determinar se existe diferença na capacidade de infiltração de sistemas adesivos na dentina radicular, Bitter et al. (2004) avaliaram a interface adesiva formada por diferentes sistemas adesivos e cimentos resinosos quando utilizados para cimentação de pinos de fibra, mensurando a formação de *tags* resinosos e a espessura da camada híbrida. Cinquenta dentes anteriores superiores foram selecionados, tratados endodonticamente e preparados para cimentação de pinos Mirafit White. Em seguida, foram divididos aleatoriamente em 5 grupos

(n=10), de acordo com o sistema adesivo e o cimento resinoso utilizado: grupo 1 – Clearfil Core/Clearfil New Bond (Kuraray); grupo 2 – Multilink/Multilink Primer A&B (Ivoclar Vivadent); grupo 3 – Panavia 21/ED Primer (J. Morita); grupo 4 – PermaFlo DC/adesivo (Ultradent, Salt Lake City, UT, USA); e grupo 5 – Variolink II/Excite DSC (Ivoclar Vivadent). Os sistemas adesivos e cimentos resinosos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os espécimes foram seccionados em 3 fatias (2mm), correspondentes ao terço coronal, médio e apical, e processados para análise em microscopia confocal. A espessura da camada híbrida nos grupos 1, 4 e 5 foi significativamente maior do que nos outros grupos. O número de *tags* resinosos observados nos grupos 1 e 5 foi significativamente maior do que nos grupos 2, 3 e 4. A espessura da camada híbrida não foi afetada pela localização no conduto radicular. Em todos os grupos, houve maior formação de *tags* resinosos no terço coronal do que no terço médio e apical. Os sistemas de condicionamento total promoveram a formação de uma camada híbrida mais espessa e uniforme, com maior número de *tags* resinosos, do que os sistemas autocondicionantes, sendo provável uma maior durabilidade da resistência de união de pinos de fibra à dentina radicular.

Com o objetivo de comparar a efetividade do teste de cisalhamento por extrusão com o teste de microtração na mensuração da resistência adesiva de pinos de fibra cimentados nos diferentes níveis da dentina radicular, Goracci et al. (2004) realizaram um estudo *in vitro* em que foram selecionados 30 dentes anteriores superiores extraídos. Os dentes foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em 2 grupos (n=15), de acordo com o material utilizado para cimentação do pino de fibra de vidro (Ghimas White; Ghimas, Casalecchio di Reno, Bologna, Itália). No grupo A, o sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent) foi utilizado em combinação com o cimento resinoso Variolink II (Ivoclar Vivadent). No grupo B, foi utilizado o cimento Rely X Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Em cada grupo, 6 espécimes foram preparados em forma de ampulheta e 3 espécimes foram preparados em

forma de palitos, para a realização do teste de microtração; e 6 espécimes foram preparados para o teste de cisalhamento por extrusão. De acordo com os resultados, o teste de microtração com espécimes em forma de ampulheta apresentou um grande número de falhas prematuras e altos valores de desvio padrão, tornando questionável a validade da técnica. No teste de microtração com espécimes em forma de palitos, apenas 5 espécimes foram obtidos, demonstrando a probabilidade de falha em quase sua totalidade. No teste de cisalhamento, nenhuma falha prematura ocorreu, a variabilidade na distribuição dos dados foi aceitável e as diferenças regionais na resistência adesiva nos diferentes níveis da dentina radicular puderam ser avaliadas. De acordo com o teste, a resistência adesiva promovida pelo grupo A foi significativamente maior do que o grupo B. Essa união promovida pelo Excite/Variolink II foi maior no terço coronal do que no terço médio e apical. Os autores concluíram que para a avaliação da resistência adesiva de pinos de fibra cimentados o teste de cisalhamento parece ser mais eficiente e confiável do que o teste de microtração.

Para verificar se a fotopolimerização do conjunto pino/adesivo/cimento resinoso feita numa única etapa promove o mesmo mecanismo de adesão à dentina intra-radicular que a técnica de cimentação em dois passos, onde o sistema adesivo é polimerizado antes da inserção do cimento resinoso, Grandini et al. (2004) analisaram por meio de MEV a efetividade de ambas as técnicas na formação de *tags* resinosos, ramificações laterais adesivas e zona de interdifusão resina/dentina. Quarenta dentes anteriores superiores foram selecionados e preparados para a cimentação de pinos DT Light-Post (RTD). Todos os pinos foram cimentados com sistema adesivo One Step (Bisco) e cimento resinoso Duo Link, variando-se a técnica de polimerização. Para isso, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=10): grupo 1, One Step (Bisco), fotopolimerizado por 20s, previamente à inserção do cimento Duo Link (Bisco); grupo 2, One Step + Duo Link, fotopolimerização do conjunto por 30s; grupo 3, One Step + Duo Link, fotopolimerização do

conjunto por 60s; e grupo 4, One Step + Duo Link, fotopolimerização do conjunto por 90s. Os espécimes foram seccionados em duas fatias, paralelamente ao longo eixo do dente, e processados para análise em MEV. A porcentagem de zona de interdifusão foi significativamente maior e mais uniforme no grupo 1, seguido pelos grupos 4, 3 e 2, porém sem diferença significativa nesses últimos. A formação de *tags* foi estatisticamente superior no grupo 1. Em relação aos níveis de dentina radicular, apenas o grupo 1 apresentou formação efetiva de *tags* resinosos no terço apical. Nos grupos 2, 3 e 4, no terço apical foi verificada a formação de *tags* resinosos mais curtos e de aparência menos uniforme. Bolhas e lacunas foram encontradas com maior frequência nos grupos 2, 3 e 4. Os autores concluíram que na cimentação de pinos pela técnica adesiva a fotopolimerização do sistema adesivo previamente à inserção do cimento é mais satisfatória do que a fotopolimerização simultânea do adesivo e do cimento resinoso.

Perdigão; Geraldeli; Lee (2004) avaliaram a influência dos agentes de cimentação na resistência adesiva ao cisalhamento por extrusão (*Push-out*) de pinos de fibra de vidro e pinos de zircônio, nos diferentes níveis radiculares. Para o estudo, 32 dentes anteriores humanos, extraídos, foram selecionados. Após a remoção da porção coronária, os dentes foram tratados endodonticamente, preparados para cimentação dos pinos e aleatoriamente divididos em 8 grupos (n=4), de acordo com a combinação pino/sistema adesivo/cimento resinoso: grupo 1, Composipost + Excite DSC + Variolink II (Ivoclar Vivadent); grupo 2, Composipost + Excite + Variolink; grupo 3, Composipost + Excite DSC + cimento resinoso autopolimerizável; grupo 4, FRC Postec (Ivoclar Vivadent) + Excite DSC + Variolink; grupo 5, FRC Postec + Excite DSC + cimento resinoso autopolimerizável; grupo 6, FRC Postec + Syntac Classic + Variolink II; grupo 7, C-Post (RTD) + One Step + Hi-X (sistema adesivo fotopolimerizável); e grupo 8, ParaPost + ParaPost adhesive + cimento ParaPost autopolimerizável (Coltène/Whaledent, Mahwah, NJ, USA). Os sistemas adesivos e cimentos

resinosos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os espécimes foram seccionados em 3 fatias transversais, correspondentes aos terços cervical, médio e apical. Cada corpo de prova foi submetido ao teste de cisalhamento por extrusão. De acordo com os resultados, os pinos de fibra (FRC Postec, ParaPost, C-Post) apresentaram os maiores valores de resistência adesiva, independentemente do sistema cimentante. O pino de zircônio (Composipost) apresentou os menores valores, independentemente do sistema adesivo utilizado. As médias de resistência adesiva do terço cervical foram superiores às do terço apical. As médias do terço médio foram estatisticamente semelhantes às do terço cervical e do terço apical.

Em seu estudo, Goracci et al. (2005a) avaliaram a resistência adesiva e a ultra-estrutura da interface adesiva de cimentos resinosos empregados para a cimentação de pinos de fibra de vidro, através do teste *Push-out* e por análise em microscopia eletrônica de transmissão. Vinte e sete dentes unirradiculares extraídos foram tratados endodonticamente, preparados para a cimentação de pinos e, aleatoriamente, divididos em 3 grupos, de acordo com o cimento adesivo avaliado: Variolink II/Excite DSC (Ivoclar Vivadent); Panavia 21/ED primer (J. Morita); e Rely X Unicem (3M ESPE). Em cada grupo 7 espécimes foram utilizados para o teste *Push-out* e 2 espécimes foram processados para análise em TEM. A resistência adesiva do cimento Variolink II foi significativamente maior do que a resistência do Panavia 21 e do Rely X Unicem. Microscopicamente, a interface entre o Variolink e a dentina radicular demonstrou que toda a lama dentinária foi removida, com formação de camada híbrida de 8-10 $\mu$  de espessura. Nos outros grupos, a lama dentinária não foi completamente removida. De acordo com os resultados, o potencial adesivo dos cimentos resinosos de condicionamento ácido total foi maior, sendo efetivo para remoção da lama dentinária.

Com o objetivo de confirmar a hipótese de que o uso de adesivos não promove retenção adicional aos pinos de fibra cimentados com compósitos, Goracci et al. (2005b) compararam a resistência à fixação de pinos de fibra cimentados apenas com cimentos resinosos ou cimentos resinosos associados a sistemas adesivos. Trinta e seis dentes unirradiculares foram tratados endodonticamente e preparados para a cimentação de pinos. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos de acordo com o cimento resinoso, ED Primer/Panavia 21 (J. Morita), autocondicionante e Excite DSC/Variolink II (Ivoclar Vivadent), de condicionamento ácido total. Em cada grupo, a metade dos espécimes recebeu a aplicação de sistema adesivo e de cimento resinoso, enquanto na outra metade foi aplicado apenas o cimento resinoso. A resistência adesiva e a ultra-estrutura da interface foram avaliadas através do teste de cisalhamento por extrusão e microscopia eletrônica de transmissão, respectivamente. Em ambos os cimentos, os valores de resistência obtidos nos espécimes cimentados apenas com cimento resinoso não apresentaram diferenças significativas daqueles obtidos nos espécimes nos quais foram aplicados os sistemas adesivos. Segundo os autores, nos casos de remoção incompleta da lama dentinária e de formação de *gaps* na interface, a resistência de pinos de fibra pode ser atribuída à retenção friccional na superfície.

Bonfante, 2005 analisou quantitativamente por meio de MEV a continuidade da interface cimento/dentina promovida após cimentação de pinos de fibra de vidro. Os pinos foram cimentados em 40 incisivos bovinos com cimentos Multilink (Ivoclar Vivadent), Variolink II (Ivoclar Vivadent), Enforce Dual (Dentsply Indústria e Co., Rio de Janeiro, Brasil) e Enforce PV (Dentsply). Após cimentação, os dentes foram seccionados e réplicas preparadas para análise em MEV. Valores significativamente inferiores de continuidade foram obtidos com o cimento Multilink (8,25%) em comparação com o Enforce Dual

(25,11%) e Enforce PV (27,60%). As falhas se situaram principalmente nos terços apical e médio.

### **3 PROPOSIÇÃO**

- Verificar a influência da associação do cimento resinoso e do sistema adesivo na resistência de união ao cisalhamento de pinos de fibra à dentina intra-radicular.

- Comparar a resistência de união promovida pelas técnicas de cimentação nos diferentes terços da dentina intra-radicular.

## 4 MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 MATERIAIS

Para a execução do experimento foram utilizados pinos de fibra de vidro do sistema FRC Postec Plus (FIG. 1). A composição e as características dos pinos encontram-se descritas no QUADRO 1.

<b>MATERIAL</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
FRC Postec Plus *	Dimetacrilatos Trifluoreto de itérbio Fibras inorgânicas Fibras de vidro Iniciadores Estabilizadores	Pino de fibra de vidro Tamanho 1 Conformação cônica 5°18' Translúcido Radiopaco

\* Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha

Quadro 1 – Sistema de pinos



Figura 1 – Pino de fibra de vidro FRC Postec Plus

Para o procedimento de cimentação dos pinos foram avaliados 5 sistemas adesivos (FIG. 2) e 2 cimentos resinosos (FIG. 3) descritos nos QUADROS 2 e 3, respectivamente.

<b>MATERIAL</b>	<b>MODO DE POLIMERIZAÇÃO</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>
Excite DSC* lote F55376	Dual	HEMA Dimetacrilatos Acrilato do ácido fosfônico Dióxido de silício altamente disperso Iniciadores Estabilizadores Álcool
Excite* lote H20606	Fotopolimerizável	HEMA Dimetacrilatos Acrilato do ácido fosfônico Dióxido de silício altamente disperso Iniciadores Estabilizadores Álcool
AdheSE* lote G12030	Fotopolimerizável	Primer: - Dimetacrilato - Acrilato do ácido fosfônico - Iniciadores e estabilizadores - Água Bond: - HEMA - Dimetacrilato - Dióxido de silício - Iniciadores e estabilizadores
Multilink Primer A/B* lote H22436	Autopolimerizável	Primer A - solução aquosa de iniciadores Primer B - HEMA - Monômeros de ácido fosfônico - Ácido acrílico

\* Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha

Quadro 2 – Sistemas adesivos utilizados para a cimentação de pinos de fibra



Figura 2A-D – Sistemas adesivos (A) Excite DSC dual (B) Excite I (C) AdheSE (D) Multilink primer

MATERIAL	MODO DE POLIMERIZAÇÃO	COMPOSIÇÃO
Variolink II* lote H11450	Dual	Bis-GMA Dimetacrilato de uretano Trietilenoglicoldimetacrilato Vidro de bário Trifluoreto de itérbio Vidro de fluorsilicato de bário e alumínio Óxidos mistos esferoidais Catalisadores Estabilizadores Pigmentos
Multilink* lote H22436	Químico	Bis-EMA etoxilado UDMA Bis-GMA HEMA Vidro de bário Trifluoreto de itérbio Óxidos esferoidais mistos Água Acrilato de ácido fosfônico Ácido poliacrílico modificado

\* Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha

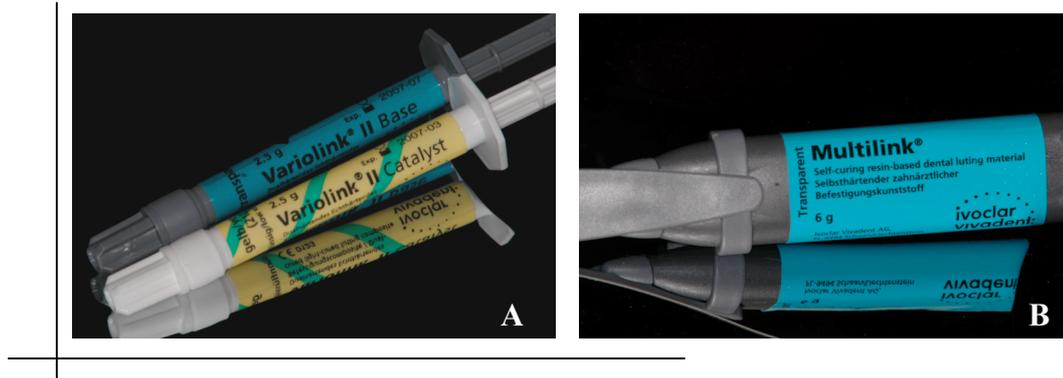


Figura 3A-B – Cimentos resinosos. (A) Variolink II (B) Multilink

A unidade fotoativadora utilizada foi a Curing Light 2500 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) com potência entre  $600\text{mW}/\text{cm}^2$  a  $650\text{mW}/\text{cm}^2$ , verificada com o auxílio de um radiômetro (Spring Health Gnatus).

#### Materiais adicionais

- Limas endodônticas K File, Maillefer, Ballagues, Suíça
- Cones de papel absorvente, Dentsply/Maillefer, Ballagues, Suíça
- Cones de guta-percha, Dentsply/Maillefer, Ballagues, Suíça
- Material restaurador provisório Cotosol, Vigodent S/A Ind, RJ, Brasil
- Silicona de adição Express 3M ESPE, St. Paul, MN, USA
- Ácido fosfórico a 37% Total Etch, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha
- Silano Monobond S, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha

- *Microbrush* Superfine, Orlando, FL, USA
- Tetric Ceram, resina composta micro-híbrida, cor A3, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha
- Gel de glicerina Liquid Strip, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Seleção dos dentes

Sessenta dentes anteriores superiores humanos, incisivos centrais e caninos, extraídos por motivos periodontais, com comprimentos radiculares de  $16\text{mm} \pm 1\text{mm}$ , foram selecionados. Os espécimes foram limpos com curetas e pedra-pomes, e permaneceram armazenados em água destilada, em temperatura ambiente, até o início da execução da pesquisa. Raízes com cárie, reabsorção, trinca ou fratura foram excluídas.

### 4.2.2 Tratamento endodôntico

Inicialmente, a coroa anatômica de todos os dentes foi removida, 1mm acima da junção amelo-cementária, através de uma secção transversal, com disco de diamante (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) sob refrigeração, em baixa velocidade (FIG. 4).



Figura 4A-C – Secção da coroa anatômica com disco de diamante

Em seguida, os espécimes foram submetidos ao tratamento endodôntico, executado por um único operador (FIG. 5). O acesso inicial ao conduto foi realizado com uma broca esférica nº 1 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) em alta rotação, sob refrigeração. O comprimento de trabalho foi estabelecido visualmente, subtraindo-se 1mm do comprimento total de inserção de uma lima #10 K Flexofile, quando esta apareceu no forame apical. A instrumentação foi realizada manualmente, ao longo de todo o comprimento de trabalho, até a lima #60 K Flexofile. Os condutos foram irrigados entre cada troca de lima e o canal foi preenchido com solução irrigadora durante a fase de instrumentação. Para cada dente, 3ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% foi utilizada. Após a irrigação final, os condutos foram secos com cones de papel absorventes e obturados com cones de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol, pela técnica da condensação lateral. Após o corte dos excessos de guta-percha, o acesso coronal foi selado com cimento restaurador temporário (Cotosol – Vigodent S/A Ind, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os dentes tratados endodonticamente foram armazenados em 100% de umidade, em temperatura ambiente, durante um período mínimo de

7 dias. Durante o preparo do espaço para o pino, os dentes com canais atípicos foram excluídos.

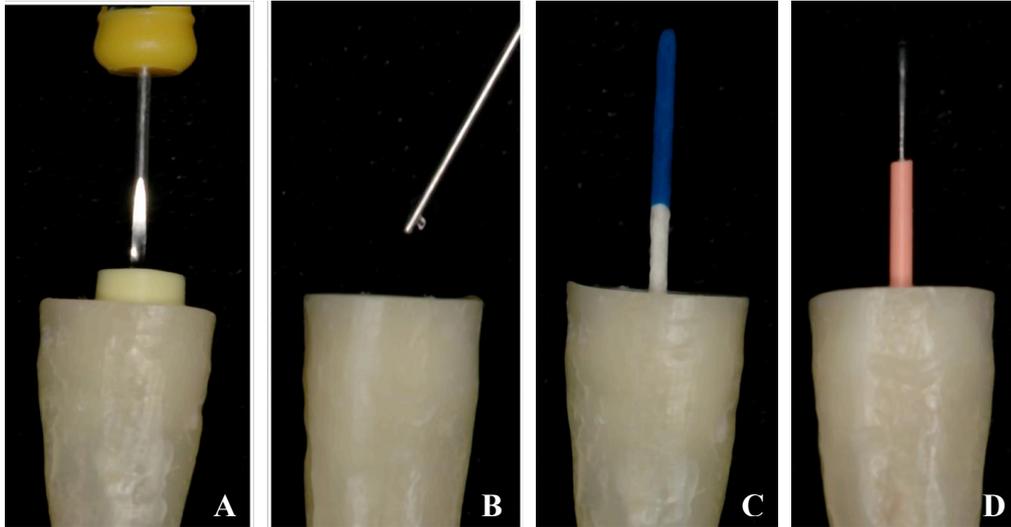


Figura 5A-B – Tratamento endodôntico dos espécimes (A) Instrumentação com lima K File (B) Irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (C) Secagem do conduto (D) Obturação com cone de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol

#### 4.2.3 Preparo do espaço para cimentação do pino de fibra de vidro

O sistema de pino selecionado para o estudo foi o FRC Postec Plus, de fibra de vidro translúcido, tamanho 1. (FIG. 6A-B)

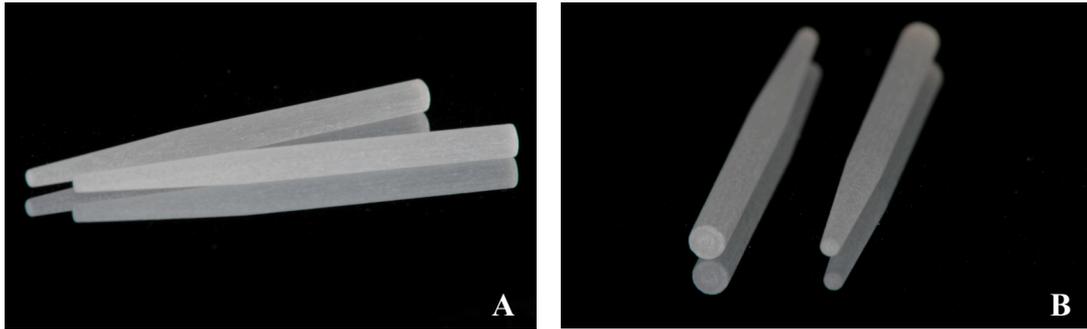


Figura 6A-B – Pinos FRC Postec Plus. Observe a conformação cônica do terço apical

Para a cimentação dos pinos, um preparo intra-radicular foi confeccionado em todos os espécimes. Primeiramente, o material obturador foi removido com uma broca Peeso nº 1, calibrada em uma profundidade de  $\pm 12\text{mm}$ , tendo como referência a medida do comprimento de trabalho do dente, deixando um selamento apical de aproximadamente  $\pm 4\text{mm}$  de guta-percha (FIG. 7).

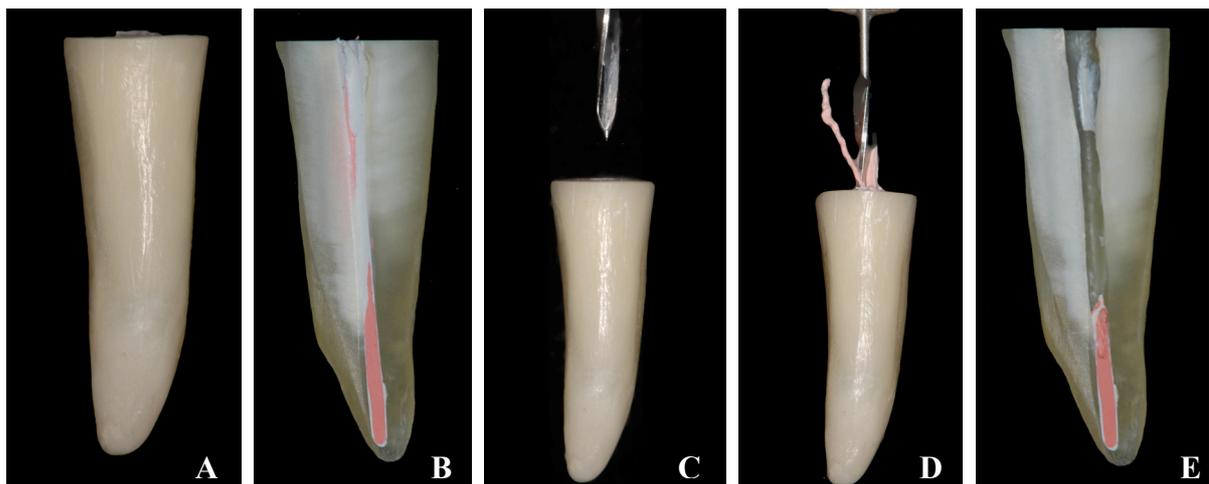


Figura 7A-E – Desobturação do conduto radicular (A-B) Espécimes tratados endodonticamente (C-D) Desobturação com broca Peeso nº 1 (E) Conduto desobturado, permanecendo um selamento apical em torno de  $\pm 4\text{mm}$  de guta-percha

Dando prosseguimento, o conduto radicular foi preparado e refinado com brocas específicas alargadoras, de baixa velocidade, fornecidas pelo fabricante do sistema (FIG. 8). As dimensões dos alargadores correspondem ao tamanho do pino FRC Postec Plus, o que garante a adaptação do pino ao conduto (FIG. 9).

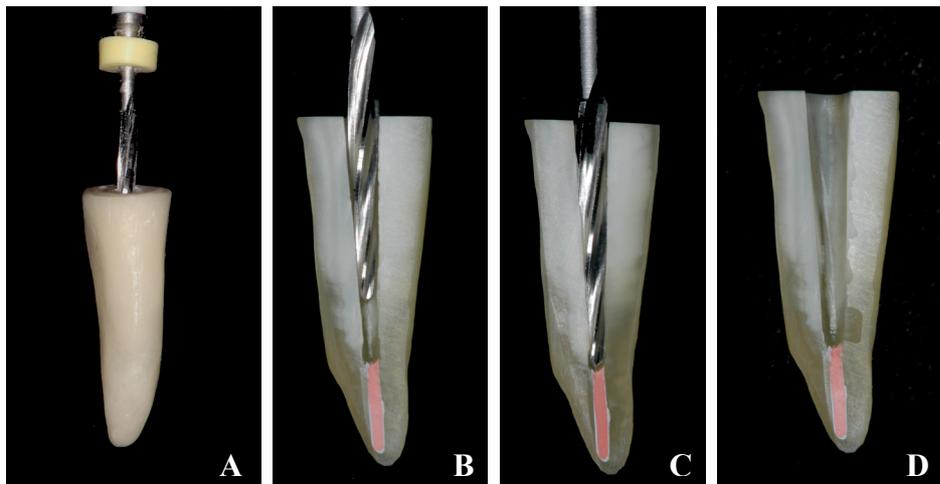


Figura 8A-D – (A-C) Preparo do espaço para o pino com brocas específicas (D) Preparo concluído

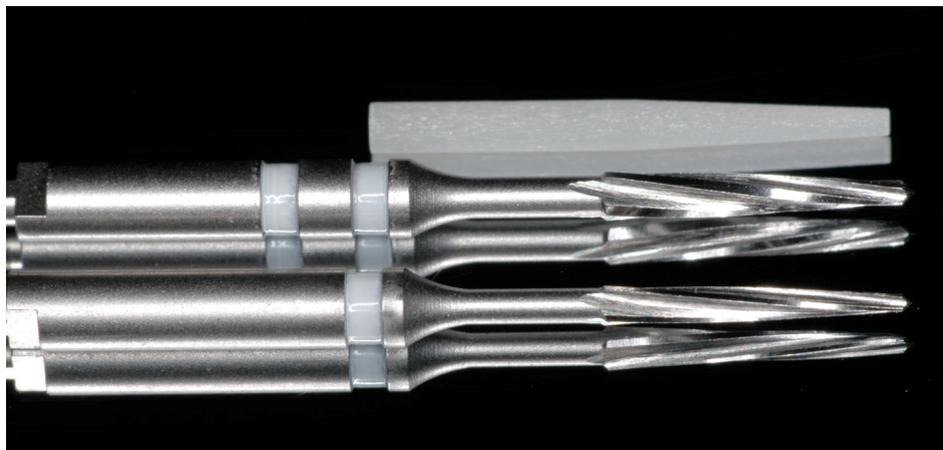


Figura 9 – Brocas específicas fornecidas pelo sistema FRC Postec Plus para o preparo do conduto radicular

Finalizado o preparo, os pinos foram provados para verificação da adaptação (FIG. 10).

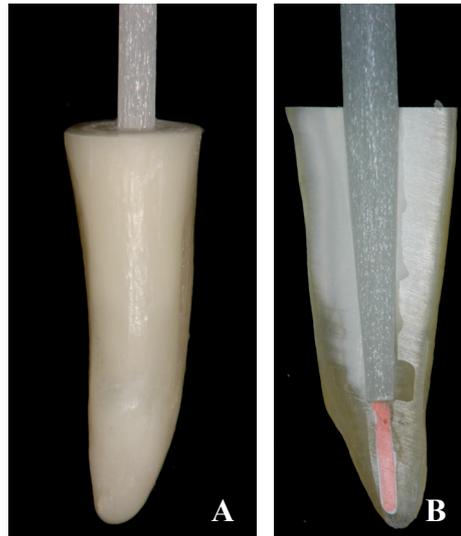


Figura 10A-B – Verificação da adaptação do pino após o preparo

#### 4.2.4 Tratamento de superfície do pino

Previamente ao procedimento adesivo, procedeu-se ao tratamento de superfície do pino de fibra, realizando o condicionamento com ácido fosfórico a 37% (Total Etch), por 60s, seguido de lavagem abundante e secagem com jato de ar. A superfície do pino foi silanizada (Monobond S) e um tempo de reação de 60s foi aguardado, seguido de cuidadosa secagem com jato de ar (FIG. 11A-D). A partir desse momento, a superfície do pino não foi mais manipulada, para evitar contaminação.



Figura 11A-D – Tratamento de superfície do pino (A) Condicionamento ácido (B) Lavagem para remoção do ácido (C) Monobond S, silano (D) Silanização do pino

#### 4.2.5 Tratamento da dentina intra-radicular

As raízes tratadas endodonticamente foram inseridas individualmente em blocos de sílica de adição (pasta pesada Express 3M ESPE, St. Paul, MN, SA) para facilitar o manuseio durante o processo de cimentação e para evitar a propagação da luz através das paredes radiculares, durante a fotopolimerização do sistema adesivo e/ou cimento resinoso (FIG. 12A-B). Os preparos foram irrigados com 2ml de solução de água destilada, para remoção dos restos de guta-percha e para manutenção da umidade do meio. Previamente ao procedimento adesivo, o conduto foi seco com jato de ar e pontas de papel absorvente.

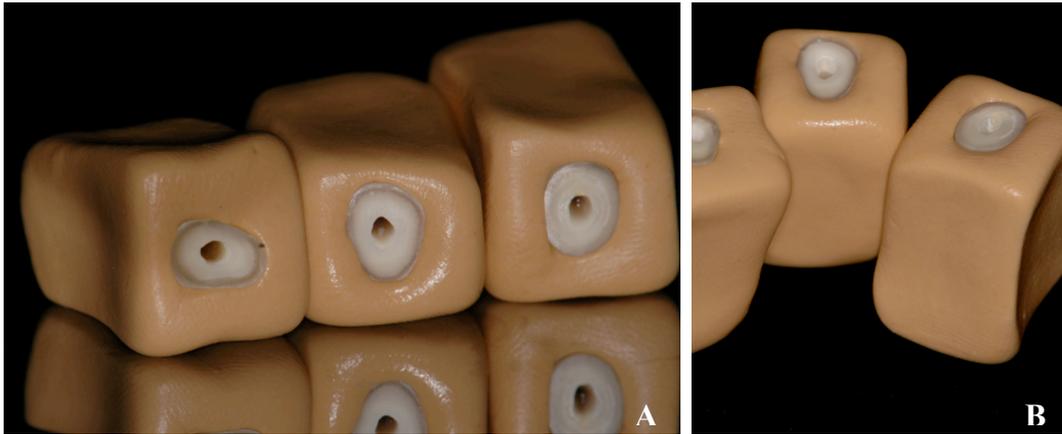


Figura 12A-B – Espécimes inseridos individualmente em blocos de silicona

Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos, de acordo com o sistema adesivo. Por sua vez, cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos, com 6 espécimes cada, de acordo com o cimento resinoso (QUADRO 4):

<i>Grupos</i>	<i>Subgrupos</i>	<i>Adesivo</i>	<i>Modo de ativação</i>	<i>Cimento resinoso</i>	<i>Modo de ativação</i>
Grupo 1	1A	Excite DSC	Dual	Variolink II	Dual
	1B	Excite DSC	Dual	Multilink	Químico
Grupo 2	2A	Excite DSC	Ativado por lu	Variolink II	Dual
	2B	Excite DSC	Ativado por luz	Multilink	Químico
Grupo 3	3A	Excite	Fotopolimerizável	Variolink II	Dual
	3B	Excite	Fotopolimerizável	Multilink	Químico
Grupo 4	4A	AdheSE	Fotopolimerizável	Variolink II	Dual
	4B	AdheSE	Fotopolimerizável	Multilink	Químico
Grupo 5	5A	ED Primer	Autopolimerizável	Variolink II	Dual
	5B	ED Primer	Autopolimerizável	Multilink	Químico

Quadro 4 – Divisão dos grupos e subgrupos de acordo com a técnica de cimentação

*GRUPO 1*

Sistema adesivo Excite DSC dual (FIG. 13)



Figura 13 – Excite DSC

Nesse grupo, foi realizado o condicionamento da dentina intra-radicular com ácido fosfórico a 37% (Total Etch) por 15s seguido de lavagem por 30s, realizada com seringa Luer. O excesso de água foi removido com um leve jato de ar, sucção com aspirador, durante 3s-5s, e com duas pontas de papel absorvente, de modo que a dentina permanecesse levemente umedecida. Para sua aplicação, o sistema Excite DSC, disponibilizado em cartuchos, foi ativado, pressionando-se o aplicador montado sobre a unidade dose única, para o interior do cartucho, até que uma resistência inicial fosse superada. Desse modo, o aplicador revestido com iniciadores entra em contato com o líquido adesivo (FIG. 14). Em seguida, com o auxílio do aplicador oferecido pelo sistema, uma camada de adesivo foi aplicada e esfregada em dentina durante 10s. Um cone de papel umedecido com adesivo foi inserido e movimentado para complementar e garantir a presença do adesivo em toda a extensão do conduto. Os excessos foram removidos com cones de papel absorvente e leve jato de ar durante 1-3s (FIG. 15 e 16).

O grupo foi subdividido em:

(a) subgrupo 1A - Excite DSC dual + cimento resinoso dual Variolink II; e

(b) subgrupo 1B - Excite DSC dual + cimento resinoso dual Variolink II.



Figura 14 – Cartucho de dose única do adesivo Excite DSC. Ao pressionar o aplicador para dentro do cartucho, os iniciadores entram em contato com o adesivo.

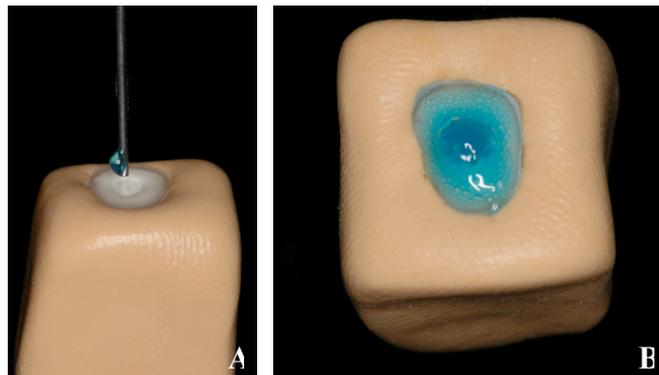


Figura 15A-B – Grupo 1 – Condicionamento ácido

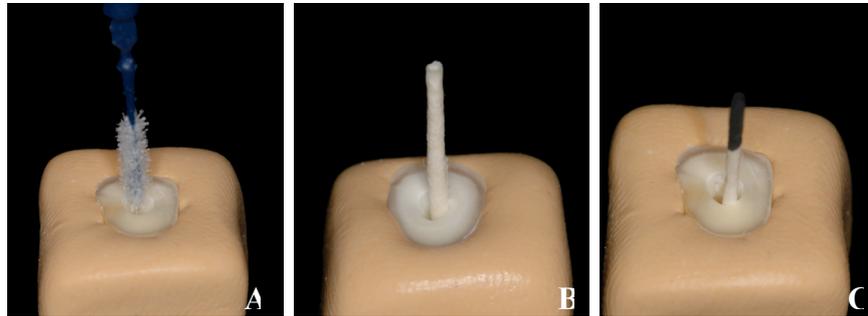


Figura 16A-C – Grupo 1, aplicação do sistema adesivo (A) Aplicação do Excite DSC com *microbrush*, após secagem da superfície (B) Aplicação de sistema adesivo com papel absorvente (C) Remoção de excessos com cone de papel absorvente

## GRUPO 2

Sistema adesivo Excite DSC com ativação por luz (FIG. 17)

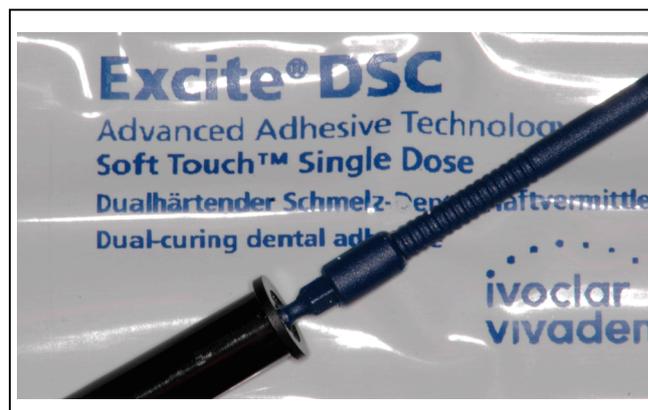


Figura 17 – Sistema Excite DSC

Nesse grupo, foi realizado o condicionamento da dentina intra-radicular com ácido fosfórico a 37% (Total Etch) por 15s, seguido de lavagem por 30s, realizada com seringa Luer. O excesso de água foi removido com um leve jato de ar, sucção com aspirador, durante 3s-5s, e com duas pontas de papel absorvente, de modo a manter a umidade da dentina. O sistema Excite DSC foi ativado, e com o auxílio do aplicador oferecido pelo sistema uma camada de adesivo foi aplicada e esfregada em dentina durante 10s. Um cone de papel umedecido com adesivo foi inserido e movimentado para complementar e garantir a presença do adesivo em toda a extensão do conduto. Os excessos foram removidos com cones de papel absorvente e leve jato de ar durante 1s-3s. Em seguida, foi realizada uma fotopolimerização pela embocadura do conduto durante 20s, com aparelho Optilux 401 (Demetron/Kerr, Danbury, CT, USA), com uma intensidade de  $750\text{mW}/\text{cm}^2$  (FIG. 18).

O grupo foi subdividido em:

- (a) subgrupo 2A - Excite DSC com ativação por luz + cimento resinoso Variolink II; e
- (b) subgrupo 2B - Excite DSC com ativação por luz + cimento resinoso Multilink.

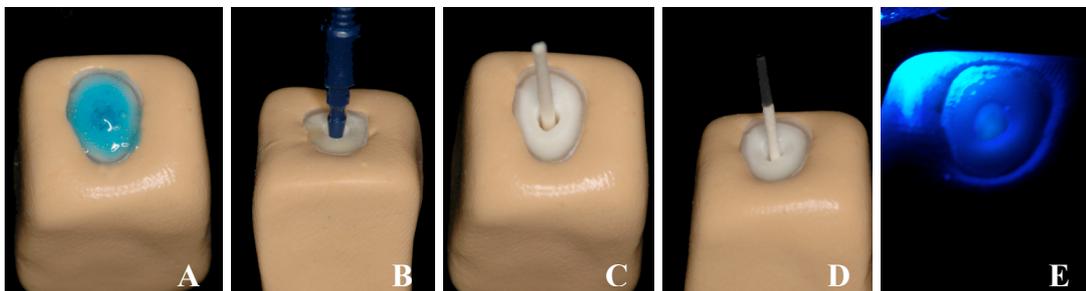


Figura 18A-E – Grupo 2 (A) Condicionamento ácido (B) Após secagem da superfície, aplicação do sistema adesivo Excite DSC com *microbrush* (C) Aplicação de adesivo com cone de papel absorvente (D) Remoção de excessos (E) Fotopolimerização por 20s

### GRUPO 3

Sistema adesivo Excite fotopolimerizável (FIG. 19)



Fig. 19 – Sistema Excite

Nesse grupo, a dentina intra-radicular foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Total Etch) por 15s, seguida de lavagem por 30s, realizada com seringa Luer. O excesso de água foi removido com um leve jato de ar por 1-3s, com ponta de aspiração durante 3s-5s e com duas pontas de papel absorvente, deixando as superfícies de dentina ligeiramente umedecidas. Com o auxílio de um *microbrush* recomendado para microcavidades, o sistema adesivo foi aplicado e esfregado sobre as superfícies de dentina radicular durante 10s. Um cone de papel absorvente umedecido com o adesivo também foi aplicado para garantir sua presença em toda a extensão do conduto. Um suave jato de ar foi aplicado durante 1s-3s e o excesso de adesivo foi removido com cone de papel absorvente. Todo cuidado foi tomado para evitar acúmulo de adesivo, o que poderia comprometer a adaptação do pino. Uma fotopolimerização por cervical foi realizada durante 20s (FIG. 20).

O grupo foi subdividido em:

(a) subgrupo 3A - Excite fotopolimerizável + cimento resinoso Variolink II; e

(b) subgrupo 3B - Excite fotopolimerizável + cimento resinoso Multilink.

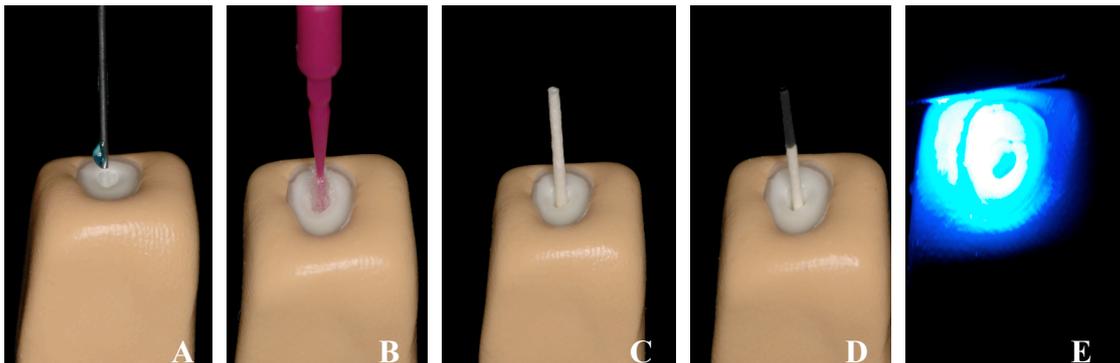


Figura 20A-E - Grupo 3 (A) Condicionamento ácido (B) Após secagem da superfície, foi realizada aplicação do sistema Excite com *microbrush* (C) Aplicação do adesivo com cone de papel absorvente (D) Remoção de excessos (E) Fotopolimerização por 20s

#### GRUPO 4

Sistema adesivo AdheSE autocondicionante fotopolimerizável (FIG. 21)



Fig. 21 – Sistema AdheSE

Nas superfícies dentinárias intra-radiculares, a solução AdheSE primer foi aplicada e esfregada por 30s, com *microbrush* recomendado para microcavidades e com cones de papel absorvente. O excesso de primer foi disperso com jato de ar, até a eliminação da película superficial de líquido. Em seguida, a solução AdheSE Bonding foi aplicada com *microbrush* e cones de papel absorvente. O excesso de adesivo foi removido com jato de ar e cones de papel para evitar acúmulo de material e conseqüente desadaptação do pino. O sistema aplicado foi fotopolimerizado durante 10s pela embocadura do conduto (FIG. 22).

O grupo foi subdividido em:

(a) subgrupo 4A – AdheSE fotopolimerizável + cimento resinoso Variolink II; e

(b) subgrupo 4B – AdheSE fotopolimerizável + cimento resinoso Multilink.

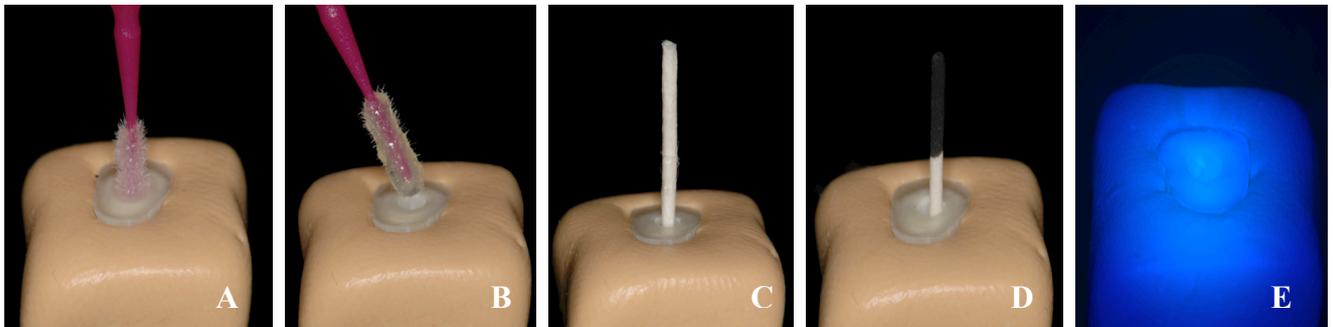


Figura 22A-E – Grupo 4 (A) Aplicação do primer por 30s (B) Aplicação do adesivo com *microbrush* (C) Aplicação do adesivo com cone de papel absorvente (D) Remoção de excessos (E) Fotopolimerização por 10s

*GRUPO 5*

Sistema adesivo autocondicionante autopolimerizável Multilink Primer A/B (FIG.23)



Fig. 23– Sistema Multilink

Para aplicação desse sistema, os líquidos Multilink Primer A e B foram misturados na proporção 1:1. Com um *microbrush* e cone de papel absorvente, a mistura foi aplicada em toda a superfície dentinária intra-radicular, com leve pressão durante 15s, seguida de leve jato de ar. Os excessos de adesivo foram removidos com ponta de papel absorvente e jato de ar. Esse sistema é autopolimerizável e deve ser processado em 10min (FIG. 24).

O grupo foi subdividido em:

- (a) subgrupo 5A – Multilink Primer A/B + cimento resinoso Variolink II; e
- (b) subgrupo 5B – Multilink Primer A/B + cimento resinoso Multilink.

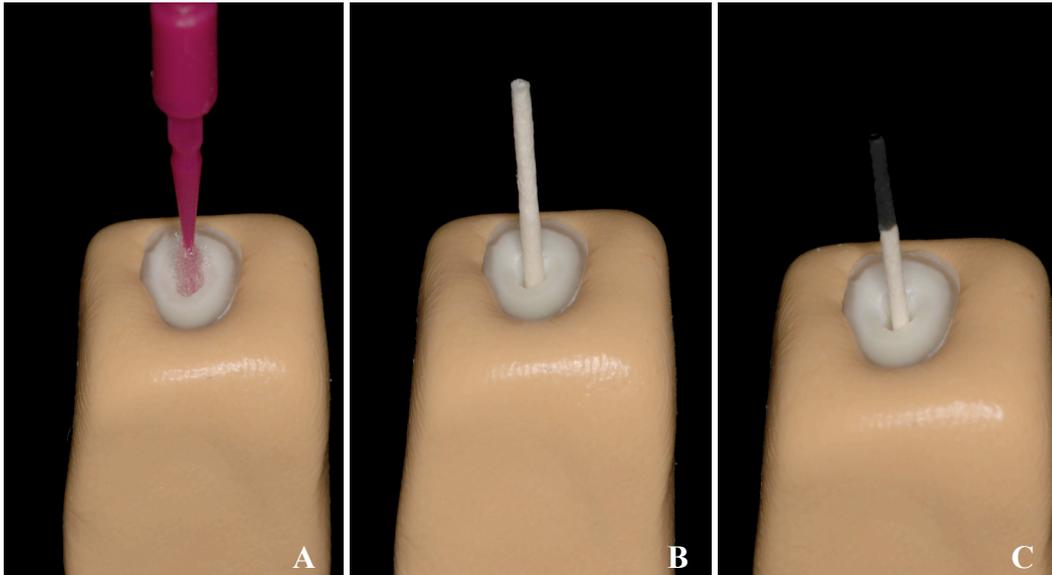


Figura 24A-C – Grupo 5 (A) Aplicação do Multilink A/B com *microbrush* (B) Aplicação do sistema adesivo com cone de papel absorvente (C) Remoção dos excessos com cone de papel absorvente

Nos subgrupos A, de cimento resinoso dual Variolink II (FIG. 25), imediatamente após a aplicação do sistema adesivo, de acordo com o grupo correspondente, as pastas-base (cor transparente) e catalisador (210/A3) do cimento Variolink II foram misturadas na proporção 1:1, durante 10s. A manipulação do cimento foi realizada cuidadosamente, sem excesso de força, para evitar incorporação de ar, o que poderia retardar ou comprometer a polimerização e as propriedades mecânicas do material. A mistura foi inserida no conduto com uma broca lentulo, e uma fina camada de cimento foi aplicada na superfície do pino, que foi posicionado com leve pressão (FIG. 26). O excesso de resina foi removido com pincel, e posteriormente foi realizada uma fotopolimerização por acesso cervical, durante 60s, mantendo a luz de polimerização próxima ao pino.



Figura 25 – Subgrupo A - Cimento resinoso dual Variolink II

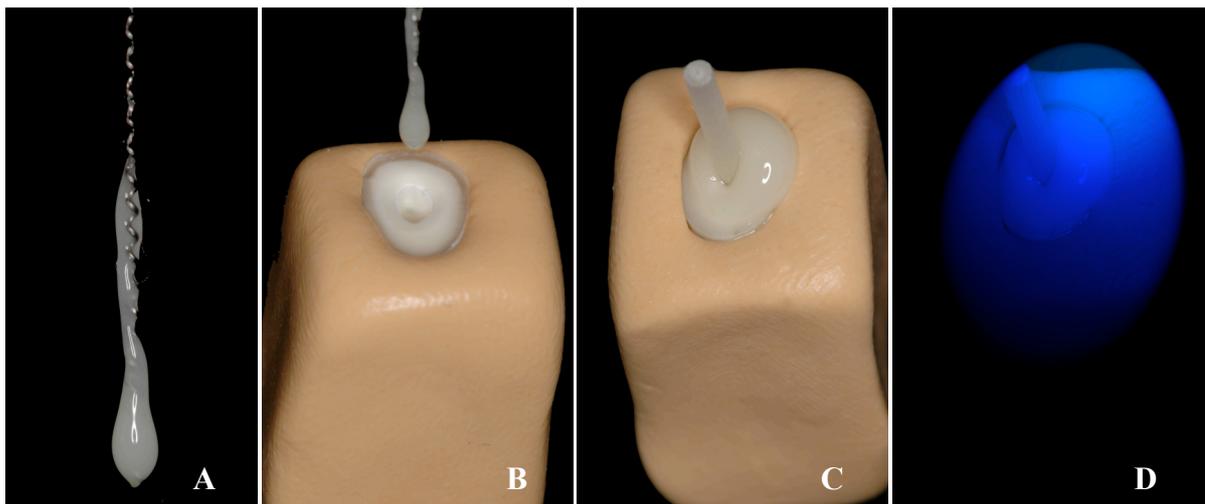


Figura 26A-C – Inserção do cimento no conduto (A) Broca lentulo com cimento (B) Inserção do cimento com broca lentulo (C) Aplicação de cimento na superfície do pino e posicionamento no preparo (D) Fotopolimerização durante 60s

Nos subgrupos B, de cimento resinoso autopolimerizável Multilink (FIG. 27), após a aplicação do sistema adesivo, o cimento (cor transparente) foi dispensado e misturado na proporção 1:1, de base e catalisador, e manipulado até a obtenção de uma pasta uniforme. O

cimento foi aplicado na superfície do pino, que foi inserido com uma leve pressão no conduto, em movimentos circulares. Os excessos foram removidos e o pino mantido em posição até a polimerização química inicial (5min) (FIG. 28). Para evitar a inibição da polimerização da camada superficial pela presença de oxigênio, o cimento resinoso foi recoberto com gel de glicerina previamente à reação química inicial de presa.



Figura 27 – Subgrupo B – Cimento resinoso autopolimerizável Multilink

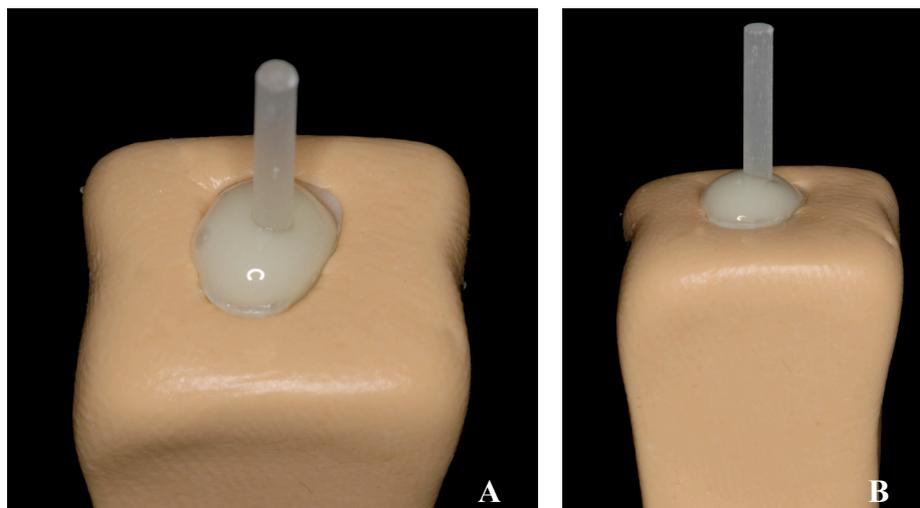


Figura 28A-B – Subgrupo B. O pino deve ser inserido na cavidade após a aplicação do cimento resinoso em sua superfície. Nesse subgrupo, o cimento não foi levado com broca lentulo no interior do preparo, de acordo com as recomendações do fabricante.

Em todos os espécimes, após a polimerização inicial do cimento químico ou dual, foi realizada a inserção de resina composta (Tetric Ceram, Ivoclar Vivadent) em três incrementos, para simulação do núcleo de preenchimento e proteção da linha de cimentação (FIG. 29).

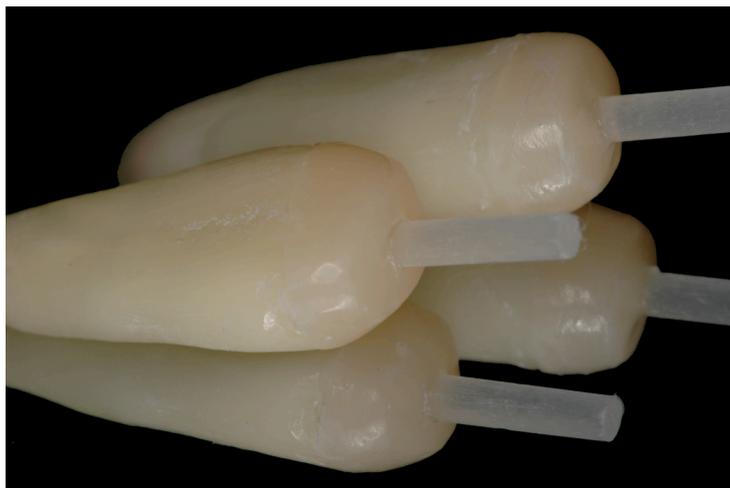


Figura 29 – Aspecto dos espécimes após aplicação da resina composta

Os pinos não foram recortados, permanecendo expostos cerca de 4mm de comprimento de pino acima do terço coronal.

Os procedimentos de cimentação dos pinos foram realizados em um espécime de cada grupo, seqüencialmente, para que não houvesse interferência em relação ao tempo de armazenamento dos espécimes, fadiga do operador e estocagem de material cimentante.

#### 4.2.6 ARMAZENAGEM

Após a polimerização da resina composta, os espécimes foram armazenados em 100% de umidade, em temperatura ambiente.

#### 4.2.7 PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA

Os espécimes foram fixados em bases de resina acrílica, com o longo eixo paralelo à superfície (FIG. 30). Essas bases foram posicionadas em uma máquina de corte (Isomet 1000, Buchler, Lake Forest, IL, USA) para realização de secções transversais, perpendiculares ao longo eixo, sob refrigeração, para obtenção de fatias de  $\pm 1,0\text{mm}$  de espessura (FIG. 31). A primeira fatia foi descartada, sendo obtido um total de 6 fatias por espécime, 2 de cada terço cervical, médio e apical (FIG. 32). Todas as fatias tiveram o seu lado coronal demarcado com uma tinta insolúvel e a espessura mensurada com paquímetro digital (FIG. 33 e 34). Em cada grupo foram obtidas 36 fatias, o que corresponde a um total de 432 fatias. Nenhum espécime foi perdido durante o procedimento de secção. Cada fatia foi armazenada individualmente em 100% de umidade, em temperatura ambiente, para facilitar a identificação dos subgrupos e níveis radiculares correspondentes.



Figura 30 – Espécime fixado em uma base de resina acrílica



Figura 31A-C – Realização das secções transversais para a obtenção dos corpos-de-prova



Figura 32 – Um total de 6 fatias foram obtidas por espécime, 2 de cada terço

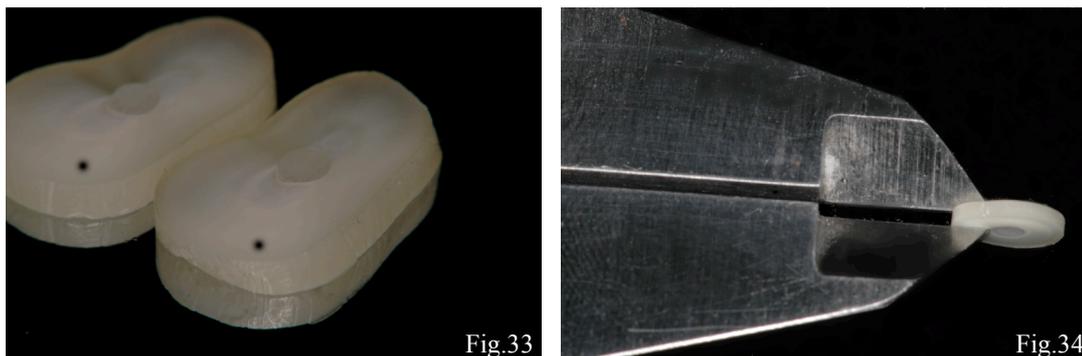


Figura 33 – Demarcação do lado coronal com tinta insolúvel  
Figura 34 – Medida da espessura da fatia

#### 4.2.8 TESTE DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO – *PUSH-OUT*

Para o teste de cisalhamento por extrusão, dois dispositivos foram adaptados à máquina universal de teste Instron modelo 4444 (Instron, Canton, MA, USA). Na porção superior, foi fixada uma haste metálica com uma ponta ativa de 0,8mm, e na porção inferior, foi fixada uma base metálica oval, de aço inoxidável, contendo um orifício de cerca de 2mm de diâmetro na região central (FIG. 35).

Cada fatia foi fixada, individualmente, com cola à base de cianocrilato (Super Bonder), sobre o dispositivo metálico oval, na porção inferior da máquina universal de teste (FIG. 36). Os corpos-de-prova foram colocados de modo que o lado coronal estivesse voltado para a base do dispositivo e a região com o pino posicionada exatamente no centro do orifício da base metálica. O detalhe de colocar a porção coronal voltada para a base teve com objetivo permitir o movimento do pino da porção apical mais estreita em direção à porção coronal mais larga, evitando qualquer limitação do teste.

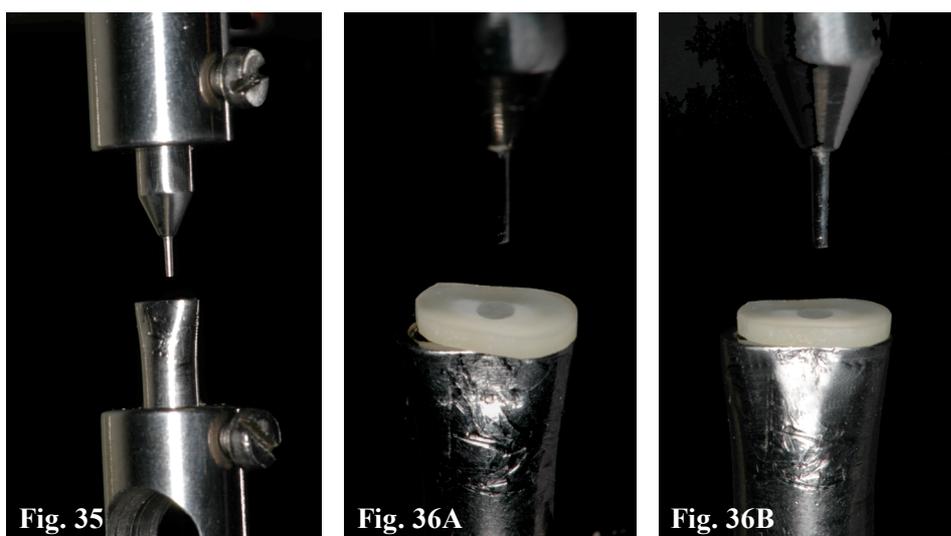


Figura 35 – Dispositivos posicionados na máquina de teste. Haste metálica superior e um orifício metálico inferior.

Figura 36A-B – (A) Fatia colocada sobre o orifício metálico (B) Fatia posicionada com o pino exatamente no centro do orifício metálico

A haste metálica da porção superior da máquina, foi posicionada bem próxima ao corpo de prova, sem tocá-lo, de modo que sua ponta ativa coincidissem com o centro do pino, para evitar o estresse nas paredes radiculares ao redor (FIG. 37). Uma carga compressiva foi aplicada em uma direção vertical, com uma velocidade de 0,5mm/min (FIG.38). A falha adesiva foi manifestada com a extrusão total do pino da secção radicular (FIG. 39).

Durante toda a execução do teste, as fatias foram mantidas umedecidas, por meio de jatos de água.

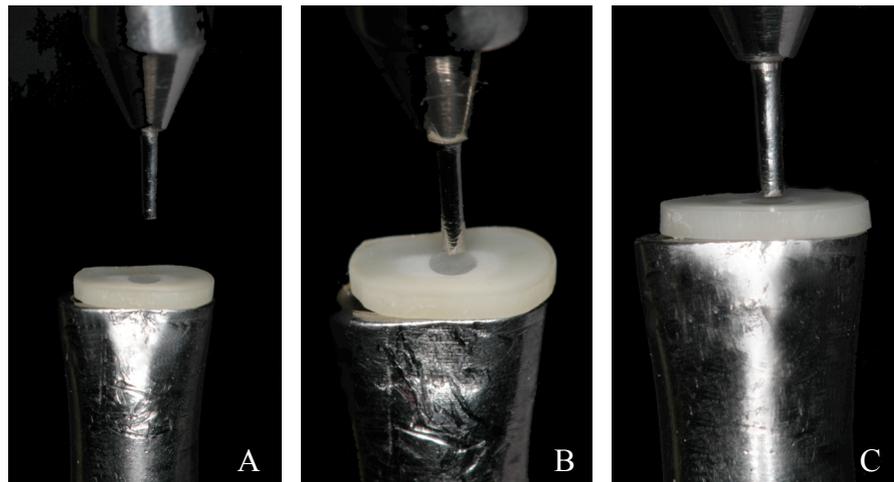


Figura 37A-C – Posicionamento da haste metálica. Observe que a haste metálica foi posicionada no centro do pino, bem próxima à fatia, para iniciar a execução do ensaio.

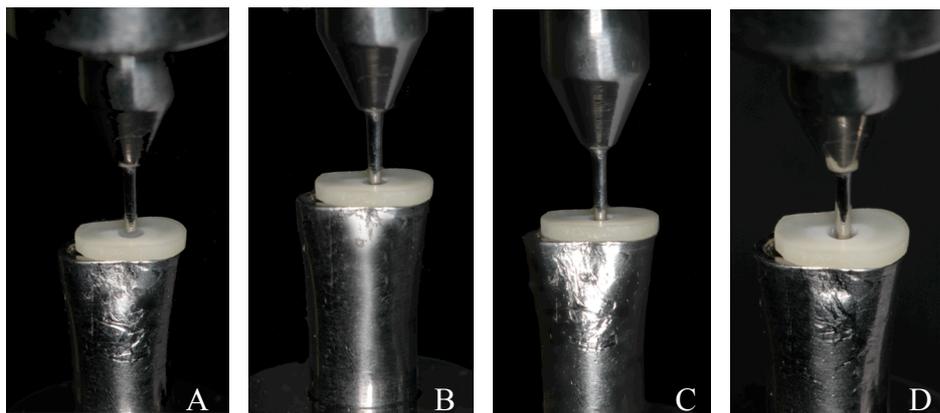


Figura 38A-D – Execução do teste de cisalhamento por extrusão



Figura 39 – Fatia e pino após a extrusão

#### 4.29. CONVERSÃO DE VALORES

A carga necessária para deslocamento do pino foi registrada em Newtons (N), transformada em quilograma/força (kgf) e convertida em MPa, utilizando-se as fórmulas apresentadas no QUADRO 5.

Conversão de Valores	Fórmula
Conversão de valores de N para Kgf	$Kgf = N \times 0,1020$
Conversão de valores de Kgf para MPa	$MPa = Kgf \times 9,80 / \text{área em mm}^2 (A)$
Cálculo da área interna de adesão	<p>Porção cilíndrica = <math>\pi \times h \times (2 \times R)</math></p> <p>Porção cônica = <math>\pi \times h \times (R+r)</math></p>

\*  $\pi$  - constante = 3,1416; h = espessura da fatia; R = raio da porção mais calibrosa; r = raio da porção mais fina do pino.

Quadro 5 – Conversão de valores

### 4.3 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA

Os espécimes foram submetidos à análise visual com o auxílio de uma lente de aumento (Illuminaed Magnifying Glass, Japan).

As fraturas foram classificadas como:

I – Fratura adesiva entre cimento e pino;

II – Fratura adesiva entre cimento e dentina radicular;

III – Fratura mista, quando houve uma mistura das adesivas; e

IV – Fratura coesiva em dentina, pino ou cimento.

Os espécimes com falhas coesivas tiveram seus valores descartados.

### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

São consideradas variáveis independentes as técnicas de cimentação empregadas e os terços radiculares. Os dados foram submetidos à análise estatística pelo teste de variância (ANOVA) e pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, em nível de significância de 95%.

## 5 RESULTADOS

O teste de variância (ANOVA) foi conduzido para experimentos inteiramente casualizados com arranjo dos seguintes fatores: Sistema Adesivo (*DSC Dual; DSC Foto; Excite; AdheSE e Multilink Primer*); Cimento (*Variolink e Multilink*); e Terços (*cervical, médio e apical*). O nível de significância foi de 5% (TAB. 1).

Tabela 1 – Análise de variância com base no desfecho Resistência

<b><i>FONTE DE VARIAÇÃO</i></b>	<b><i>Valor F</i></b>	<b><i>p</i></b>
Sistema Adesivo	18,4924	0,000000
Cimento	12,5097	0,000464
Terços	2,8731	0,057967
Sistema Adesivo/Cimento	1,0846	0,364073
Sistema Adesivo/Cimento/Terços	2,8831	0,004092

A partir da análise inicial, foi observado que, isoladamente, as variáveis *Sistema Adesivo* e *Cimento* foram estatisticamente significativas. A variável *Terços*, isoladamente, não foi significativa.

Em relação aos sistemas adesivos, o teste ANOVA revelou existir **diferença estatisticamente significativa** entre os valores de resistência de união para um valor de  $p < 0,05$  ( $F(4,324)=18,492$ ,  $p=0,00000$ ). O teste *post-hoc* de Tukey HSD ( $\alpha=0,05$ ) foi utilizado para identificar quais grupos foram estatisticamente diferentes entre si (TAB. 2) (GRAF. 1 e 2).

Tabela 2 – Sistemas adesivos avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa)

<b>Sistema Adesivo</b>	<b>N</b>	<b>Média (DP) MPa</b>			
Multilink Primer	71	4,34 (3,75)	A		
DSC Dual	70	3,25 (3,79)	A	B	
AdheSE	71	1,98 (3,50)		B	C
DSC Foto	72	1,76 (1,71)			C
Excite	70	0,79 (1,39)			C

Grupos seguidos da mesma letra são estatisticamente semelhantes.

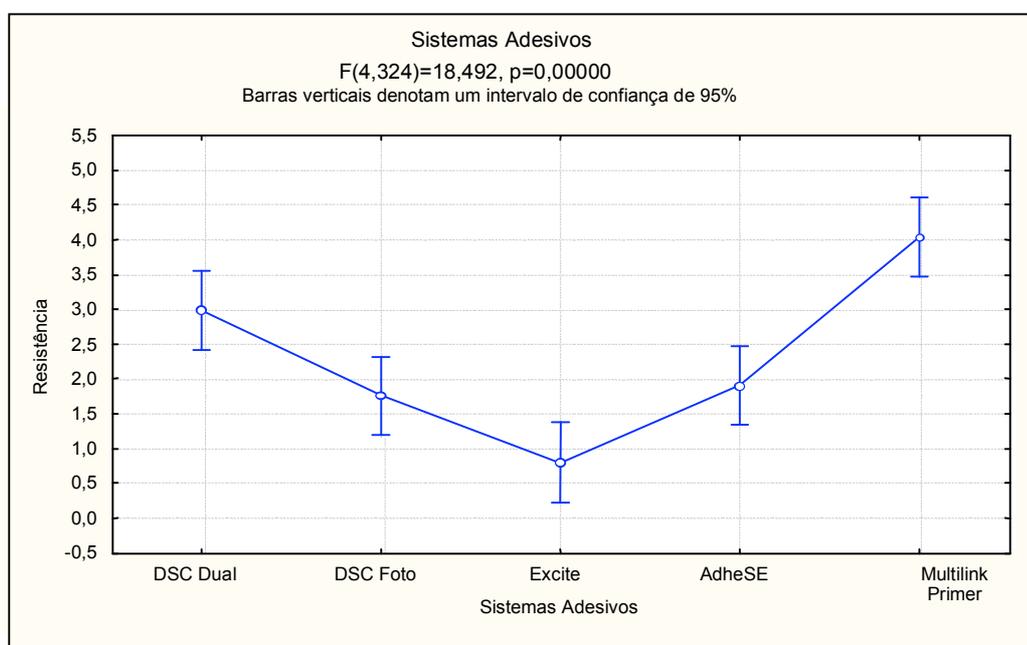


Gráfico 1 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os sistemas adesivos avaliados

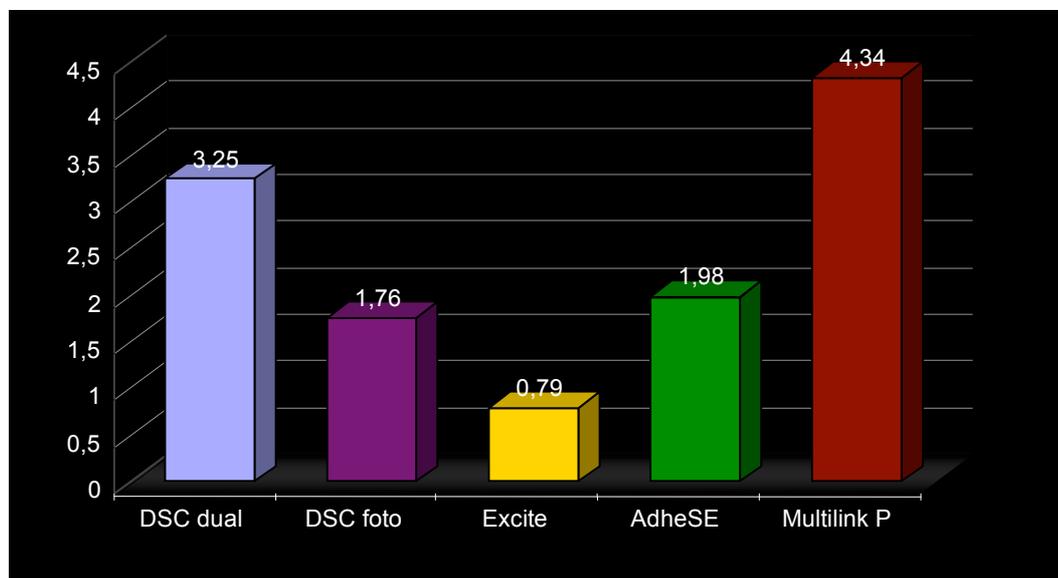


Gráfico 2 – Demonstrativo dos resultados obtidos com os sistemas adesivos

Em relação aos cimentos resinosos, o teste ANOVA revelou existir *diferença estatisticamente significativa* entre os valores de resistência de união para um valor de  $p < 0,05$  ( $F(1,324)=12,510$ ),  $p=0,00046$ ) (TAB. 3) (GRAF. 3 e 4).

Tabela 3 – Cimentos resinosos avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova e médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa)

<b>Cimento resinoso</b>	<b>N</b>	<b>Média (DP) MPa</b>	
Variolink	176	2,84 (3,51)	A
Multilink	178	2,01 (2,92)	B

Grupos com letras distintas apresentam significância estatística.

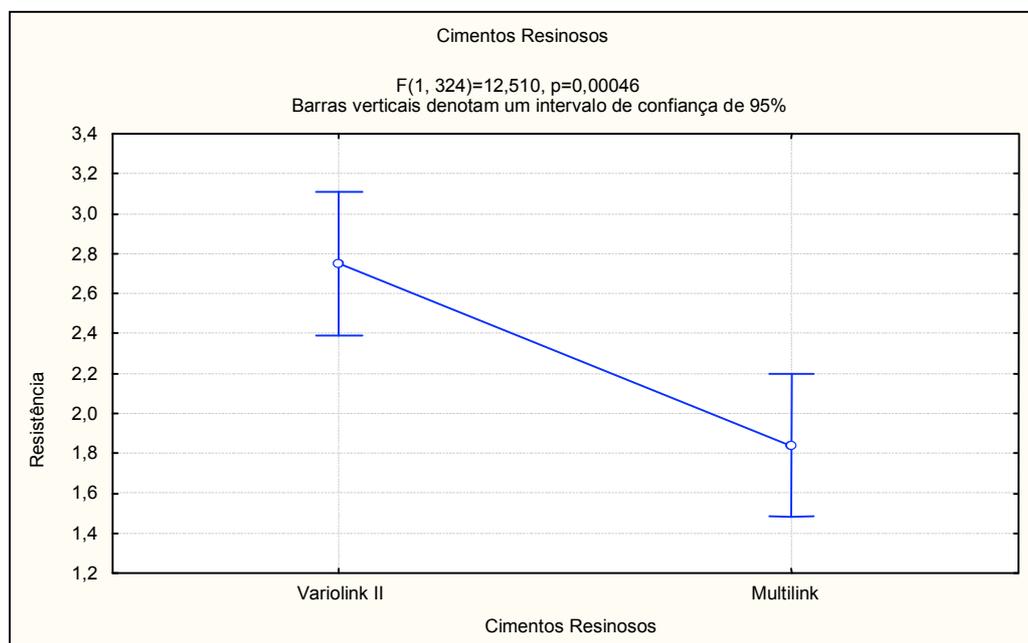


Gráfico 3 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os cimentos resinosos avaliados

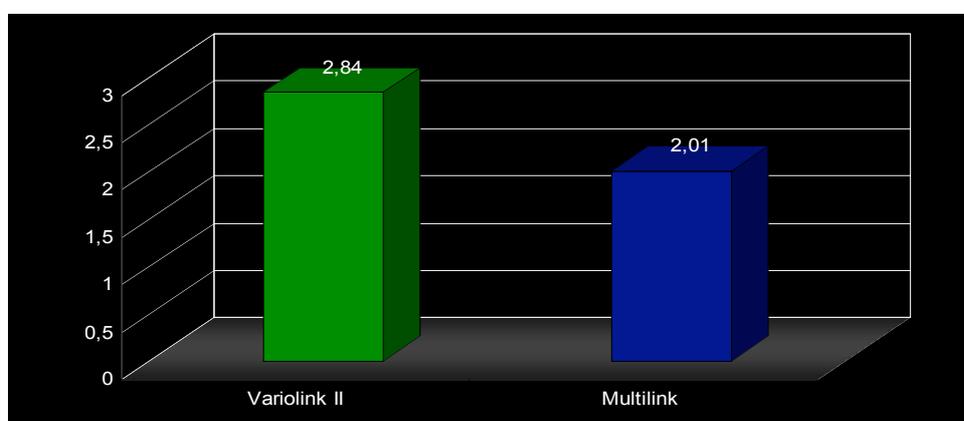


Gráfico 4 – Demonstrativo dos resultados obtidos com os cimentos resinosos

Em relação à dentina intra-radicular, o teste ANOVA revelou *não* existir diferença estatisticamente significativa entre os valores de resistência de união dos diferentes terços para um valor de  $p < 0,05$  ( $F=2,8731, p=0,5797$ ) (TAB. 4) (GRAF. 5 e 6).

Tabela 4 - Terços avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa)

<b>Terço</b>	<b>N</b>	<b>Média (MPa)</b>			
Cervical	114	2,88 (3,41)	A		
Médio	120	2,28 (3,20)		A	
Apical	120	2,14 (3,13)			A

Grupos seguidos da mesma letra são estatisticamente semelhantes

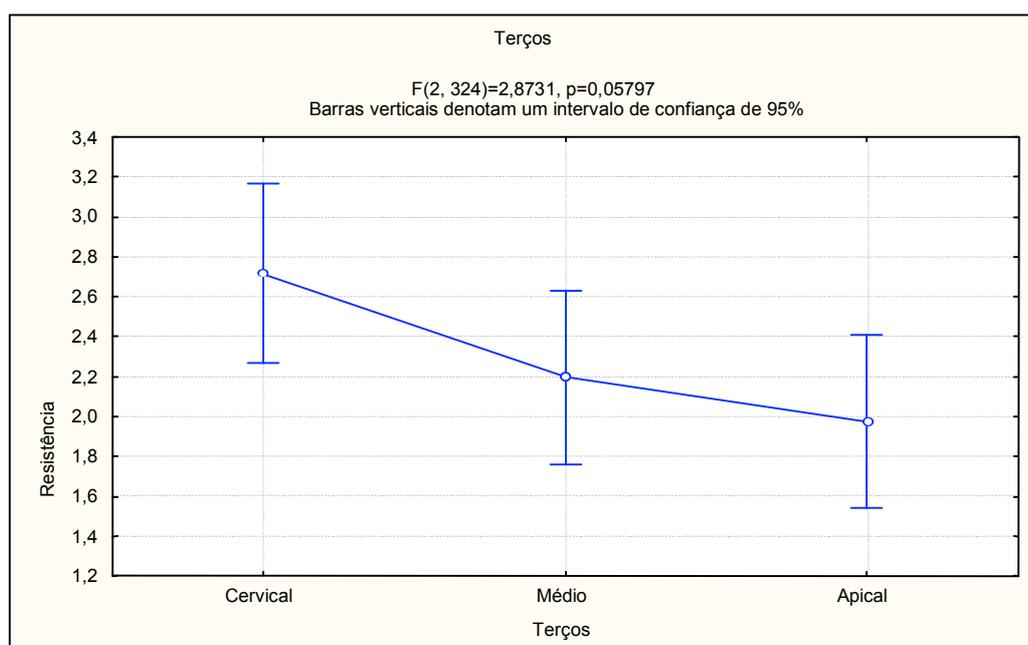


Gráfico 5 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os terços intraradiculares

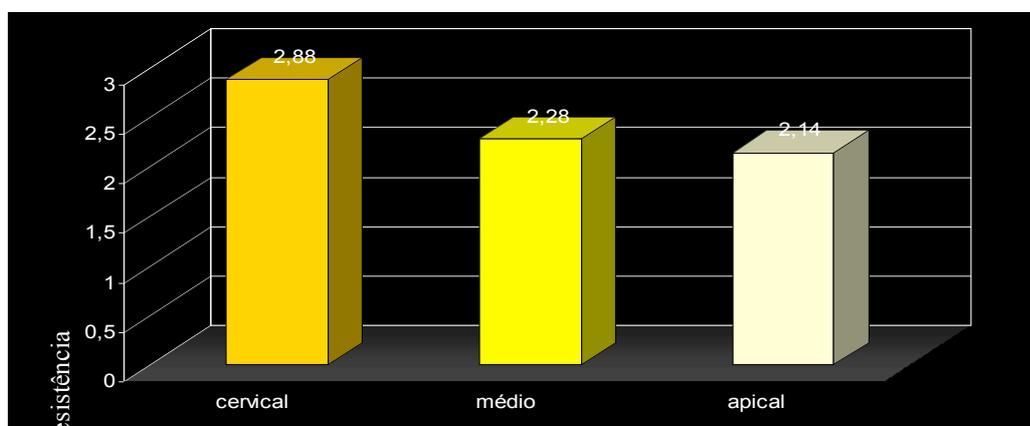


Gráfico 6 – Demonstrativo dos resultados obtidos nos terços radiculares

Devido às diferenças significativas obtidas tanto entre os sistemas adesivos quanto entre os cimentos resinosos, foi realizada a comparação entre as médias das interações para localização das diferenças. As interações de sistemas adesivos/cimentos resinosos foram denominadas sistemas de cimentação (TAB. 5) (GRAF. 7).

O teste de ANOVA revelou existir *diferença estatisticamente significativa* entre os valores de resistência de união dos diferentes sistemas de cimentação para um valor de  $p < 0,05$  ( $F=7,9219$ ,  $p=0,00000$ ). O teste *post-hoc* de Tukey HSD foi utilizado para identificar quais os grupos estatisticamente diferentes entre si.

Tabela 5 - Sistemas de cimentação avaliados com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa). Tabela em ordem decrescente de médias.

<b>Sistema de Cimentação</b>	<b>N</b>	<b>Média (DP) MPa</b>				
Multilink Primer + Variolink	36	4,47 (3,17)	A			
Multilink Primer + Multilink	36	4,21 (3,10)	A			
DSC Dual + Variolink	34	3,61 (4,35)	A	B		
AdheSE + Variolink	35	3,05 (4,00)	A	B	C	
DSC Dual + Multilink	36	2,90 (3,20)	A	B	C	
DSC Foto + Variolink	36	1,91 (1,64)		B	C	D
DSC Foto + Multilink	36	1,61 (1,88)		B	C	D
Excite + Variolink	35	1,15 (1,81)			C	D
AdheSE + Multilink	36	0,95 (1,20)			C	D
Excite + Multilink	35	0,42 (0,59)				D

Grupos seguidos da mesma letra são estatisticamente semelhantes

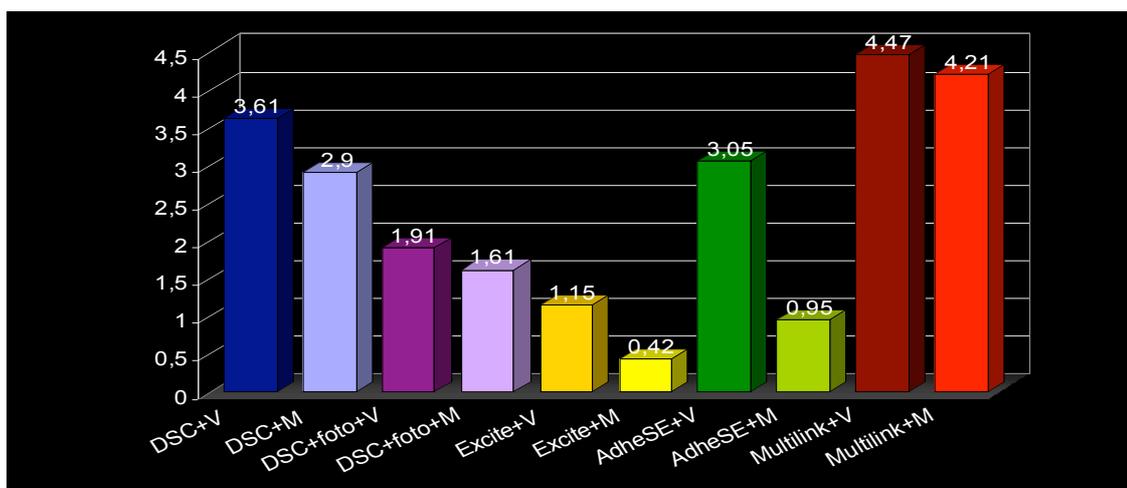


Gráfico 7 - Demonstrativo dos resultados obtidos nos sistemas de cimentação

Observe que dentro de cada sistema adesivo não existiu diferença entre os cimentos, ou seja, independentemente do tipo de sistema adesivo utilizado, o cimento Variolink II obteve sempre melhor desempenho que o cimento Multilink (GRAF. 8).

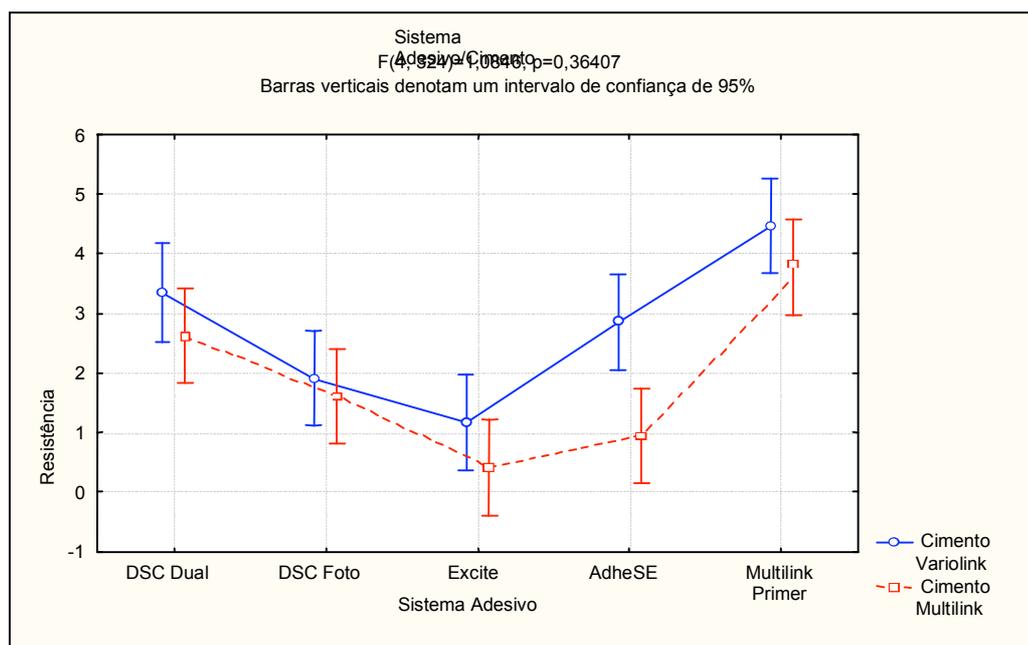


Gráfico 8 – Gráfico de dispersão representativo da diferença significativa entre os sistemas de cimentação. Independentemente do sistema adesivo utilizado, o cimento Variolink obteve sempre o melhor desempenho.

A seguir, foi realizada a análise da interação de todas as variáveis conjuntamente: sistema adesivo/cimento/terços, que apresentou significância estatística (uma variável influencia no comportamento de outra). Neste caso, a variável Sistema Adesivo altera o comportamento da variável Terços.

Pelo gráfico a seguir, observa-se que os sistemas adesivos AdheSE e Multilink Primer apresentam padrões diferentes dos outros sistemas. A comparação múltipla das médias foi realizada para observar se esses padrões realmente possuem diferença estatística (GRAF. 9).

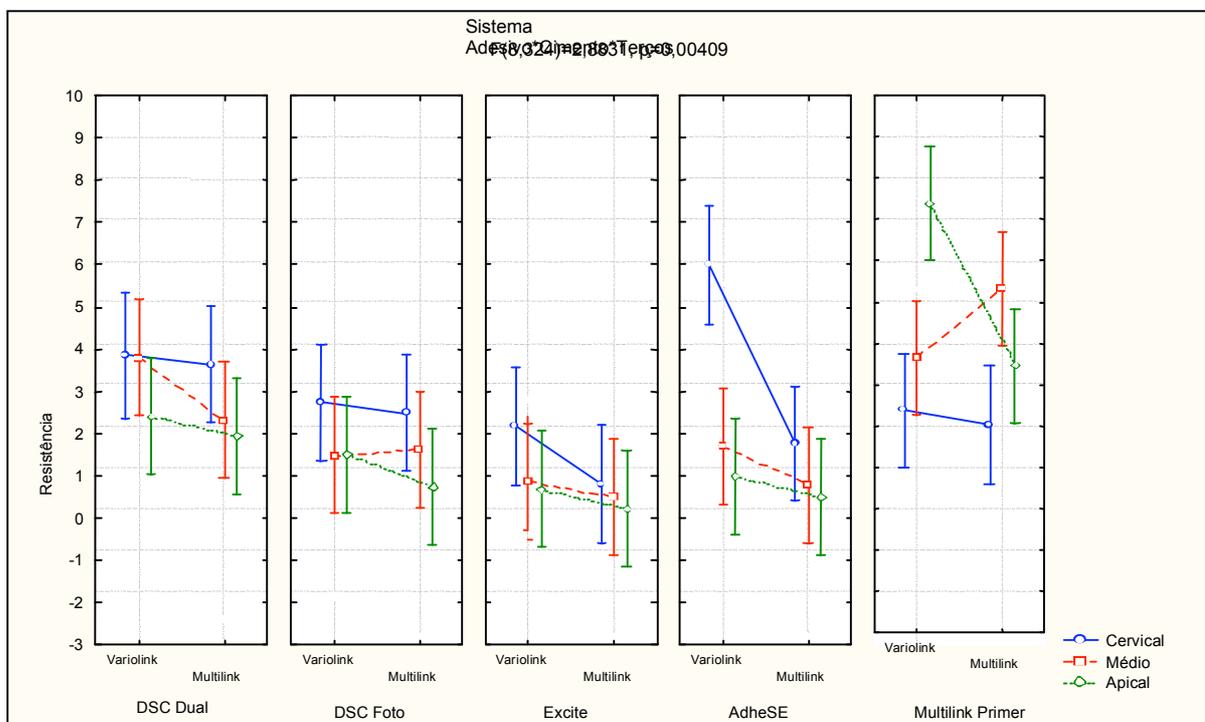


Gráfico 9 – Demonstrativo da análise da interação sistema adesivo/cimento resinoso/terços

Apenas no sistema adesivo AdheSE + Variolink II e no sistema adesivo Multilink Primer + Variolink houve diferença significativa entre os terços avaliados. O sistema AdheSE apresentou valores bastante superiores aos demais no terço cervical para o cimento Variolink. O sistema Multilink Primer apresentou valores do terço apical superiores aos demais terços no cimento Variolink (GRAF. 10) (APÊNDICE A).

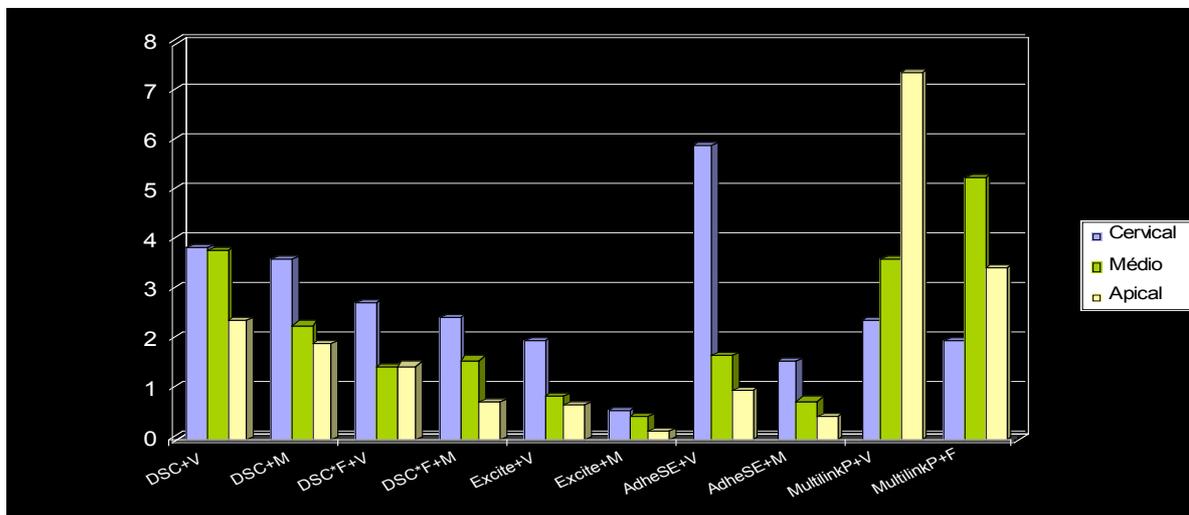


Gráfico 10 – Demonstrativo dos resultados entre as interações Sistemas Adesivo/Cimento resinoso/Terços

O sistema adesivo Multilink Primer, autocondicionante autopolimerizável, obteve o melhor desempenho em ambos os cimentos, sem diferença estatisticamente significativa do sistema DSC Dual/Variolink II; DSC Dual/ Multilink e AdheSE/Variolink II.

Devido aos resultados satisfatórios obtidos com os sistemas autocondicionantes, foi realizada a comparação entre as médias de resistência de união promovidas pelos adesivos de condicionamento ácido total e pelos adesivos autocondicionantes para verificar se havia significância estatística.

O teste de ANOVA revelou existir diferença estatisticamente significativa entre os valores de resistência de união segundo a realização ou não de condicionamento ácido do canal radicular para um valor de  $p < 0,05$  ( $F(1,348) = 13,141$ ,  $p = 0,00033$ ).

Tabela 6 – Estratégias adesivas avaliadas com seus respectivos números de corpos-de-prova, médias e desvios padrão dos valores de resistência de união (MPa)

<b>Condicionamento</b>	<b>N</b>	<b>Média (DP) MPa</b>	
Autocondicionante	142	3,16 (3,80)	A
Ácido total	212	1,92 (2,72)	B

Grupos seguidos da mesma letra são estatisticamente semelhantes

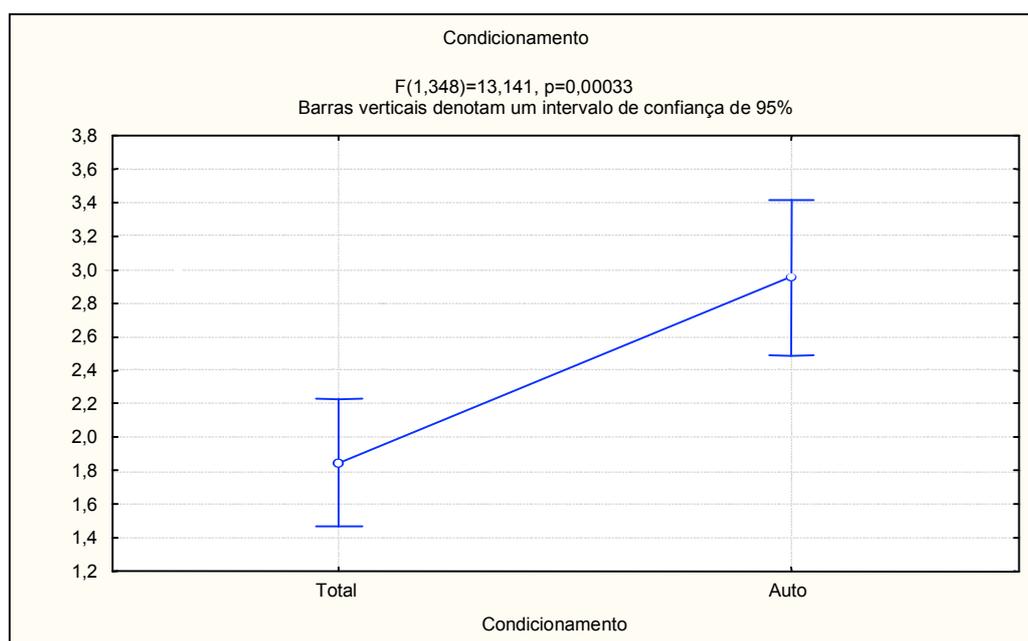


Gráfico 11 – Gráfico *box-plot* representativo da diferença significativa as estratégias de condicionamento.

## 5.2 ANÁLISE VISUAL DO TIPO DE FRATURA

Entre as amostras analisadas, apenas 5 (1,38%) apresentaram fraturas coesivas em dentina, pino ou cimento. Cerca de 27% das amostras (98) apresentaram fraturas adesivas mistas. As fraturas adesivas entre pino/cimento corresponderam a 23% das amostras, e as fraturas adesivas entre cimento/dentina foram encontradas em 45% das amostras.

## 6 DISCUSSÃO

Estudos retrospectivos e prospectivos (FERRARI et al., 2000a; MONTICELLI et al., 2003) têm comprovado a efetividade da utilização de pinos de fibra de vidro para o tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente. Tais pinos têm se tornado cada vez mais populares não somente por promover melhor efeito óptico nas restaurações estéticas (KURTZ et al., 2003; PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004) mas também devido às propriedades físicas favoráveis e à facilidade de utilização (PRISCO et al., 2003). Além da biocompatibilidade e da resistência à corrosão (KURTZ et al., 2003), os pinos de fibra de vidro apresentam um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que induz a uma melhor distribuição de estresse ao longo da parede radicular, evitando o acúmulo de carga que pode causar fraturas radiculares catastróficas (PRISCO et al., 2003).

Como a função do pino é promover retenção adicional à restauração coronal (COELHO SANTOS; EL-MOWAFY; RUBO, 2004), torna-se imprescindível uma boa união do pino à estrutura dental. Por isso, a fase de cimentação é considerada decisiva para a estabilidade e longevidade da restauração. Para esta finalidade, os cimentos resinosos têm sido amplamente recomendados (NISSAN; DMITRY; ASSIF, 2001; HEDLUND; JOHANSSON; SJÖGREN 2003; SEN; POYRAZOGLU; TUNCELLI 2004) e, por conseqüência, um grande interesse tem sido direcionado à adesão à dentina intra-radicular

(GORACCI et al., 2004); MALLMANN et al., 2005). Devido às características inerentes ao substrato e aos materiais, a efetividade da cimentação de pinos ainda é limitada e questionável, tornando-se foco de considerável controvérsia na literatura. Diante dessas considerações, é justificável a realização desse estudo, que tem como objetivo avaliar a influência do substrato e das técnicas de cimentação resinosa na resistência adesiva da interação entre dentina, cimento e pino.

Embora a adesão à dentina coronal seja confiável, os mesmos procedimentos adesivos aplicados em dentina intra-radicular não promovem resultados satisfatórios similares. Segundo Mjor e Nordahl, 1996, diferenças marcantes existem entre a dentina coronária e a radicular. Por isso, experimentos como de Lopes et al., 2004, apresentam valores de resistência de união em dentina coronal significativamente superiores aos encontrados em pesquisas de resistência adesiva em dentina radicular (BOFF, 2003; KURTZ et al., 2003). De fato, no presente estudo baixos valores de adesão foram registrados. Fatores intrínsecos do substrato contribuem para a complexidade do mecanismo de adesão (GUTMANN, 1992).

Mjor et al., 2001, ao analisar a morfologia intra-radicular, registraram variações na estrutura como presença de canais acessórios, áreas de reabsorção, quantidades variadas de dentina secundária e, principalmente, menor número de túbulos dentinários do que na estrutura da dentina coronal, inclusive com ausência de túbulos em algumas áreas. Como a qualidade da adesão depende da infiltração do adesivo nos túbulos, isso pode significar comprometimento e redução do embricamento mecânico. Importante ressaltar que dentro do próprio conduto ocorre uma diminuição do número, densidade e diâmetro dos túbulos por milímetro quadrado, em direção apical (FERRARI et al., 2000a; MJOR et al., 2001; MALLMANN et al., 2005). Talvez por isso Ferrari et al. (2000a) verificaram em sua pesquisa que diferentes áreas do mesmo conduto radicular não respondem igualmente ao

condicionamento ácido, ocorrendo um aumento de superfície disponível para adesão de 202% no terço cervical, 156% no terço médio e 113% no terço apical. Não por coincidência, Bitter et al. (2004) relataram diminuição significativa na espessura da camada híbrida de coronal para apical. Assim sendo, para muitos autores (FERRARI et al., 2001; BOFF, 2003; BOUILLAGET et al., 2004; BONFANTE, 2005) a condição mais satisfatória para adesão ocorre no terço coronal do conduto radicular, devido ao aumento significativo no número de túbulos e à facilidade de acesso (FERRARI et al., 2000a).

No entanto, neste trabalho, ao avaliar a resistência de união promovida pelas diferentes técnicas de cimentação, foi constatado que não haver diferença significativa nos diferentes terços radiculares, assim como em outras pesquisas (VICHI et al., 2002; FOXTON et al., 2003; FOXTON et al., 2005; AKNORNMUANG et al., 2005) em que a profundidade da dentina e a densidade dos túbulos não afetaram a resistência adesiva dos compósitos. Cordeiro (2002), em seu estudo, encontrou valores de adesão de 17MPa para o terço cervical, 18MPa para o terço médio e 11MPa para o terço apical, havendo um equilíbrio entre os valores de todas as regiões. Gaston et al. (2001) avaliaram a resistência adesiva à microtração dos cimentos resinosos C&B Metabond (Parkell) e Panavia 21 (Kuraray) à dentina intra-radicular e verificaram maiores médias de resistência adesiva no terço apical. Para eles, a adesão é relativa mais à área sólida da dentina do que à densidade dos túbulos.

Possivelmente, a aplicação correta do sistema adesivo garante esta uniformidade de valores em toda a extensão do conduto. De acordo com Ferrari; Vichi; Grandini (2001a); Ferrari et al. (2002a) e Ferrari et al. (2002b), a utilização do *microbrush* permite uma formação mais uniforme da zona de interdifusão e de *tags* resinosos ao longo do conduto radicular, inclusive no terço apical, e por isso deve ser rotineiramente utilizado para a cimentação de pinos.

O fator de configuração cavitário (razão entre superfícies aderidas e não aderidas) em uma cavidade para cimentação do pino também é altamente desfavorável do ponto de vista adesivo, podendo exceder o valor de 200 (BOUILLAGET et al., 2004). Quanto maior o fator C, como ocorre nos condutos, maior a força resultante da polimerização do compósito contrária às paredes cavitárias. Isso ocorre porque a área aderida entre cimento e pino e entre cimento e dentina é muito ampla, restando somente uma delgada linha de cimento como área de superfície para relaxamento das tensões de contração. Segundo Bouillaget et al. (2004), ao avaliarem a resistência adesiva do sistema Single Bond e o do cimento Rely X, em raízes intactas e abertas, verificaram valores mais altos em raízes seccionadas (23,2MPa) do que nas situações em que a adesão foi realizada em raízes íntegras (5,3MPa), como ocorre clinicamente. Os elevados resultados dos estudos de Gaston et al. (2001) e de Mannocci; Ferrari; Watson (2001), que avaliaram a resistência adesiva à dentina intra-radicular utilizando raízes seccionadas, também caracterizam a influência do fator C na resistência de união. Estudos que utilizam superfícies planas de espécimes seccionados longitudinalmente para avaliação do procedimento adesivo podem mascarar variáveis importantes que tornam a cimentação intra-canal uma técnica difícil.

Neste trabalho, os pinos foram cimentados dentro do canal radicular, possibilitando a reprodução da contração de polimerização dos compósitos com um fator de configuração compatível com o procedimento clínico. A redução da resistência adesiva encontrada nos testes de cisalhamento por extrusão comparados com os métodos convencionais de microtração pode ser causada pelo estresse interno resultante da contração de polimerização, que traciona a restauração adesiva da dentina, criando tensões na interface (PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004).

Além das peculiaridades anatômicas da dentina intra-radicular, os baixos valores de adesão também estão relacionados ao efeito das substâncias químicas utilizadas no tratamento endodôntico. É consenso na literatura que as soluções irrigadoras podem influenciar negativamente os resultados da adesão (NIKAIDO et al., 1999). Outra questão é o efeito dos cimentos obturadores na resistência de união. Estudos como de Boff (2003) relatam que a presença de eugenol pode inibir a polimerização ou reduzir a resistência adesiva. Por outro lado, Boone et al. (2001) e Mannocci; Ferrari; Watson (2001) afirmaram que não há diferença significativa na resistência adesiva e no selamento marginal de restaurações com pinos de fibra utilizando-se cimentos resinosos, em dentes obturados tanto com cimentos à base de resina como à base de eugenol, desde que o preparo seja corretamente executado, pois remanescentes do cimento obturador, assim como da guta-percha plastificada pelo calor da broca, que permanecem mesmo após o condicionamento, podem ter um efeito insatisfatório por alterar a superfície das resinas já polimerizadas (SERAFINO et al., 2004).

Diante da importância da obturação dos canais quando da execução de pesquisas experimentais de cimentos para retenção de pinos, optou-se pela realização do tratamento endodôntico dos espécimes utilizados no presente estudo.

A popularidade dos cimentos resinosos está relacionada à sua menor solubilidade (DONG et al., 2003), às propriedades mecânicas superiores (BRAGA; CESAR; GONZAGA, 2002) e à capacidade de estabelecer uma adesão satisfatória à parede dentinária do canal radicular e à superfície do pino quando associados aos sistemas adesivos (BACHICHA et al., 1998). Seu uso para adesão de pinos promove a formação de uma estrutura homogênea, capaz de substituir mecanicamente a dentina e de contribuir para a absorção de estresse com menor probabilidade à fratura, o que garante melhores resultados em relação aos cimentos convencionais (FERRARI et al., 2002a).

Os cimentos resinosos recomendados para a cimentação de pinos são os de polimerização dual e química (GIACHETTI et al., 2004). De acordo com estudo de Burrow et al. (1996), os cimentos autopolimerizáveis promovem maiores valores de resistência adesiva ao longo do tempo, devido à maior capacidade de conversão de polimerização. Além disso, como o fator de configuração no conduto é desfavorável, os cimentos autopolimerizáveis permitem maior alívio do estresse gerado pela contração de polimerização (FEILZER et al., 1993).

Contudo, Bonfante (2005), em sua pesquisa, verificou que os cimentos autopolimerizáveis mostraram maior tendência a falhas na interface, quando comparados aos cimentos fotopolimerizável e dual. Esses achados podem estar relacionados ao menor tempo de trabalho e à dificuldade de inserção do material no conduto. De acordo com as instruções do fabricante, o cimento químico deve ser aplicado apenas na superfície do pino, para prevenir uma polimerização inicial precoce e conseqüente desadaptação. Entretanto, o método mais indicado para aplicação do cimento consiste na sua inserção com broca lentulo no conduto e recobrimento do pino antes do posicionamento. Caso o cimento seja aplicado apenas na superfície do pino, poderá ser observada a formação de lacunas e falhas adesivas (RICKETTS; TAIT; HIGGINS, 2005). Além disso, o uso dos cimentos químicos requer cuidados nos períodos iniciais após a cimentação (BURROW et al., 1996), devido à reação lenta de polimerização. Neste caso, o paciente pode exercer uma força excessiva sobre a restauração, onde a polimerização ainda não está concluída. Tal situação pode ser menos provável de ocorrer com os cimentos de polimerização dual, porque a fotopolimerização pode levar a uma maior resistência inicial (BURROW et al., 1996).

No presente estudo, o cimento resinoso Variolink II, de ativação dual, apresentou maiores valores de resistência em relação ao cimento resinoso químico Multilink. Os

cimentos de polimerização dual apresentam a possibilidade de uma ativação por luz e a garantia de polimerização em regiões onde a luz não pode alcançar a linha de cimento (PFEIFER; SIIH; BRAGA, 2003). Por isso, conciliam as características favoráveis dos cimentos autopolimerizáveis e fotopolimerizáveis, com maior tempo de trabalho e capacidade de alcançar alto nível de conversão polimérica (BRAGA; CESAR; GONZAGA, 2002).

Determinados cimentos duais dependem da fotoativação para alcançar um ótimo grau de conversão dos monômeros. Braga; Cesar; Gonzaga (2002), ao avaliarem a influência do método de polimerização na resistência flexural, módulo de elasticidade e dureza de 4 cimentos resinosos, verificaram claramente o efeito positivo da fotoativação do cimento na resistência final. Caughman; Chan; Rueggeberg (2001), ao compararem a capacidade de conversão química de 6 cimentos resinosos de polimerização dual, observaram que a conversão por autopolimerização foi 86% menor do que a conversão dual, exceto para o Variolink II. Braga; Cesar; Gonzaga (2002) destacaram a boa performance do Variolink II tanto na ativação dual como na polimerização exclusivamente química. De acordo com estes autores, além do alto conteúdo de carga comparado com outros materiais, outra possível explicação para o seu comportamento satisfatório é a presença de uretano dimetacrilato (UDEMA), que corresponde a um monômero mais flexível do que o Bis-GMA.

O mecanismo de adesão dos sistemas adesivos à dentina intra-radicular é de natureza essencialmente micromecânica, baseada na infiltração de monômeros na superfície desmineralizada e conseqüente formação de uma zona de interdifusão dentina/resina, de *tags* resinosos e de ramificações laterais (FERRARI et al. 2000b; FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001a). Para que ocorra a difusão de adesivo no substrato, duas estratégias podem ser utilizadas, a técnica convencional de condicionamento ácido total ou o autocondicionamento. Comprovadamente, os sistemas adesivos de condicionamento total podem produzir elevada

resistência adesiva em superfícies planas de dentina (LOPES et al., 2004), entretanto, em dentina radicular, a técnica se torna complexa, devido ao acesso restrito, à dificuldade de controle de fluidez do ácido e à necessidade de lavagem e secagem da superfície, o que pode comprometer a penetração de monômeros resinosos na dentina, resultando em baixa resistência adesiva. Para minimizar as limitações da técnica convencional, os sistemas autocondicionantes foram introduzidos. Nestes adesivos, o monômero ácido contido no primer pode desmineralizar a lama dentinária e a dentina subjacente, o que resulta em um condicionamento moderado (NIKAIDO et al., 1999), com infiltração simultânea do primer e adesivo. Esse procedimento é menos sensível porque dispensa a etapa de lavagem e controle de umidade, com menor possibilidade de penetração insuficiente de sistema adesivo na área condicionada, evitando áreas de nanoinfiltração.

Porém, Mannocci et al. (2001) afirmaram que a diferença entre os procedimentos de condicionamento ácido total e autocondicionante não influenciam a resistência adesiva à dentina radicular. De acordo com Kurtz et al. (2003) que verificaram que o sistema autocondicionante autopolimerizável Parapost, apresentou valores de resistência semelhantes ao sistema fotopolimerizável de condicionamento ácido total, One Step.

Segundo Lopes et al. (2004) e Goracci et al. (2005a), os sistemas adesivos tradicionais resultam em melhor resistência do que os sistemas autocondicionantes. Em sua pesquisa, Pest et al. (2002) concluíram que os adesivos de condicionamento ácido total promovem a formação de *tags* resinosos longos e numerosos em todo o comprimento do conduto radicular, diferentemente do observado nos sistemas autocondicionantes. Este fato pode ser devido à efetiva desmineralização promovida pelo condicionamento com ácido fosfórico comparado com os adesivos autocondicionantes, o que permite maior penetração do adesivo na dentina. Além disso, existe a possibilidade de a acidez do primer autocondicionante ser neutralizada

pelos componentes minerais da lama dentinária, levando a uma redução da desmineralização na dentina.

No presente estudo, os sistemas autocondicionantes foram mais eficientes do que os de condicionamento ácido total. Por isso, ainda que seja questionável a infiltração do adesivo através da lama dentinária, os sistemas autocondicionantes têm apresentado resultados satisfatórios em conformidade com os resultados deste estudo.

Bitter et al. (2004) verificaram que a camada híbrida pode ser formada por todos os sistemas adesivos, embora nos sistemas autocondicionantes a espessura seja menor. Segundo Nikaido et al. (1999), outro fator que pode esclarecer a eficácia dos autocondicionantes, é que estes sistemas podem ser menos afetados pelas soluções químicas utilizadas no tratamento endodôntico.

Muita controvérsia existe em relação ao emprego dos sistemas adesivos fotopolimerizáveis, isso porque o acesso à luz em dentina profunda e estreita no espaço para pino é restrito, gerando dúvidas sobre a eficácia da adesão obtida. Enquanto vários autores (FERRARI et al., 2001b; VICHI et al., 2002; BOFF, 2003; GORACCI et al., 2005a) sugerem a utilização dos sistemas adesivos químico ou dual, outros autores, como Ferrari; Manocci (2000) e Aknornmuang et al. (2005), defendem a efetividade dos sistemas fotopolimerizáveis. No presente estudo, os melhores resultados foram promovidos pelos adesivos Multilink Primer e Excite DSC, químico e dual, respectivamente, estatisticamente superiores aos resultados do adesivo Excite fotopolimerizável. Isso provavelmente porque tais sistemas garantem a polimerização ao longo de todo o conduto, mesmo na ausência de luz nas regiões mais profundas da cavidade do pino. Igualmente, Ferrari et al. (2001b), ao avaliarem a eficácia dos sistemas adesivos Excite, Excite DSC e One Step, concluíram que o adesivo autopolimerizável Excite DSC foi mais eficiente na formação da camada híbrida e dos *tags* de

resina ao longo de todo o canal do que os sistemas fotoativados. Boff (2003) também constatou que o adesivo químico Scotchbond Multi Purpose Plus promoveu uma força de união significativamente superior à do fotoativado Single Bond.

Curiosamente, o sistema DSC Dual testado na forma de ativação dual, com e sem ativação por luz previamente à inserção do cimento, apresentou resultados inferiores no grupo fotopolimerizado. No princípio, a hipótese era a de que a fotopolimerização prévia à inserção do cimento promoveria maior resistência inicial, com garantia da conversão de monômeros do adesivo nas áreas não alcançadas por luz pela reação química. Entretanto, esta suposição não foi comprovada provavelmente porque com a fotopolimerização, houve inibição da reação amina/peróxido, diminuindo a difusão do adesivo em cimento, levando a redução da adesão.

Um resultado interessante foi que a resistência de união obtida com o sistema dual Excite DSC não apresentou diferença significativa dos valores obtidos com o sistema AdheSE fotopolimerizável, quando associados ao cimento resinoso de polimerização dual. Segundo Aksornmuang et al. (2005), os adesivos fotopolimerizáveis são efetivos para o procedimento adesivo quando o tempo de polimerização é suficiente. Em um estudo *in vivo*, Ferrari e Manocci (2000) descreveram um mecanismo de adesão uniforme ao longo de todo o canal radicular quando um sistema adesivo de frasco único fotopolimerizável foi empregado para cimentação de pinos. Isso pode esclarecer os valores de resistência adesiva similares entre o sistema dual e o sistema autocondicionante fotopolimerizável aqui avaliados. Mallmann et al. (2005) também observaram que valores de resistência adesiva obtidos com o sistema de polimerização dual não foram diferentes daqueles demonstrados pelo sistema fotopolimerizável.

O sistema adesivo fotopolimerizável, quando utilizado, deve ser polimerizado previamente à inserção do cimento resinoso (FOXTON et al. 2003; GRANDINI et al., 2004;

COHELO SANTOS et al., 2005). No estudo de Ferrari et al. (2001), o sistema adesivo não foi fotopolimerizado antes da aplicação do cimento resinoso e do pino, e foi observado que no terço apical a formação de zona de interdifusão e de *tags* resinosos raramente ocorreu. Isso pode ser devido às porções de sistema adesivo não polimerizadas terem sido removidas antes da sua polimerização pela inserção de cimento resinoso e do pino por causa da pressão. Embora alguns autores acreditam que a transmissão de luz através do pino permite a fotopolimerização do adesivo e do cimento resinoso simultaneamente (VICHI; GRANDINI; FERRARI, 2001), essa polimerização pode não ser suficiente pela quantidade de material ou pelo tempo insuficiente de ativação por luz através do pino translúcido, o que determinaria uma polimerização incompleta (AKSORNMUANG et al. 2005). Roberts et al. (2004), ao analisarem o efeito da translucidez de determinados pinos, observaram que a polimerização foi insuficiente em profundidades maiores de 3mm. Dessa forma, a fotopolimerização através do pino deve ser utilizada apenas como forma complementar, sendo ainda questionável sua eficácia para tal finalidade. A melhor adesão promovida pela fotopolimerização prévia deve ser balanceada com o risco de excesso de espessura do filme e incompleta adaptação do pino.

Apesar de os cimentos resinosos serem compatíveis com a maioria dos sistemas adesivos, interações adversas entre os produtos podem ocorrer, comprometendo negativamente o resultado. Segundo Swift et al. (2001) e Sanares et al. (2001), alguns adesivos de frasco único não promovem adesão adequada à estrutura dental quando utilizados com compósitos autopolimerizáveis. No presente estudo, a avaliação da resistência de união promovida pela interação entre sistema adesivo e cimento resinoso demonstrou que a associação AdheSE/Variolink II promoveu valores estatisticamente superiores que a interação AdheSE/Multilink. Dessa forma, pode ser sugerida a hipótese de que a resistência do sistema adesivo pode ser afetada pelo modo de ativação do cimento. Na literatura, a reação química

adversa entre resinas compostas de ativação química e monômeros resinosos ácidos tem sido frequentemente relatada.

De acordo com Tay et al. (2003), a explicação para esta incompatibilidade do cimento resinoso químico e sistema adesivo fotopolimerizável consiste no fato de que, quando o adesivo é fotopolimerizado, uma camada inibida pelo oxigênio contendo monômeros ácidos se mantém na superfície. Quando a resina autopolimerizável é inserida sobre esta camada, ocorre uma mistura de componentes, e a acidez desses monômeros pode desativar a reação química da resina (SUH et al. 2003). No caso de os monômeros ácidos se difundirem através do cimento, pode ocorrer uma reação com a amina terciária (base). Quando quantidades expressivas de aminas são consumidas pela reação ácido/base (monômero/amina), a produção de radicais livres pode ser diminuída, resultando em inadequada polimerização. Algumas evidências sugerem que os monômeros ácidos também reagem com o iniciador peróxido de benzoíla, produzindo dióxido de carbono, que cria lacunas na interface (SWIFT et al. 2001). Por esses motivos, a adesão pode se tornar enfraquecida e permitir a ocorrência de falhas em cargas relativamente baixas (SANARES et al., 2001). Alguns autores relacionam o enfraquecimento da resistência adesiva à capacidade de a camada de adesivo fotopolimerizável funcionar como uma rede permeável (SUH et al., 2003; Tay et al., 2003; CARVALHO et al., 2004). A afinidade à água desses sistemas, especialmente os adesivos convencionais de dois passos e os autocondicionantes, permite a movimentação de fluidos da dentina para a camada adesiva (CHERSONI et al., 2005). Por isso, acredita-se que determinadas técnicas adesivas não conferem resistência em longo prazo, porque os sistemas são mais susceptíveis à sorção de água. Essas explicações podem esclarecer a ocorrência de valores inferiores de resistência adesiva promovidos pelos sistemas fotopolimerizáveis Excite e AdheSE quando associados ao sistema Multilink, no presente estudo.

Por outro lado, Ferrari e Manocci (2000); Ferrari et al. (2001); Vichi et al., (2002) observaram em microscopia eletrônica que a camada híbrida esteve presente na dentina radicular quando utilizado um sistema adesivo fotopolimerizável combinado com um cimento resinoso autopolimerizável. Assim Boff (2003), questiona se os baixos valores de adesão obtidos podem realmente ser devido à incompatibilidade entre adesivo fotopolimerizável e cimento, pois apesar de algumas amostras apresentarem cimento amolecido e valores de união nula, geralmente no terço cervical dos grupos ocorre a adesão, o que demonstra a compatibilidade. Para o autor, é mais provável que os baixos valores de adesão estejam relacionados à ausência de luz polimerizadora nas regiões mais profundas do canal radicular, uma vez que não se realiza a polimerização complementar após a inserção do cimento químico.

A associação de cimentos e adesivos autocondicionantes também gera questionamentos. Em seu estudo, Cheong et al. (2003), analisando a compatibilidade de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único (Xeno III e Brush&Bond) ou de dois passos (Clearfil SE Bond e Tyrian SPE/One-Step) com compósitos de polimerização química e dual, afirmaram que os autocondicionantes de dois frascos podem ser utilizados com compósitos nos procedimentos adesivos. Entretanto, Bonfante (2005) ao analisar a associação do cimento Multilink autopolimerizável com adesivo autocondicionante Multilink Primer, os mesmos materiais utilizados neste trabalho, obteve baixos resultados de continuidade da interface. De acordo com o autor, isso é consequência da incompatibilidade entre os monômeros resinosos ácidos do próprio adesivo autocondicionante de um passo, fornecido pelo fabricante, e as amins terciárias contidas no cimento (Tay et al. 2003). Contraditoriamente, as técnicas mais eficazes neste estudo foram promovidas pela associação dos cimentos dual e químico com o sistema adesivo autocondicionante autopolimerizável Multilink Primer, contestando a hipótese de que os monômeros ácidos comprometem

efetivamente a adesão. O adesivo Multilink Primer é produzido com o objetivo particular de interagir com o cimento autopolimerizável Multilink. Provavelmente, assim como verificado por Suh et al. (2003), as aminas terciárias empregadas neste cimento e no cimento Variolink II não são comprometidas e desativadas pelos monômeros resinosos ácidos, na concentração em que se apresentam, mesmo em contato direto previamente à polimerização. De acordo com o fabricante, o adesivo é polimerizado imediatamente quando entra em contato com o cimento resinoso. Devido à rápida polimerização inicial, pode haver pouca capacidade de ação do adesivo para difundir no cimento, dificultando a reação ácido-base responsável pela suposta incompatibilidade. Dong et al. (2003) também sugerem que as incompatibilidades podem estar especificamente relacionadas à formulação do sistema adesivo.

As mesmas justificativas podem ser utilizadas para esclarecer outro achado interessante encontrado neste estudo, no qual a interação entre AdheSE e Variolink II (autocondicionante e cimento dual) promoveu resultados semelhantes à associação entre Excite DSC Dual e Variolink (condicionamento ácido e dual). Provavelmente, a polimerização prévia do adesivo minimizou o contato dos monômeros ácidos com do cimento. Novamente pode ser sugerida a hipótese de Boff (2003), que afirma a possibilidade de que a falha adesiva se deva mais à ausência de luz do que à incompatibilidade, visto que o cimento Multilink associado ao AdheSE apresentou baixos valores.

Em relação aos modos de fratura, os achados deste estudo são similares aos do estudo Boone et al. (2001), no qual a falha rotineiramente ocorreu na interface entre dentina e cimento. Segundo Mannocci et al. (2003), essa interface é o elo mais fraco de união de pinos de fibra cimentados nos condutos. Embora Prisco et al. (2003) tenham afirmado que a diferença relativa da rigidez entre o cimento e o pino seja responsável por uma maior concentração de estresse na interface, o que a torna mais susceptível à fratura, poucas foram

as falhas adesivas na interface cimento/pino ocorridas neste estudo. Nos casos de falha na interface pino/cimento deve ser considerado o tratamento de superfície do pino (AKSORNMUANG et al., 2004). As falhas coesivas ocorreram em números baixos e foram desconsideradas.

Entre as metodologias disponíveis para avaliar a efetividade adesiva entre cimento resinoso, pino e dentina intra-radicular, tem-se utilizado com frequência a análise em MEV (FERRARI et al., 2000b; FERRARI; MANOCCI, 2000; FERRARI et al., 2001b; GIACHETTI et al., 2004) e os testes de resistência de microtração (GASTON et al., 2001; MANNOCCI et al.; 2001; AKSORNMUANG et al., 2004; MALLMANN et al., 2005) e de cisalhamento por extrusão (CORDEIRO, 2002; PEST et al., 2002; KURTZ et al., 2003; PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004; GORACCI et al., 2005a). Para a execução desta pesquisa, o teste de cisalhamento por extrusão foi o escolhido por ser menos sensível e por não promover estresse durante a confecção dos corpos-de-prova, com menor interferência na resistência à fixação de pinos aderidos à dentina intra-radicular (GORACCI et al., 2004). Além disso, o ensaio, por ser realizado em áreas menores, permite o desenvolvimento de uma força de cisalhamento mais uniforme, com melhor distribuição e direcionamento de estresse, fazendo com que a falha ocorra na interface adesiva, em vez de falha coesiva no substrato (PFEIFER; SIIH; BRAGA, 2003; GORACCI et al. 2004). Ao mesmo tempo, foi possível uma avaliação de forma setorial nos terços radiculares, indicando o local e o tipo de falha mais frequentes (BOFF, 2003).

Embora o teste de microtração também possibilite uma distribuição de estresse mais uniforme ao longo da interface adesiva e a mensuração da resistência adesiva em áreas muito restritas, como nos três níveis do canal radicular, segundo Goracci et al., (2004), para avaliação da resistência adesiva de pinos de fibra cimentados, o teste de cisalhamento por

extrusão parece ser mais confiável, uma vez que no ensaio de microtração geralmente, ocorre um grande número de falhas prematuras e altos valores de desvio padrão, tornando questionável a validade da técnica.

De acordo com este estudo, os valores de resistência dos cimentos resinosos associados aos sistemas adesivos para cimentação intra-radicular são influenciados por variáveis inerentes aos materiais e ao substrato. Algumas dúvidas referentes a determinados pontos ainda persistem e devem ser resolvidas em experimentos futuros. Dessa forma, o clínico deve conhecer as limitações da técnica e procurar realizar os procedimentos dentro de um protocolo e com materiais idôneos disponíveis, para se alcançarem resultados de união satisfatória no tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente com emprego de pinos de fibra de vidro.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados fica evidente que:

- A seleção adequada do cimento resinoso e do sistema adesivo, baseada na compatibilidade entre esses materiais, é imprescindível para evitar reações adversas e garantir certo grau de efetividade adesiva. Apesar disso, os resultados são expressivamente inferiores àqueles relatados em estudos em dentina coronária.

## REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

AKSORNMUANG, J. et al. Effect of prolonged photo-irradiation time of three self-etch systems on the bonding to root canal dentine. **J. Dent.**, Guildford, p. 1-9, 2005. [Article in press].

AKSORNMUANG, J. et al. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. **J. Dent.**, Guildford, v. 32, p. 443-450, 2004.

BACHICHA, W.S. et al. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 11, p. 703-708, Nov. 1998.

BEN-AMAR, A. et al. Retention of prefabricated posts with dental adhesive and composite. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 56, n. 6, p. 681-684, Dec. 1986.

BITTER, K. et al. A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 37, n. 12, p. 840-848, Dec. 2004.

BOFF, L.L. **Influência do modo de ativação na resistência de união de um sistema adesivo de dois passos e um cimento resinoso à dentina intra-radicular.** 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia, Pontifca Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOONE, K.J. et al. Post retention: the effect of sequence of post-space preparation, cementation time, and different sealers. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 12, p. 768-771, Dec. 2001.

BOUILLAGUET, S. et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 19, p. 199-205, 2003.

---

<sup>2</sup> Baseado na NBR 6023: 2002 da ABNT.

BRAGA, R.R.; CESAR, P.F.; GONZAGA, C.C. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 29, p. 257-262, 2002.

BURROW. et al. Early bonding of resin cements to dentin – effect of bonding environment. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 21, p. 196-202, 1996.

CARVALHO, R.M. et al. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentine. **J. Dent. Res.**, Washington, n. 32, p. 55-65, 2004.

CAUGHMAN, W.F.; CHAN, D.C.N.; RUEGGEBER, G.F.A. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, n. 85, p. 479-484, May 2001.

CHEONG, C. et al. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 6, p. 747-755, 2003.

CHERSONI, S. et al. In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 3, n. 84, p. 223-227, Mar. 2005.

COELHO SANTOS, G.; EL-MOWAFY, O.; RUBO, J.H. Diametral tensile strength of a resin composite core with nonmetallic prefabricated posts: an in vitro study. **J. Prosthetic. Dent.**, St. Louis, v. 91, p. 335-341, Apr. 2004.

COHELO SANTOS, M.J.M. et al. The effect of dentin adhesive and cure mode on film thickness and microtensile bond strength to dentin in indirect restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 30, n. 1, p. 50-57, 2005.

CORDEIRO, N.P.A. **Resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina intraradicular**. 2002. 86f. Tese (Doutorado em Clínica Odontológica) Universidade de Piracicaba, Piracicaba.

DONG, C.C.S. et al. Effect of mode of polymerization of bonding agent on shear bond strength of autocured resin composite luting cements. **J. Can. Dent. Assoc.**, v. 69, n. 4, p. 229-234, 2003.

FERRARI, M.; MANNOCCI, F. A “one-bottle” adhesive system for bonding a fibre post into a root canal: an SEM evaluation of the post-resin interface. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 397-400, July 2000.

FERRARI, M. et al. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.13, p.9B-13B, May 2000a.

FERRARI, M. et al. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, n. 5, p. 255-60, Oct. 2000b.

FERRARI, M. et al. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 14, n. 6, p. 543-549, Nov/Dec. 2001.

FERRARI, M.; VICHI, A.; GRANDINI, S. Efficacy of different techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, p. 422-429, 2001.

FERRARI, M. et al. Influence of *microbrush* on efficacy of bonding into root canals. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 15, n. 4, p. 227-231, Aug. 2002a.

FERRARI, M. et al. Influence of a *microbrush* on bonding fiber post into root canals under clinical conditions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 94, p. 627-631, 2002b.

FOXTON, R.M. et al. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 5, p. 543-551, 2003.

FOXTON, R.M. et al. Adhesion to root canal dentin using one and two-step adhesives with dual-cure composite core materials. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 32, p. 97-104, 2005.

GASTON, B.A. et al. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. **J. Endod.**, Baltimore, n. 27, v. 5, p. 321-4, May 2001.

GIACHETTI, L. et al. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. **J. Dent. Res.**, Washington, v.32, n.8, p. 629-634, Nov. 2004.

GORACCI, C. et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur. J. Oral Sci.**, v. 112, n. 4, p. 353-361, Aug. 2004.

GORACCI, C. et al. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intra-radicular dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 30, n. 5, p. 561-668, Sept/Out. 2005a.

GRANDINI, S. et al. A one step procedure for luting glass fibre posts: an SEM evaluation. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 37, n. 10, p. 679-686, Oct. 2004.

GUTMANN, J.L. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 67, n. 4, p. 458-467, Apr. 1992.

HEDLUND, S.O.; JOHANSSON, N.G.; SJÖGREN, G. Retention of prefabricated and individually cast root canal posts in vitro. **British Dent. J.**, v. 195, n. 3, p. 155-158, Aug. 2003.

KURTZ, J.S. et al. Bond strength of tooth-colored posts. Effect of sealer, dentin adhesive and root region. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, p.31A-36A, 2003.

LOPES, G.C. et al. Microtensile bond strength to root canal vs pulp chamber dentin: effect of bonding strategies. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, n. 6 p. 129-133, 2004.

MALLMANN, A. et al. Microtensile bond strength of light and self-cured adhesive systems to intra-radicular dentin using a translucent fiber post. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 30, n. 4, p. 500-506. 2005.

MANNOCCI, F. et al. Microtensile bond strength and confocal microscopy of dental adhesives bonded to root canal dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, p. 200-204, 2001.

MANNOCCI, F.; FERRARI, M.; WATSON, T.F. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 85, n. 3, p. 284-291, 2001b.

MJOR, I.A.; NORDAHL, I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 41, n. 5, p. 401-412, 1996.

MJOR, I.A. et al. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 34, p. 346-353, 2001.

MONTICELLI, F. et al. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. **Int. J. Prosthodont**, Lombard, v. 16, n. 6, p. 593-596, Nov/Dec. 2003.

NIKAIDO, T. et al. Bond strengths to endodontically treated teeth. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 12, p. 177-180, 1999.

NISSAN, J.; DMITRY, Y.; ASSIF, D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 86, n. 3, p. 304-308, Sept. 2001.

PERDIGÃO, J.; GERALDELI, S.; LEE, I.K. Push-out bond strengths of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 17, p. 422-426, 2004.

PEST, L.B. et al. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push out tests and SEM observations. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, p. 596-602, 2002.

PFEIFER, C.; SIIIIH, D.; BRAGA, R.R. Compatibility of dental adhesives and dual-cure cements. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, n. 4, p. 235-238, Aug. 2003.

PRISCO, D. et al. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically-treated teeth. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 5, p. 515-521, 2003.

RICKETTS, D.N.J.; TAIT, C.M.E.; HIGGINS, A.J. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. **Br. Dent. J.**, v. 198, n. 9, p. 533-541, May. 2005.

ROBERTS, H.W. et al. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. **Dent. Mater.**, Washington, v. 20, n. 7, p. 617-622, Sep. 2004.

SANARES, A.M.E. et al. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, n. 6, p. 542-556, Nov. 2001.

SEN, D.; POYRAZOGLU, E.; TUNCELLI, B. The retentive effects of pre-fabricated posts by luting cements. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 31, p. 585-589, 2004.

SERAFINO, C. et al. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol Endod.**, v. 97, n. 3, p. 381-387, Mar. 2004.

SUH, B.I. et al. Factors contributing to the compatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v. 5, n. 4, p. 267-282, 2003.

SWIFT JR, E.J. et al. Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, p. 137-140, 2001.

TAY, F.R. et al. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, n. 5, p. 91-105, 2003.

VICHI, A.; GRANDINI, S.; FERRARI, M. Clinical procedure for luting glass fiber posts. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 4, p. 353-359, Winter 2001.

VICHI, A. et al. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 7, p. 495-502, Nov. 2002.



Comparação das médias da variável Terços dentro das variáveis Sistema Adesivo e Cimento.

Sistema Adesivo	Cimento	Terços	N	Média	Desvio Padrão	Tukey	Erro Padrão	Intervalo de Confiança	
DSC Auto	Variolink	Cervical	10	3,846074	2,502494	A	0,791358	2,055897	5,636250
		Médio	12	3,788713	4,691483	A	1,354314	0,807887	6,769539
		Apical	12	2,402212	3,040456	A	0,877704	0,470398	4,334025
	Multilink	Cervical	12	3,632513	3,626908	A	1,046998	1,328085	5,936940
		Médio	12	2,310131	1,727426	A	0,498665	1,212577	3,407685
		Apical	12	1,932100	1,721371	A	0,496917	0,838392	3,025807
DSC Foto	Variolink	Cervical	12	2,744503	2,082182	A	0,601074	1,421548	4,067458
		Médio	12	1,480004	1,247117	A	0,360012	0,687623	2,272384
		Apical	12	1,493448	1,207122	A	0,348466	0,726479	2,260417
	Multilink	Cervical	12	2,478467	2,599365	A	0,750372	0,826909	4,130024
		Médio	12	1,612237	1,614836	A	0,466163	0,586219	2,638255
		Apical	12	0,732503	0,588079	A	0,169764	0,358856	1,106150
Excite	Variolink	Cervical	11	1,998382	2,450819	A	0,738950	0,351899	3,644865
		Médio	12	0,862231	1,350328	A	0,389806	0,004273	1,720189
		Apical	12	0,677260	1,354371	A	0,390973	-0,183266	1,537787
	Multilink	Cervical	11	0,581369	0,606439	A	0,182848	0,173958	0,988781
		Médio	12	0,487949	0,816817	A	0,235795	-0,031032	1,006930
		Apical	12	0,196075	0,151537	A	0,043745	0,099793	0,292357
AdheSE	Variolink	Cervical	11	5,908565	5,302513	<b>A</b>	1,598768	2,346289	9,470842
		Médio	12	1,688588	2,364435	B	0,682554	0,186298	3,190879
		Apical	12	0,970453	1,002244	B	0,289323	0,333658	1,607249
	Multilink	Cervical	12	1,572696	1,432340	A	0,413481	0,662631	2,482761
		Médio	12	0,785313	1,204011	A	0,347568	0,020320	1,550305
		Apical	12	0,480635	0,641645	A	0,185227	0,072953	0,888317
ED Primer	Variolink	Cervical	12	2,387218	1,509748	A	0,435827	1,427970	3,346466
		Médio	12	3,640490	1,590601	A	0,459167	2,629871	4,651110
		Apical	12	7,379241	3,545268	<b>B</b>	1,023431	5,126685	9,631797
	Multilink	Cervical	11	2,012450	1,812170	A	0,546390	0,795018	3,229883
		Médio	12	5,304135	4,984299	A	1,438843	2,137263	8,471007
		Apical	12	3,462333	3,034958	A	0,876117	1,534013	5,390653