

BEATRIZ ÁLVARES CABRAL DE BARROS

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS
DA DENTINA INTRARRADICULAR NA RESISTÊNCIA DA
UNIÃO AO TESTE DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO
(*PUSH OUT*) DE PINOS FIBRORRESINOSOS CIMENTADOS
COM DIFERENTES SISTEMAS: UM ESTUDO *IN VITRO***

Florianópolis
2009

BEATRIZ ÁLVARES CABRAL DE BARROS

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS
DA DENTINA INTRARRADICULAR NA RESISTÊNCIA DA
UNIÃO AO TESTE DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO
(*PUSH OUT*) DE PINOS FIBRORRESINOSOS CIMENTADOS
COM DIFERENTES SISTEMAS: UM ESTUDO *IN VITRO***

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. Luiz Clovis Cardoso Vieira
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri

Florianópolis
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Barros, Beatriz Álvares Cabral de

Avaliação do efeito de diferentes tratamentos da dentina intrarradicular na resistência da união ao teste de cisalhamento por extrusão (*push out*) de pinos fibrorresinosos cimentados com diferentes sistemas: Um estudo in- vitro./ Beatriz Álvares Cabral de Barros – Florianópolis : 2009. 91f: il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira
Tese (Doutorado em Dentística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, 2009.

Inclui bibliografia

1. Cimentos de resina. 2. Adesivos dentinários. 3. Pinos dentários. 4. Resistência ao cisalhamento. I. Vieira, Luiz Clovis Cardoso. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. III. Título

BEATRIZ ÁLVARES CABRAL DE BARROS

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS
DA DENTINA INTRARRADICULAR NA RESISTÊNCIA DA
UNIÃO AO TESTE DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO
(*PUSH OUT*) DE PINOS FIBRORRESINOSOS CIMENTADOS
COM DIFERENTES SISTEMAS: UM ESTUDO *IN VITRO***

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, 7 de dezembro de 2009.

Prof. Dr. Ricardo Magini

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

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira
Orientador – UFSC

Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri
Co-orientador – UFSC

Prof. Dra. Renata Gondo Machado
Membro

Prof. Dra. Paula de Carvalho Cardoso
Membro

Prof. Dr. Saulo Fortkamp
Membro

**À minha amada filha, LUIZA,
minha melhor amiga
e companheira de todas as horas.**

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Luiz Clóvis Cardoso Vieira, meu orientador, pelo incentivo, apoio e estímulo. Por tudo que aprendi com o senhor, pela liberdade de trabalho que recebi, pela atenção e carinho. Obrigada pela força, pelos puxões de orelha e pela amizade!

Ao professor Dr. Luiz Narciso Baratieri, pela co-orientação, atenção e apoio. Obrigada pelas ideias e pela confiança.

Ao professor Dr. Sylvio Monteiro Junior, pela sua ajuda, disposição e amizade. Obrigada pelo carinho e atenção. Obrigada por sempre acreditar em mim e por me incentivar desde sempre.

Ao professor Dr. Gilberto Müller Arcari, por tornar possível o preparo dos corpos de prova desta pesquisa. Obrigada por me “salvar” naquele momento desolador. Foi como se você, de repente, tivesse acendido as luzes.

Aos professores doutores que vieram formar a banca, Renata, Paula e Saulo. Vocês são pessoas que admiro muito e amigos de longa data. Obrigada por participarem desta jornada na pós-graduação e por aceitarem o convite para fazer parte deste dia tão importante. A presença de vocês nesta banca torna este dia ainda mais especial.

Aos professores da Disciplina de Dentística, Mauro Amaral Caldeira de Andrade, João Roberto Sanford Lins, César Alves de Andrade, Cleo Nunes de Sousa, Hamilton Pires Maia, Antônio Miguel Gil e Guilherme Carpena Lopes, por tudo o que me ensinaram nesta jornada desde a graduação, passando pela especialização e mestrado, até o doutorado.

Obrigada à Disciplina de Clínica Integrada e a todo o seu corpo docente, pelo excelente ambiente de convívio durante o meu estágio de docência na 9ª fase da graduação.

Aos meus colegas de doutorado, Fábio, Fernando, Flávia, Jackeline, Jussara, Kazuza, Leandro, Letícia, Luciana, Luiz, Monica e Tiago, pela amizade, alegrias e momentos de descontração. Pelos

momentos de muito trabalho que dividimos. Pela aventura e pelas experiências de vida.

Aos colegas da pós-graduação que estavam começando o mestrado quando nós começávamos o doutorado em dentística, Sheila, Silvana, Renan, Marcelo, Daniel, Eduardo, Juan, Juliana, Júnio, Livia, Luana, Marcelo e Max. Aos atuais colegas do mestrado em Dentística, Adriano, Cássio, Daniel, David, Eduardo e Greciana. Agradecimentos especiais ao colega Juan, que me ajudou muito na parte experimental desta pesquisa, sacrificando o convívio com a sua família para me ajudar no laboratório por tardes e tardes...

Aos alunos da graduação, pois com eles também aprendemos muito, em especial ao hoje colega Mateus Proença, que, quando ainda era acadêmico, fez a obturação endodôntica em todos os dentes desta pesquisa, às vezes em vésperas de provas importantes.

Ao Professor Dr. Sergio Fernando Torres de Freitas, pela realização das análises estatísticas. Obrigada pelo pronto atendimento, pela atenção e disposição em esclarecer as minhas dúvidas.

À professora Liene Campos, pela revisão deste trabalho e pelas orientações precisas.

À Dona Leia e à Dona Talita, por serem tão prestativas e por estarem sempre presentes quando a gente precisa.

À Ana, secretária da Pós-Graduação, pela eficiência e dedicação.

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

A todos aqueles que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha filha, Luiza, que desde muito pequena participou da minha jornada na pós-graduação. Pelas horas que estive ausente, pelo amor incondicional que compartilhamos, por ser tão especial na minha vida e pelo futuro que temos pela frente. Obrigada pelo companheirismo.

Aos meus pais, Edy e Manoel, que tornam possível a realização dos meus sonhos. Por cuidarem da Luiza quando estive ausente, pelo apoio constante, pela imensurável ajuda. Obrigada por nos amarem tanto!

Ao meu irmão, Felipe, que às vezes cuida de mim como se eu fosse a caçula. Obrigada pela ajuda e apoio constantes..

Às minhas amigas tão especiais Mariana, Simone, Cimara, Priscila, Juliane, Lílian, Raquel e Mayke, por torcerem tanto por mim, pelos momentos de descontração e diversão que “recarregavam minhas baterias”.

Viver!
E não ter a vergonha
De ser feliz
Cantar e cantar e cantar
A beleza de ser
Um eterno aprendiz...

(Gonzaguinha)

RESUMO

BARROS, Beatriz Álvares Cabral de. **Avaliação do efeito de diferentes tratamentos da dentina intrarradicular na resistência da união ao teste de cisalhamento por extrusão (*push out*) de pinos fibrorresinosos cimentados com diferentes sistemas: um estudo *in vitro***. 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da associação de tratamentos da dentina intrarradicular com diferentes sistemas de cimentação adesiva na retenção de pinos fibrorresinosos intrarradiculares (FRC Postec Plus, Ivoclar Vivadent). Selecionaram-se dentes pré-molares unirradiculares hígidos, que tiveram a porção coronal removida e o canal radicular tratado endodonticamente. Os espaços para os pinos foram preparados com brocas específicas. Dividiram-se aleatoriamente os dentes em grupos e subgrupos, de acordo com o sistema de cimentação utilizado e com o tratamento realizado na dentina intrarradicular. Para comparar os sistemas de cimentação, formaram-se subgrupos utilizando Variolink II, RelyX ARC, RelyX Unicem, Multilink, fosfato de zinco, usados de acordo com o fabricante. Depois, avaliaram-se os cimentos Variolink II e RelyX ARC em associação com as seguintes soluções para tratamento dentinário: clorexidina a 2% e EDTA a 17%. Após a cimentação, os dentes foram seccionados axialmente em 6 fatias de 1 mm, 2 fatias de cada terço (cervical, médio e apical). Os corpos de prova foram submetidos ao teste de cisalhamento por extrusão em uma velocidade de 0,5 mm/min, e os resultados analisados por ANOVA2 e teste de Tukey. Fez-se também a análise estatística do tipo de fratura pelo teste do qui-quadrado. Os resultados demonstram que o tipo de sistema cimentante, o tratamento alternativo utilizado e a região da raiz (terços) podem interferir na retenção de pinos fibrorresinosos à dentina intrarradicular.

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

ABSTRACT

BARROS, Beatriz Álvares Cabral de. **Avaliação do efeito de diferentes tratamentos da dentina intrarradicular na resistência da união ao teste de cisalhamento por extrusão (*push out*) de pinos fibrorresinosos cimentados com diferentes sistemas: um estudo *in vitro*.** 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

The purpose of this study was to evaluate the effect of associating root canal dentin treatments to different systems of adhesive cementation in the retention of root canal fiber resin posts (FRC Postec Plus Ivoclar Vivadent). Single root canal premolar health teeth which had their coronal part removed and root canal treated were selected for this study. Spaces for posts were prepared using specific drills. Teeth were randomly divided according to the cementation system used and root canal dentin treatment executed in the following subgroups: Variolink II, RelyX ARC, RelyX Unicem, Multilink, and zinc phosphate, used according to the manufacturers' instructions. After Variolink II and RelyX ARC cements, in association with dentin treatment solutions: 2% chlorhexidine, and 17% EDTA. After cementing, teeth were cut in six 1 mm slices, two slices per third: cervical, middle, and apical. Specimens were subjected to push out test at 0.5 mm/min speed and results analyzed using ANOVA2 and Tukey test. The type of fracture also was evaluated. Results showed that the type of cement system used, the alternative treatment used, and the root canal third region may interfere in the retention of fiber resin posts to root canal dentin.

Key-words: Resin cements. Dentin adhesives. Dental posts. Shear bond strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	<i>Pré- molares unirradiculares humanos hígidos.</i>	37
Figura 2 –	<i>a) Pinos do sistema FRC Postec Plus; b) Brocas alargadoras do mesmo sistema.</i>	39
Figura 3 –	<i>Preparo do conduto com a broca especial do sistema.</i>	40
Figura 4 –	<i>Tratamento da superfície do pino: a) aplicação do ácido fosfórico 37%, b) aplicação de silano.</i>	41
Figura 5 –	<i>Raíz inserida no bloco de silicona de adição.</i>	41
Figura 6 –	<i>Condicionamento ácido da dentina intrarradicular</i>	43
Figura 7 –	<i>Aplicação do Excite: a) Aplicação do adesivo; b) remoção dos excessos do adesivo.</i>	44
Figura 8 –	<i>Cimentação com Variolink II: a) Lentulo levando cimento ao preparo; b) pino com cimento; c) pino posicionado e fotopolimerização do cimento.</i>	45
Figura 9 –	<i>Aplicação do Scotchbond Multi-Purpose Plus.</i>	45
Figura 10 –	<i>Cimentação com RelyX ARC: a) Lentulo levando cimento ao preparo; b) pino com cimento; c) posicionamento do pino e fotopolimerização do cimento.</i>	46
Figura 11 –	<i>a) cápsula do RelyX Unicem em instrumento ativador; b) cápsula posicionada no amalgamador; c) cápsula no aplicador.</i>	47
Figura 12 –	<i>Cimentação com RelyX Unicem: a) aplicador levando cimento ao preparo; b) aplicador colocando cimento no pino; c) posicionamento do pino ao conduto e fotopolimerização do cimento.</i>	47
Figura 13 –	<i>Multilink PrimerA eB misturado em porções iguais sendo levado ao canal com microbrush e cone de papel</i>	48
Figura 14 –	<i>a) Lentulo levando cimento Multilink ao preparo; b) pino com cimento; c) posicionamento e adaptação do pino ao conduto.</i>	49

Figura 15 –	<i>Cimentação com Fosfato de Zinco: a) Lentulo levando cimento ao preparo; b) pino com cimento; c) posicionamento e adaptação do pino ao conduto.</i>	50
Figura 16 –	<i>Sequência do tratamento prévio com Clorexidina 2%.</i>	50
Figura 17 –	<i>Sequência do tratamento prévio com uso de EDTA 17%.</i>	51
Figura 18 –	<i>Dente com núcleo de preenchimento em resina composta.</i>	51
Figura 19 –	<i>6 fatias (espécimes) foram obtidas por raiz, 2 de cada terço</i>	53
Figura 20 –	<i>a) Máquina Instron; b) pontas montadas.</i>	53
Figura 21 –	<i>Corpo de prova posicionado na máquina de teste.</i>	54
Figura 22 –	<i>Corpo de prova e fragmento do pino após teste de extrusão.</i>	54

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – *Resultados do teste ANOVA2 para comparação entre os sub-grupos 1A a 1E, e os respectivos terços radiculares e interação entre eles.* 59
- Tabela 2 – *Distribuição das médias das resistências adesivas encontradas nos Subgrupos do Grupo 1 de cimentos utilizados conforme a orientação dos fabricantes (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).* 59
- Tabela 3 – *Comparações individuais das médias das resistências a adesão em MPa encontradas nos terços radiculares do grupo 1 (teste de Tukey para n desiguais entre terços).* 60
- Tabela 4 – *Comparações individuais das médias de resistência a adesão – cisalhamento – considerando a interação entre cimento e terço radicular (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).* 61
- Tabela 5 – *Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2, 3 e 4 considerando os sistemas de cimentação utilizados (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).* 62
- Tabela 6 – *Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2, 3 e 4 considerando os tratamentos de dentina intraradicular utilizados (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).* 63
- Tabela 7 – *Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2, 3 e 4, considerando a interação entre os tratamentos da dentina intra-radicular utilizados e os* 64

sistemas de cimentação (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).

Tabela 8 – *Ocorrência do Tipo de fratura por cimento.* 66

Tabela 9 – *Análise da ocorrência do tipo de fratura por terço, dentro do mesmo grupo. Resultados de qui-quadrado e p.* 66

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – *Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando os sistemas de cimentação utilizados* 63
- Gráfico 2 – *Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando os tratamentos de dentina intrarradicular utilizados* 64
- Gráfico 3 – *Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3, considerando a interação entre os tratamentos da dentina intrarradicular utilizados e os sistemas de cimentação* 65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – *Grupos e Subgrupos*

42

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Por cento
°C	Grau Celsius
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
h	Hora
kgF	Quilograma-força
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MET	Microscopia eletrônica de transmissão
min	Minuto
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
mm ²	Milímetro quadrado
MMP	Matriz de metaloproteinase
MPa	Megapascal
n	Número
N	Newton
NaOCl	Cloreto de sódio
s	Segundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA	24
2.1 DENTINA INTRARRADICULAR	24
2.2 PINOS FIBRORRESINOS	26
2.3 CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS FIBRORRESINOSOS	27
2.4 DEGRADAÇÃO DA CAMADA HÍBRIDA	30
2.5 INIBIÇÃO DA COLAGENASE	32
3 PROPOSIÇÃO	35
4 MATERIAIS E MÉTODO	37
4.1 SELEÇÃO DOS DENTES	37
4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO	37
4.3 PREPARO DO ESPAÇO PARA CIMENTAÇÃO DO PINO FIBRORRESINOSO	38
4.4 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DO PINO	40
4.5 TRATAMENTO DA DENTINA INTRARRADICULAR	41
4.6 DIVISÃO DOS GRUPOS	42
4.7 ARMAZENAGEM DOS DENTES	52
4.8 OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	52
4.9 TESTE DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO – <i>PUSH-OUT</i>	53
4.10 CONVERSÃO DE VALORES	55
4.11 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA	55
4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA	56
5 RESULTADOS	58
5.1 ANÁLISE DA COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBGRUPOS DO GRUPO 1	58
5.2 ANÁLISE DA COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS EXPERIMENTAIS 1A, 1B, 2 e 3.	62
5.3 ANÁLISE DOS TIPOS DE FRATURA	65
6 DISCUSSÃO	68
6.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA	69
6.2 DISCUSSÃO DA ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA	75
7 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	82
ANEXOS	91

١٥٣٠

1 INTRODUÇÃO

Os pinos de fibra de vidro têm sido cada vez mais empregados no tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente, em alguns casos como alternativa aos pinos metálicos fundidos. Nesse tipo de tratamento, a função do pino é promover retenção adicional à restauração coronal (COELHO SANTOS; EL-MOWAFY; RUBO, 2004). Essa escolha se deve aos resultados clínicos satisfatórios (FERRARI et al., 2000a; MONTICELLI et al., 2003; SCHMITTER et al., 2007), aos efeitos ópticos estéticos e, principalmente, às propriedades físicas semelhantes às da dentina (PRISCO et al., 2003; PERDIGÃO et al., 2003). Além disso, esses pinos oferecem a possibilidade de serem cimentados com técnicas e materiais adesivos, o que proporciona uma melhor distribuição do estresse ao longo da parede radicular, evitando fraturas catastróficas (DIETSCHI et al., 2007; MANNOCCI et al., 2005; PRISCO et al., 2003; TORBJONER et al., 1996). Como a fase de cimentação é considerada decisiva para a estabilidade e para a longevidade da restauração, os cimentos resinosos são os mais recomendados, e um grande interesse vem sendo direcionado à adesão à dentina intrarradicular (FERRARI et al., 2002a, 2002b; SEN; POYRAZOGLU; TUNCELLI, 2004).

Devido à própria conformidade do canal radicular, estreito e profundo, que dificulta a aplicação dos sistemas adesivos e a transmissão de luz (PERDIGÃO; GOMES; AUGUSTO, 2007; SCHWARTZ, 2006; TAY et al., 2005; ZICARI et al., 2008), os cimentos resinosos recomendados para a cimentação de pinos são os de reação dual (física e química) e os autopolimerizáveis (SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005). Os cimentos autopolimerizáveis promovem maiores valores de resistência adesiva ao longo do tempo, devido à maior capacidade de conversão de polimerização (PFEIFER; SIIIIH; BRAGA, 2003). Além disso, como o fator de configuração no conduto é desfavorável (BOUILLAGUET et al., 2003), os cimentos autopolimerizáveis permitem maior alívio do estresse gerado pela contração de polimerização. No entanto, os resultados da adesão à dentina radicular são expressivamente inferiores àqueles relatados em estudos em dentina coronária (BOFF, 2003; KURTZ et al., 2003; LOPES et al., 2004). As características morfológicas, histológicas (MJOR; NORDAHL, 1996; MJOR et al., 2001) e anatômicas da dentina intrarradicular e do conduto radicular (BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ, 2006; SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al.,

2005; ZICARI et al., 2008) tornam as condições desse substrato menos favoráveis à adesão (BITTER et al., 2004; FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001; FERRARI et al., 2000a; GORACCI et al., 2004; SCHWARTZ, 2006; ZICARI et al., 2008).

A dentina radicular preparada apresenta grande quantidade de lama dentinária, formada durante a instrumentação da dentina radicular. Mesmo após o condicionamento ácido dentinário, ainda existem muitas áreas inapropriadas para a adesão (SERAFINO et al., 2004; TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE, 2005). Alguns autores sugerem um pré-tratamento com agente quelante, como o EDTA antes da cimentação adesiva, uma vez que o agente quelante age nos componentes inorgânicos da lama dentinária, causando descalcificação da dentina peritubular e intertubular, o que deixa o colágeno exposto (SERAFINO et al., 2004; TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE, 2005).

Durante a instrumentação dentinária, como em preparos cavitários, por exemplo, matriz de metaloproteinase (MMP) endógena é liberada da dentina coronária. A sua ativação resulta em degradação da camada híbrida criada na adesão à dentina, ou seja, a dentina instrumentada possui atividade colagenólica latente (FERRARI et al., 2004; HEBLING et al., 2005; TAY et al., 2006). A autodestruição *in vivo* da matriz colágena ocorre rapidamente na dentina infiltrada por resina e, na dentina coronária, pode ser adiada com o uso de clorexidina ou de ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA), que agem como inibidores de MMP (HEBLING et al., 2005; TAY et al., 2006). À luz dessas descobertas, surgiu também o interesse de se aplicar essa técnica na dentina intrarradicular previamente à aplicação de cimentos adesivos. Assim, a clorexidina ou o EDTA talvez possam atrasar a degradação da camada híbrida, o que melhora a qualidade da adesão.

Diante dessas considerações, percebe-se que existe ainda a necessidade de se investigarem técnicas alternativas que proporcionem melhoras na adesão à dentina intrarradicular. Um protocolo clínico para o uso da clorexidina ou do EDTA pode ser valioso.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito na retenção de pinos fibrorresinosos intrarradiculares de diferentes tratamentos da dentina intrarradicular, associados a diferentes sistemas de cimentação adesiva.

2 FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 DENTINA INTRARRADICULAR

O tipo de substrato é muito importante na determinação da efetividade da adesão dos pinos fibrorresinosos. As características peculiares da dentina intrarradicular a tornam diferente da dentina coronal e, por esse motivo, a efetividade da cimentação de pinos na dentina radicular ainda é limitada e questionável. De acordo com Mjor e Nordahl (1996), que examinaram a densidade e ramificações dos túbulos dentinários em dentes humanos por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), existem diferenças significativas entre os túbulos segundo a sua localização. As diferenças na densidade dos túbulos entre áreas internas e periféricas são mais marcantes na coroa do que na raiz. A raiz apresenta número de túbulos significativamente menor do que a coroa. O número de ramificações dos túbulos dentinários é abundante em áreas onde a densidade deles é menor, como na dentina radicular, o que mostra que existem diferenças marcantes entre a dentina coronária e a radicular.

Ao longo do conduto radicular também ocorrem diferenças histológicas. Observa-se uma maior densidade e diâmetro dos túbulos dentinários no terço cervical, diminuindo em direção apical. Características marcantes ocorrem na estrutura de dentina apical, incluindo canais acessórios, áreas de reabsorção e reparos, quantidades irregulares de dentina secundária e, inclusive, tecido cementário recoberto a parede apical do conduto radicular. Os túbulos dentinários principais apresentam-se irregulares na densidade e na direção. Algumas áreas demonstram ausência de túbulos dentinários (MJOR et al., 2001). A espessura da camada híbrida depende da densidade dos túbulos, e a qualidade da adesão é afetada pela densidade e pela orientação dos túbulos dentinários nos diferentes terços das paredes do canal radicular (FERRARI et al., 2000b; MALLMANN et al., 2005; MJOR et al., 2001). Uma vez que a adesão se dá pela infiltração do adesivo nos túbulos, menor quantidade, irregularidade na distribuição, baixa densidade e orientação irregular desses túbulos ao longo do conduto radicular podem significar comprometimento e redução da imbricação mecânica. Dessa forma, a estrutura morfo-histológica irregular e

variável da região radicular do dente humano representa um desafio para a terapia endodôntica e restauradora adesiva, pois os fatores intrínsecos do substrato contribuem para a complexidade do mecanismo de adesão a ele (FERRARI et al., 2000b; MALLMANN et al., 2005).

As diferenças observadas entre os terços radiculares determinam resultados desiguais após o condicionamento ácido de cada região. Ferrari et al. (2000a) verificaram um aumento de superfície disponível para adesão de 202% no terço cervical, de 156% no terço médio e de 113% no terço apical, aproximadamente, após o condicionamento ácido.

Bitter et al. (2004) relataram diminuição na espessura da camada híbrida de coronal para apical. Portanto, a condição mais satisfatória para adesão à dentina intrarradicular ocorre no terço coronal do conduto radicular, devido ao aumento significativo no número de túbulos e à maior superfície disponível para a adesão, além da facilidade de acesso (BOFF, 2003; BOUILLAGUET et al., 2003; FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001; FERRARI et al., 2000a).

A dificuldade de visualização e de acesso do conduto radicular, devido à sua grande profundidade e ao diâmetro reduzido em direção à apical, é considerada um importante obstáculo no controle da umidade e na aplicação dos produtos e materiais durante os procedimentos, o que dificulta a aplicação correta dos protocolos de cimentação (FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001; GORACCI et al., 2004; SCHWARTZ, 2006; ZICARI et al., 2008). A forma cônica, a profundidade e o diâmetro também determinam um fator de configuração extremamente desfavorável no conduto, que, de acordo com alguns cálculos, pode chegar a 200 (BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ, 2006; SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005; ZICARI et al., 2008).

Diante das colocações a respeito das condições ambientais encontradas no canal radicular, fica mais fácil compreender por que experimentos como o de Lopes et al. (2004) apresentaram 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).

Mesmo com tantos desafios, a aplicação de rigoroso protocolo clínico e a adequada seleção de materiais e técnicas podem amenizar os problemas existentes (DURAND; ANDRADA; ARAÚJO, 2009).

2.2 PINOS FIBRORRESINOS

A diminuição de resistência à fratura do elemento dental endodonticamente tratado é proporcional à quantidade de tecido coronal perdido, ou seja, quanto maior a perda de estrutura dental, menor a resistência à fratura do remanescente. Diante disso, a abordagem restauradora do dente deve ser conservadora e preservar a maior quantidade possível de tecido dental remanescente, especialmente na região cervical. Assim, a maior quantidade e a maior qualidade de estrutura dental na cervical possibilitam um melhor “apoio” para a futura restauração.

Com o objetivo de promover retenção adicional à restauração coronal, pinos intrarradiculares são utilizados na restauração de dentes endodonticamente tratados. Para que esse conjunto restaurador apresente melhores resultados, é aconselhável o uso de materiais e procedimentos adesivos que fortaleçam a estrutura dental remanescente. Pinos e materiais de preenchimento que ofereçam propriedades físicas semelhantes à estrutura perdida (dentina) proporcionam uma melhor distribuição do estresse ao longo da parede radicular. Por esse motivo, pinos fibrorresinosos associados à cimentação adesiva com cimentos resinosos são recomendados com o objetivo de fortalecer a estrutura dental tanto na porção coronal quanto na radicular e de otimizar a estabilidade e a retenção da restauração (COELHO SANTOS; ELMOWAFY; RUBO, 2004; DIETSCHI et al., 2007; PRISCO et al., 2003). Como os pinos fibrorresinosos apresentam o módulo de elasticidade similar ao da dentina (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; PERDIGÃO et al., 2003; PRISCO et al., 2003) e podem ser cimentados com técnica e materiais adesivos, minimiza-se a ação friccional de retenção entre o pino e as paredes do canal, o que diminui os riscos de fraturas catastróficas (DIETSCHI et al., 2007; MANNOCCI et al., 2005; PRISCO et al., 2003; TORBJONER et al., 1996).

Perdigão et al. (2003), em uma revisão de literatura, ressaltaram que o uso de pinos fibrorresinosos no tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente cresceu de maneira considerável, por ser uma excelente alternativa ao uso de núcleos metálicos fundidos ou de pinos metálicos pré-fabricados. Para justificar tal popularidade, os autores apontaram exatamente as duas características dos pinos

fibrorresinosos citadas no parágrafo anterior: módulo de elasticidade muito similar ao da dentina; e possibilidade de serem cimentados com materiais adesivos. Relataram ainda a melhora da resistência à fratura de dentes restaurados com esses pinos e discutiram a sua adesão à dentina radicular.

Além dessas características, os pinos fibrorresinosos apresentam como vantagens ser de fácil utilização, possuir técnica conservadora, o que preserva tecido dental sadio, ter baixo custo (CHRISTENSEN, 2004), e ser biocompatível e resistente à corrosão (PRISCO et al., 2003).

Estudos de acompanhamento clínico dos pinos fibrorresinosos mostram índices de sucesso acima de 90%, tanto em estudos retrospectivos quanto em prospectivos, por períodos que variam de 1 a 8 anos de acompanhamento. As características e propriedades físicas vantajosas são traduzidas clinicamente pela ausência de casos de fratura radicular associados ao uso de pinos fibrorresinosos. Clinicamente, as falhas constatadas eram principalmente o deslocamento do pino, algumas vezes durante a remoção da restauração provisória, e a presença de lesão periapical em exame radiográfico (CAGIDIACO et al., 2007; FERRARI et al., 2000a; MONTICELLI et al., 2003; SCHMITTER et al., 2007; SIGNORE et al., 2009). Ainda assim, os pinos têm a vantagem da fácil remoção quando se necessita realizar retratamento endodôntico justificado por lesão periapical (CHRISTENSEN, 2004). Portanto, as falhas da técnica na utilização de pinos fibrorresinosos provocam danos reparáveis e pouco comprometedores à estrutura dental remanescente. Diante dessas características, é possível concluir que o ponto fraco da técnica está na cimentação, o que torna essa etapa decisiva para a estabilidade e longevidade do tratamento restaurador (FERRARI et al., 2002a, 2002b; SEN; POYRAZOGLU; TUNCELLI, 2004), sendo a interface cimento/dentina a parte mais fraca da unidade (ZICARI et al., 2008).

2.3 CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS FIBRORRESINOSOS

Os cimentos resinosos têm-se apresentado como uma excelente opção na cimentação adesiva intrarradicular por apresentarem propriedades mecânicas semelhantes às da estrutura dental a qual se deseja reproduzir, ou seja, a dentina natural (ALBUQUERQUE et al., 2003; BRAGA; CESAR; GONZAGA, 2002; LANZA et al., 2005;

PEGORETTI et al., 2002). Além disso, apresentam a capacidade de se unir à superfície do pino fibrorresinoso por adesão quando associados aos sistemas adesivos (BACHICHA et al., 1998), promovendo a formação de uma unidade homogênea capaz de se comportar como se fosse uma única estrutura, de forma a evitar a indução de tensões e a substituir mecanicamente a dentina. Dessa forma, ocorre absorção uniforme do estresse ao longo de toda a raiz, o que diminui a probabilidade de fratura da estrutura dental (FERRARI et al., 2002a; MANNOCCI et al., 2005). Os cimentos resinosos apresentam também baixa solubilidade (DONG et al., 2003).

Existem fatores importantes que devem ser considerados para a escolha adequada do sistema adesivo e dos cimentos, como utilização de condicionamento ácido total ou de material autocondicionante, o tipo de polimerização do sistema adesivo e do cimento resinoso e a compatibilidade entre adesivo e cimento resinoso (DURAND; ANDRADA; ARAÚJO, 2009).

Pest et al. (2002) afirmaram que os sistemas que usam condicionamento ácido total promovem a formação de prolongamentos resinosos longos e numerosos em todo o comprimento do conduto radicular, o que não ocorre com sistemas autocondicionantes. O fato poderia ser explicado pela efetiva desmineralização promovida pelo condicionamento com ácido fosfórico, 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.

Independentemente da estratégia utilizada para que ocorra a difusão do adesivo no substrato, o mecanismo de união à dentina intrarradicular dos sistemas adesivos usados em associação com os cimentos resinosos é de natureza essencialmente micromecânica, ou seja, a infiltração de monômeros na superfície desmineralizada, com a conseqüente formação de uma zona de interdifusão dentina/resina (camada híbrida), de prolongamentos resinosos e de ramificações laterais, é que determina adesão entre o material e o substrato. Por isso, para uma adequada infiltração na dentina e formação da camada híbrida, é necessário que o adesivo aplicado seja capaz de molhar adequadamente a superfície dentinária condicionada (FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001; FERRARI et al., 2000b).

Para Bitter et al. (2004), a camada híbrida pode ser formada por todos os sistemas adesivos, mas os sistemas de condicionamento total promovem a formação de uma camada híbrida mais espessa e uniforme,

com maior número de prolongamentos resinosos, o que provavelmente proporciona uma maior durabilidade da resistência de união de pinos de fibra à dentina radicular. Em seu estudo, os autores observaram também maior formação de prolongamentos resinosos no terço coronal do que nos terços médio e apical.

Ferrari e Mannocci (2000) realizaram estudo *in vivo* com análise por microscopia eletrônica de varredura e observaram que o sistema de frasco único fotopolimerizável pode, sob condições clínicas, criar uma interligação mecânica com a raiz condicionada. Perceberam também que no terço coronal da raiz a densidade dos prolongamentos observados foi maior que nos outros terços.

Ferrari, Vichi e Grandini (2001), Ferrari et al. (2002a) e Ferrari et al. (2002b) recomendam o uso clínico rotineiro de *microbrush*, o que proporciona a formação de uma zona de interdifusão mais uniforme de prolongamentos resinosos ao longo do conduto radicular, inclusive no terço apical.

No que se refere ao sistema de polimerização, tanto os adesivos quanto os cimentos podem ser fotopolimerizáveis, duais ou quimicamente ativados. Cimentos autoativados ou duais polimerizam lentamente, permitindo o escoamento do material e o alívio das tensões provenientes da contração de polimerização (SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005).

Ferrari, Vicchi e Grandin (2001), 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 prolongamentos de resina ao longo de todo o canal do que os sistemas fotoativados.

Boff (2003) constatou que o adesivo químico Scotchbond Multi Purpose Plus também promove uma força de união significativamente superior à do fotoativado Single Bond. Além disso, a transmissão de luz no terço apical é insuficiente para proporcionar a polimerização adequada do material (MORGAN et al., 2008), diminuindo a retenção friccional, aumentando a microinfiltração e facilitando a degradação da camada híbrida (OHLMANN et al., 2008). Alguns autores também relacionam o enfraquecimento da resistência adesiva à capacidade de a camada de adesivo fotopolimerizável funcionar como uma rede permeável (CARVALHO et al., 2004; SUH et al., 2003; TAY et al., 2003). A afinidade à água desses sistemas, tanto dos adesivos convencionais de dois passos quanto dos 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.

Quanto à associação de cimento resinoso com sistema adesivo e à compatibilidade entre eles, aparentemente adesivos autocondicionantes não devem ser utilizados juntamente com cimentos resinosos duais ou autopolimerizáveis. Adesivos autocondicionantes possuem um primer ácido que tem o objetivo de modificar a lama dentinária e de permitir o molhamento pelo adesivo. Porém, quando utilizados em associação com cimentos resinosos duais, o componente ácido desses adesivos pode reagir com as aminas terciárias do cimento dual e prejudicar a polimerização completa do agente cimentante (CHEONG et al., 2003; MONTICELLI et al., 2003).

Existe também uma incompatibilidade entre cimento resinoso químico e sistema adesivo fotopolimerizável. Quando o adesivo é fotopolimerizado, uma camada inibida pelo oxigênio contendo monômeros ácidos se mantém na superfície (TAY et al., 2003). Quando o cimento resinoso autopolimerizável é inserido sobre essa camada, ocorre uma mistura de componentes, e a acidez desses monômeros pode dificultar a reação química da resina (SUH et al., 2003). Os monômeros ácidos, ao se difundirem através do cimento, provocam uma reação ácido-base com a amina terciária (base). Quando quantidades expressivas de aminas são consumidas pela reação, a produção de radicais livres diminui, resultando em polimerização inadequada (CHEONG et al., 2003). 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 JR et al., 2001). Por esses motivos, a adesão se torna enfraquecida e permite a ocorrência de falhas em cargas relativamente baixas (SANARES et al., 2001).

2.4 DEGRADAÇÃO DA CAMADA HÍBRIDA

A infiltração incompleta do adesivo ou a sua degradação hidrolítica provocam exposição da rede colágena. Acredita-se que o colágeno exposto seja então degradado, ao longo do tempo, mesmo na ausência de contato com saliva ou bactérias (SANO, 2006).

Sano (2006) elucidou os “caminhos da degradação”. O primeiro passo consistiria na aplicação do ácido com a exposição da matriz fibrilar de colágeno. Podem ocorrer, então, os problemas de pobre

infiltração e inadequada polimerização dos sistemas adesivos. A resina dos adesivos é hidrolisada, deixando uma quantidade ainda maior de colágeno descoberto. Nesse ambiente, atuam as enzimas MMPs, que acabam por realizar a degradação das fibras colágenas. Acontece, assim, a destruição dos componentes da camada híbrida: adesivo e colágeno. O autor afirmou que, para evitar a biodegradação da união entre resina e dentina, uma completa penetração na trama colágena e uma ótima polimerização do adesivo são fatores essenciais.

O mecanismo de degradação do colágeno se dá pela ação de enzimas metaloproteínases da matriz (MMPs) derivadas do próprio tecido dentinário (PASHLEY et al., 2004; TAY; PASHLEY, 2004), que apresentam atividade colagenolítica. Segundo Tay et al. (2006), MMP endógena é liberada da dentina coronária, e a sua ativação resulta em degradação da camada híbrida criada na adesão à dentina. Em estudo realizado pelos autores, testou-se a hipótese de que a dentina intrarradicular instrumentada possui atividade colagenolítica latente, que pode ser ativada pela simples aplicação de adesivos autocondicionantes.

Em outro estudo, *in vitro*, que avaliou degradação de colágeno nas áreas de dentina exposta a cimento de fosfato de zinco, Ferrari et al. (2004) observaram deterioração progressiva da integridade estrutural da matriz de colágeno. Essa degradação correspondia ao período de função clínica dos espécimes, ou seja, quanto maior o período de função clínica, maior a degradação. Observou-se desmineralização pelo cimento de fosfato de zinco (por ser ácido) semelhante à obtida com o uso de ácido fosfórico na desmineralização realizada nos dias de hoje como primeiro passo para a retenção micromecânica dos adesivos de condicionamento total. Uma vez que a ativação de MMPs pode estar associada com a desmineralização ácida e à exposição de fibras colágenas, a atividade das enzimas pode ocorrer pela incompleta infiltração de resina na região subsuperficial à camada híbrida criada pelos adesivos disponíveis no mercado, mesmo que ofereçam melhor selamento. Isso pode contribuir para a degradação parcial da camada híbrida.

As MMPs são enzimas proteolíticas capazes de degradar a matriz orgânica da dentina após a desmineralização dentinária. As atividades gelatinolíticas (MMP-2 e MMP-9) e colagenolíticas (MMP-8 e MMP-20) estão presentes de forma latente na matriz dentinária (MARTIN-DE LAS HERAS; VALENZUELA; OVERALL, 2000; SULKALA et al., 2002; TJÄDERHANE et al., 1998), e as gelatinases também estão presentes na saliva (SULKALA et al., 2001). Aquelas presentes na matriz dentinária podem ser liberadas durante a

desmineralização sob condições ambientais (condicionamento ácido, cimentação com fosfato de zinco) ou patológicas (acidez bacteriana) e ativadas pelo baixo pH, para participarem do processo de degradação (SULKALA et al., 2001; TJÄDERHANE et al., 1998). Estudos observaram que matrizes dentinárias de colágeno produzidas pela desmineralização *in vitro* desapareciam quase que completamente tanto quando esses espécimes eram armazenados septicamente por 500 dias (HASHIMOTO et al., 2003) quanto quando armazenados sob condições assépticas por 250 dias (PASHLEY et al., 2004). Entretanto, o processo de degradação foi completamente inibido com a incorporação de inibidores de protease, que detiveram a atividade das MMPs endógenas (PASHLEY et al., 2004).

2.5 INIBIÇÃO DA COLAGENASE

Hebling et al. (2005) testaram a influência da clorexidina, um inibidor de MMP, aplicada após o condicionamento ácido da dentina na degradação da camada híbrida. Para isso, selecionaram pares colaterais de restaurações classe I em molares decíduos que seriam extraídos em um período de 6 meses e processados para análise em microscopia eletrônica de transmissão (MET). Nos dentes usados como controle, realizaram-se condicionamento ácido, aplicação de sistema adesivo Single Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e posterior colocação da resina composta. O dente experimental recebeu tratamento semelhante, com exceção da utilização de solução de clorexidina a 2%, aplicada generosamente na cavidade após o condicionamento ácido. A solução foi suavemente seca após 30 s, antes da aplicação do sistema adesivo e da resina restauradora. As camadas híbridas dos dentes que foram tratados com clorexidina apresentavam integridade normal da estrutura de rede colágena. Observou-se camada híbrida anormal nos dentes controle, com progressiva desintegração da rede fibrilar, em uma extensão além do colágeno condicionado. A autodestruição *in vivo* da matriz colágena ocorre rapidamente na dentina infiltrada por resina e pode ser adiada com o uso de clorexidina, que age como um inibidor de MMP. Os autores destacaram ainda que, apesar de os resultados do estudo serem bastante provocativos, um protocolo clínico para o uso da clorexidina deve ser valioso. À luz dessas descobertas, sugeriram também que se avalie a técnica na dentina intrarradicular previamente à aplicação de cimentos adesivos.

Tay et al. (2006) também testaram a influência do tratamento da dentina radicular na ativação da MMP e a consequente degradação de colágeno. Foram utilizados clorexidina a 2% (por 10 min antes ou depois da aplicação do adesivo) e EDTA a 17%, que são conhecidos inibidores de MMP. Concluíram que dentina intrarradicular mineralizada possui baixa, porém detectável, atividade colagenólica, que é inibida pela clorexidina e por EDTA. Os adesivos utilizados na pesquisa desmineralizaram parcialmente a dentina e ativaram a MMP latente, com aumento da atividade colagenólica, que foi significativamente reduzida, porém não totalmente inativada 10 min após a aplicação de clorexidina.

Para Silva et al. (2005), clorexidina a 2% tem características antimicrobianas, substantividade, baixa toxicidade e boa capacidade de limpeza das paredes dentinárias, sem comprometer as forças de união. A associação do NaOCl com o EDTA é bastante indicada para a remoção da lama dentinária que se forma durante o preparo do espaço para o pino, antes do condicionamento ácido da dentina.

Já Buzoglu, Calt e Gümüşderelioglu (2007) afirmaram que o uso individual ou combinado das soluções de EDTA e NaOCl aumenta o ângulo de contato e diminui significativamente a energia livre de superfície da dentina radicular, diminuindo também a molhabilidade da superfície. Isso pode ser causado pela fraca desmineralização promovida pelos componentes do EDTA, que não oferece uma superfície apta à adesão. Ambos o agente quelante e o NaOCl diminuem a molhabilidade da superfície da dentina quando esta é comparada à do grupo controle, em que se manteve a lama dentinária.

Teixeira, Felipe e Felipe (2005) verificaram, por MEV, a influência do tempo de irrigação com EDTA e NaOCl na remoção da lama dentinária formada durante a instrumentação da dentina radicular no tratamento endodôntico. Na pesquisa laboratorial, concluíram que as irrigações com EDTA e NaOCl por 1 min, 3 min e 5 min são equivalentes na remoção da lama dentinária das paredes do canal radicular. Isso se explica porque o EDTA age nos componentes inorgânicos da lama dentinária, causando descalcificação da dentina peritubular e intertubular, deixando colágeno exposto. Subsequentemente, o uso de NaOCl dissolve o colágeno, deixando as entradas dos túbulos dentinários mais abertas e expostas.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar *in vitro* o efeito de diferentes tratamentos da dentina intrarradicular na resistência de união de cisalhamento por extrusão de pinos fibrorresinosos cimentados com diferentes sistemas, para:

- a) comparar a resistência de união promovida pelas técnicas de cimentação nos diferentes terços da dentina intrarradicular;
- b) verificar a influência de diferentes tratamentos da dentina intrarradicular na resistência de união ao cisalhamento de pinos de fibra à dentina intrarradicular;
- c) verificar a influência da associação desses tratamentos da dentina intrarradicular com diferentes sistemas de cimentação adesiva dos grupos experimentais na resistência de união ao cisalhamento de pinos de fibra à dentina intrarradicular; e
- d) analisar a ocorrência e os tipos de fratura nos grupos experimentais.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Nesta pesquisa, utilizaram-se 66 pré-molares unirradiculares, humanos, extraídos por motivos ortodônticos, com comprimentos radiculares de $17 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Os dentes foram limpos com curetas e pasta pedra-pomes e armazenados em água, em temperatura ambiente, até o início da execução da pesquisa. Raízes com cárie, reabsorção, trinca, fratura ou curvatura acentuada foram excluídas (FIG. 1).



Figura 1 – Pré-molares unirradiculares humanos hígidos.

4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Cada dente foi seccionado transversalmente, 1 mm acima da junção amelocementária, com disco de diamante montado em máquina

de corte (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração, em baixa velocidade. Em seguida, realizou-se o tratamento endodôntico.

Obteve-se o acesso à cavidade pulpar com uma broca esférica numero 1 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) em alta rotação, sob refrigeração. O comprimento de trabalho foi estabelecido visualmente, subtraindo-se 1 mm do comprimento total de inserção de uma lima 15 K File (K File, Maillefer, Ballalgues, Suíça), quando esta aparecia no forame apical. Após a instrumentação manual até a lima 25 K Flexofile, utilizaram-se as brocas Gattes Glidden 2 e 3 para o preparo mecânico dos terços coronal e médio (sentido coroa-ápice), até o comprimento de 11 mm e 10 mm, respectivamente. Em seguida, a matriz apical foi sendo ampliada até se utilizar o instrumento 60 K File com um sistema automatizado alternado. Durante todos os procedimentos de acesso e modelagem, os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%. Para cada dente utilizou-se aproximadamente um total de 15 ml dessa solução. Após a irrigação final, os canais foram secos com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Ballagues, Suíça) e obturados com cones de guta-percha (Dentsply Maillefer, Ballagues, Suíça) e pasta de cimento de óxido de zinco e eugenol, pela técnica da condensação lateral. Após o corte dos excessos de guta-percha, selou-se o acesso coronal com cimento restaurador temporário (Cotosol, Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os dentes tratados endodonticamente permaneceram armazenados em ambiente com 100% de umidade, em temperatura ambiente, até o momento da cimentação dos pinos e execução do teste.

4.3 PREPARO DO ESPAÇO PARA CIMENTAÇÃO DO PINO FIBRORRESINOSO

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

O sistema de pino selecionado para o estudo foi o FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein), de fibra de vidro translúcido, tamanho 1 (FIG. 2).

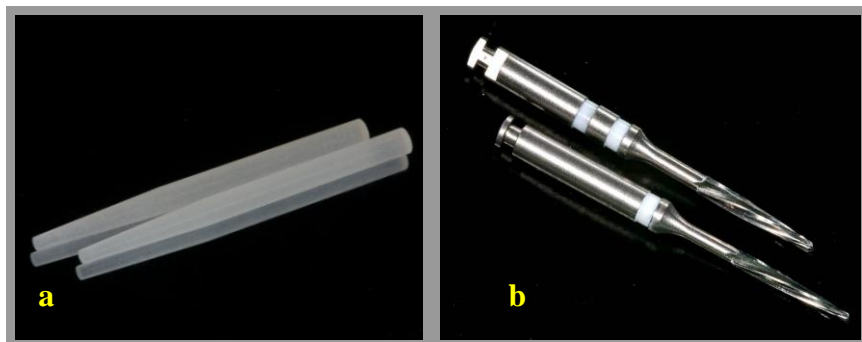


Figura 2 – a) Pinos do sistema FRC Postec Plus; b) brocas alargadoras do mesmo sistema.

Para a cimentação dos pinos, confeccionaram-se preparos intrarradiculares em todos os dentes. Primeiramente, o material obturador foi removido com uma broca Peeso nº 1, calibrada em uma profundidade de ± 12 mm, deixando um selamento apical de 3 mm a 4 mm de guta-percha.

Na sequência, o conduto radicular foi preparado e refinado com broca específica alargadora, em baixa velocidade, fornecida pelo fabricante do sistema. As dimensões do alargador correspondem ao tamanho do pino FRC Postec Plus (cor branca), o que garante a adaptação do pino ao conduto (FIG. 3). No momento da prova do pino, buscou-se o travamento dele no terço apical do conduto.



Figura 3 – Preparo do conduto com a broca especial do sistema.

4.4 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DO PINO

Previamente ao procedimento adesivo, procedeu-se ao tratamento de superfície do pino de fibra, mediante a realização do condicionamento com ácido fosfórico a 37% (Total Etch, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein), por 60 s, seguido de lavagem abundante e de secagem com jato de ar. A superfície do pino foi silanizada com silano Monobond S (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein) aplicado com *microbrush* (Microbrush Superfine, Orlando, FL, EUA), aguardando-se um tempo de reação de 60 s, seguido de cuidadosa secagem com jato de ar (FIG. 4). A partir desse momento a superfície do pino não foi mais manipulada, para evitar contaminação.

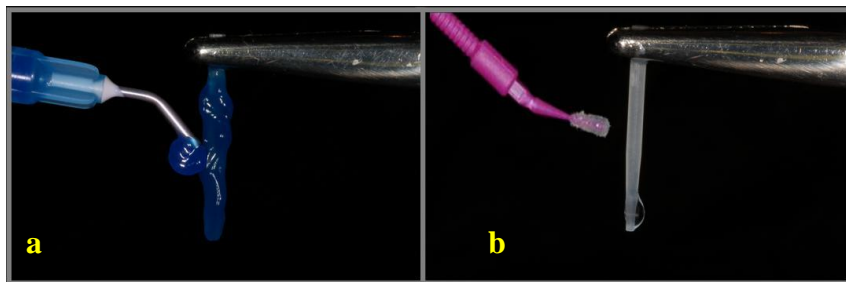


Figura 4 – Tratamento da superfície do pino: a) aplicação do ácido fosfórico a 37%; b) aplicação de silano.

4.5 TRATAMENTO DA DENTINA INTRARRADICULAR

As raízes tratadas endodonticamente foram inseridas uma a uma em blocos de silicona 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 polimerização do sistema adesivo, do cimento resinoso ou de ambos (FIG. 5). Os preparos foram irrigados com 5 ml de solução de água destilada, para a remoção dos restos de guta-percha e para a manutenção da umidade do meio. Previamente ao procedimento adesivo, o conduto foi seco com jato de ar e pontas de papel absorvente.

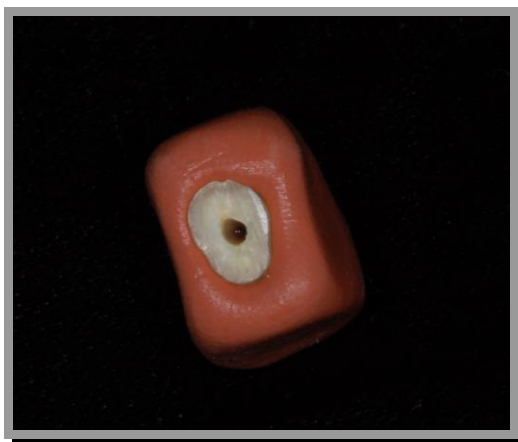


Figura 5 – Raiz inserida no bloco de silicona de adição.

4.6 DIVISÃO DOS GRUPOS

Os dentes foram divididos em grupos e subgrupos de acordo com o cimento utilizado e o tratamento da dentina intrarradicular aplicado. A divisão dos grupos está representada no Quadro 1.

<i>Grupos</i>	<i>Subgrupos</i>	<i>Condicionamento ácido</i>	<i>Tratamento pós-condicionamento</i>	<i>Sistema cimentante</i>
Grupo 1	1A	Acido fosfórico a 37%	Não	Variolink II / Excite DSC
Grupo 1	1B	Acido fosfórico a 37%	Não	RelyX ARC / SMP
Grupo 1	1C	Não	Não	RelyX Unicem
Grupo 1	1D	Não	Não	Multilink
Grupo 1	1E	Não	Não	Fosfato de zinco
Grupo 2	2A	Acido fosfórico a 37%	Clorexidina a 2%	Variolink II / Excite DSC
Grupo 2	2B	Acido fosfórico a 37%	Clorexidina a 2%	RelyX ARC / SMP
Grupo 3	3A	Acido fosfórico a 37%	EDTA a 17%	Variolink II / Excite DSC
Grupo 3	3B	Acido fosfórico a 37%	EDTA a 17%	RelyX ARC / SMP

Quadro 1 – Grupos e Subgrupos

Nos dentes dos Subgrupos A e B de todos os grupos, um total de 48 dentes, realizou-se o condicionamento da dentina intrarradicular com ácido fosfórico a 37% (Total Etch, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein) por 15 s (FIG. 6), seguido de lavagem por 30 s, realizada com seringa Luer. O excesso de umidade foi removido com um leve jato de ar, sucção com aspirador, durante 3 s a 5 s, e com duas pontas de papel absorvente, de modo que a dentina permanecesse levemente umedecida. Após o condicionamento ácido da dentina intrarradicular, cada dente foi tratado de acordo com o grupo ao qual pertencia.



Figura 6 – Condicionamento ácido da dentina intrarradicular.

Os 18 dentes restantes não receberam condicionamento ácido da dentina intrarradicular, para comporem os subgrupos cujos sistemas de cimentação dispensam esse passo (Grupos 1C, 1D e 1E).

O Grupo 1 (controle) foi subdividido em 5 subgrupos, 1A a 1E, descritos a seguir.

Subgrupo 1A: após o condicionamento da dentina preparada para a cimentação do pino, aplicou-se o sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein), disponibilizado em cartuchos. Esse sistema foi ativado pressionando-se o aplicador montado sobre a unidade de dose única, para o interior do cartucho, até que a resistência inicial tenha sido superada. Desse modo, o aplicador revestido com

iniciadores entra em contato com o líquido adesivo. Em seguida, com o auxílio do aplicador oferecido pelo sistema, uma camada de adesivo foi aplicada e esfregada em dentina durante 10 s. 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. Removeram-se os excessos com cones de papel absorvente limpo e leve jato de ar durante 1 s a 3 s (FIG. 7).

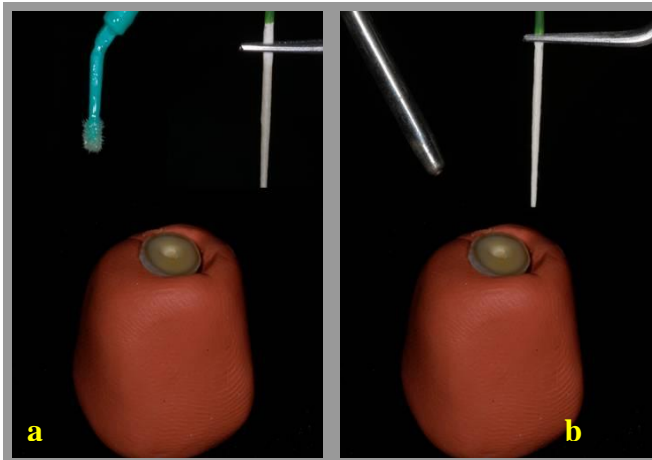


Figura 7 – Aplicação do Excite: a) aplicação do adesivo; b) remoção dos excessos do adesivo.

Aplicou-se o cimento resinoso dual Variolink II (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein) imediatamente após a aplicação do sistema adesivo. As pastas-base e o catalisador do cimento Variolink II foram misturados na proporção 1:1, durante 10 s. A manipulação das pastas 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 levada e inserida no conduto com uma broca lentulo, e aplicou-se uma fina camada de cimento com o auxílio de uma espátula de manipulação na superfície do pino, que foi posicionado no conduto com leve pressão (FIG. 8). O excesso de cimento foi removido com pincel, as margens, cobertas com gel de glicerina (Liquid Strip, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein) e, posteriormente, realizou-se uma

fotopolimerização por oclusal, durante 60 s, mantendo a luz de polimerização o mais próximo possível do pino.

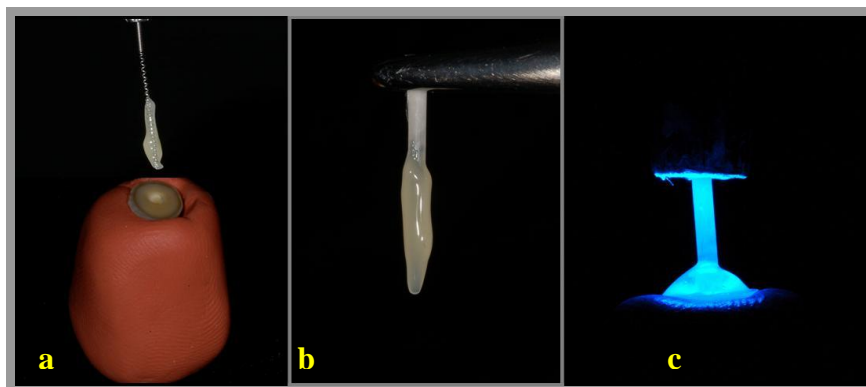


Figura 8 – Cimentação com Variolink II: a) lentulo levando cimento ao preparo; b) pino com cimento; c) pino posicionado e fotopolimerização do cimento.

Subgrupo 1B: após o condicionamento da dentina para a cimentação do pino, os dentes receberam o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), que foi aplicado com o auxílio de pincel *microbrush*. Primeiramente, aplicou-se Ativador 1.5, que foi levemente seco por 5 s. Depois, aplicou-se o Primer, também se secando levemente por 5 s, para então aplicar Catalizador 3.5 (FIG. 9). Depois, aplicou-se um leve jato de ar de 1 s a 3 s para fazer evaporar o solvente. Os excessos foram removidos com um cone de papel absorvente.

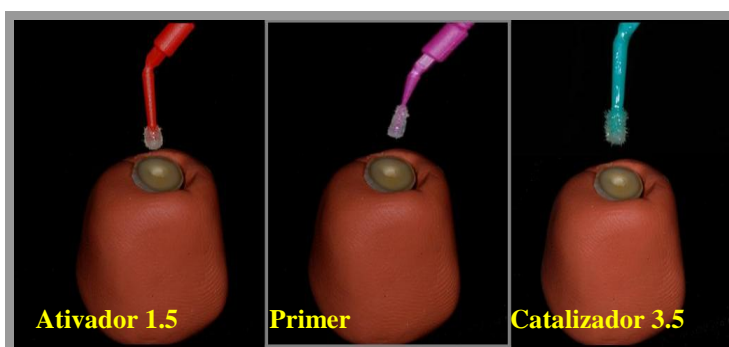


Figura 9 – Aplicação do Scotchbond Multi-Purpose Plus.

Imediatamente após a aplicação do sistema adesivo, foi aplicado o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). Para isso, dispensou-se a quantidade apropriada das pastas sobre um bloco de mistura, que foram misturadas por 10 s. A mistura foi então aplicada à superfície de união do preparo, dentro e em volta do canal, utilizando-se uma broca lentulo. Aplicou-se também uma fina camada ao pino, que foi assentado em posição e mantido com leve pressão (FIG. 10). O excesso de cimento foi removido aproximadamente 3 min após o assentamento do pino com um pincel. Após a remoção dos excessos, aplicou-se gel de glicerina nas margens do cimento e fez-se a fotopolimerização por 40 s pela superfície oclusal.

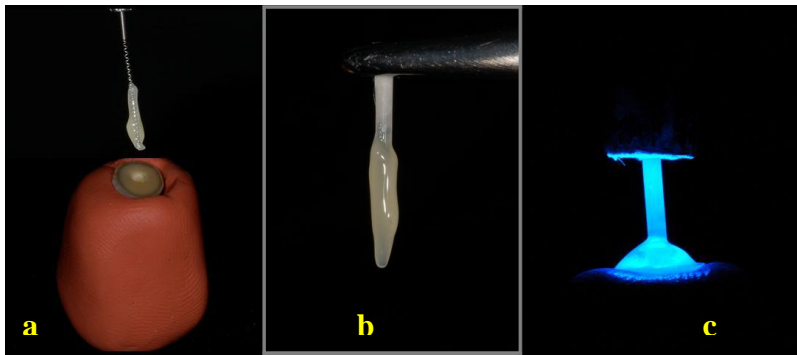


Figura 10 – Cimentação com RelyX ARC: a) lentulo levando cimento ao preparo; b) pino com cimento; c) posicionamento do pino e fotopolimerização do cimento.

Subgrupo 1C: os dentes não foram condicionados com ácido fosfórico, já que o sistema de cimentação adesiva RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) dispensa essa etapa, assim como a aplicação de sistema adesivo. Neste subgrupo, após o preparo do espaço para o pino, a limpeza e a prova do pino, realizou-se a cimentação deste. Para isso, a cápsula que contém a dose única do cimento foi inserida no ativador, o qual foi apertado e pressionado de 2 s a 4 s. Depois, a cápsula foi levada a um amalgamador/triturador e agitada de 10 s a 15 s. Colocou-se a cápsula no aplicador (FIG. 11), abriu-se o bico aplicador e aplicou-se uma fina camada de cimento sobre a superfície do pino e dentro do

conduto. A aplicação no conduto foi realizada com o próprio bico aplicador, já que o fabricante não recomenda o uso de broca lentulo. O pino foi, então, posicionado e mantido com leve pressão por 2 min (FIG. 12). Removeram-se os excessos com pincel, e as margens de cimento foram recobertas com gel de glicerina e fotopolimerizadas por 20 s.

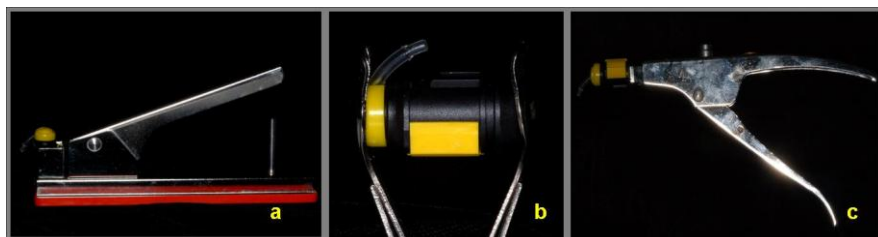


Figura 11 – a) Cápsula do RelyX Unicem em instrumento ativador; b) cápsula posicionada no amalgamador; c) cápsula no aplicador.



Figura 12 – Cimentação com RelyX Unicem: a) aplicador levando cimento ao preparo; b) aplicador colocando cimento no pino; c) posicionamento do pino ao conduto e fotopolimerização do cimento.

Subgrupo 1D: foram utilizados dentes que não receberam condicionamento ácido, já que a cimentação foi realizada com o sistema Multilink (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein), que dispensa

esse passo. Para a 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 intrarradicular, com leve pressão durante 15 s, seguida de leve jato de ar (FIG. 13). Os excessos de adesivo foram removidos com ponta de papel absorvente. Esse sistema é autopolimerizável e deve ser processado em até 10 min. Após a aplicação do sistema adesivo, o cimento Multilink foi dispensado e misturado na proporção 1:1, de base e catalisador, e manipulado até a obtenção de uma pasta uniforme. Aplicou-se o cimento na superfície do pino, inserido a seguir com uma leve pressão no conduto, em movimentos circulares (FIG. 14). Os excessos foram removidos com pincel, e o pino, mantido em posição até a polimerização química inicial (5 min). 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.

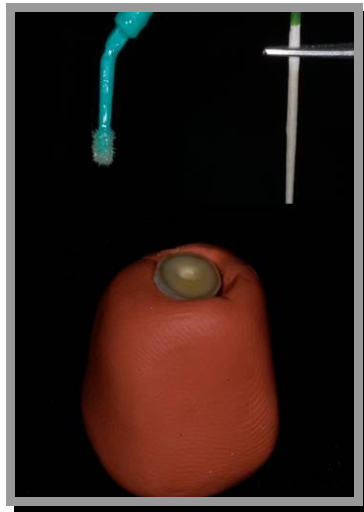


Figura 13 – Multilink Primer A e B misturado em porções iguais sendo levado ao canal com microbrush e cone de papel.

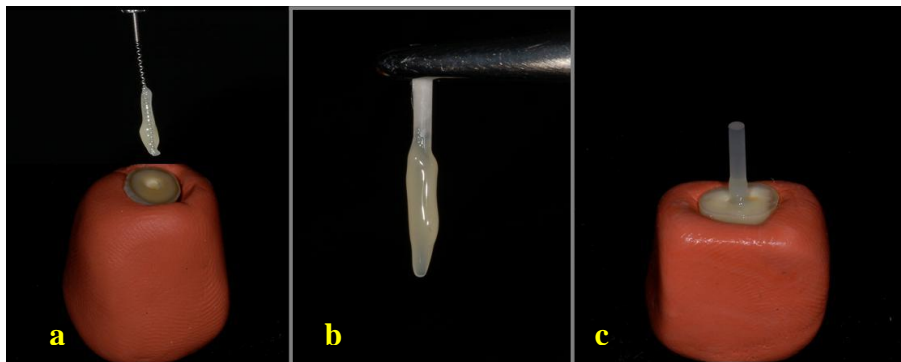


Figura 14 – a) Lentulo levando cimento Multilink ao preparo; b) pino com cimento; c) posicionamento e adaptação do pino ao conduto.

Subgrupo 1E: foram cimentados com cimento de fosfato de zinco (S. S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A proporção recomendada é uma medida pequena do dosador de pó, fornecido pelo fabricante, para 4 gotas do líquido. Colocou-se o pó sobre a placa de vidro e dividido em 4 partes iguais; uma das 4 partes foi dividida em 2 partes iguais, fazendo dois oitavos. Gotejou-se a quantidade adequada de líquido sobre a placa. Iniciou-se a mistura imediatamente – o líquido não deve ficar exposto mais tempo do que o necessário. O pó foi misturado ao líquido por partes, começando com uma das 4 partes e usando-se uma ampla área da placa. Após a adição de cada uma das porções do pó, o composto foi espatulado até se obter uma massa lisa, para alcançar a consistência correta. Finalizou-se a mistura entre 1,5 min e 2 min. A consistência adequada para cimentação foi obtida quando a mistura apresentava-se cremosa e desprendia-se da espátula, formando uma gota pegajosa, que se conservava nessa forma por um instante. Em seguida, espalhou-se a mistura ligeiramente na placa de vidro. A mistura com essa consistência aderiu à espátula, quebrando-se em fiapos. Com o auxílio de uma broca lentulo, o cimento foi levado ao interior do conduto, previamente limpo e seco, como já descrito. Aplicou-se uma fina camada de cimento sobre a superfície do pino, e este foi assentado dentro do conduto com leve pressão e assim mantido por 4 min, aguardando o endurecimento inicial do cimento (FIG. 15).

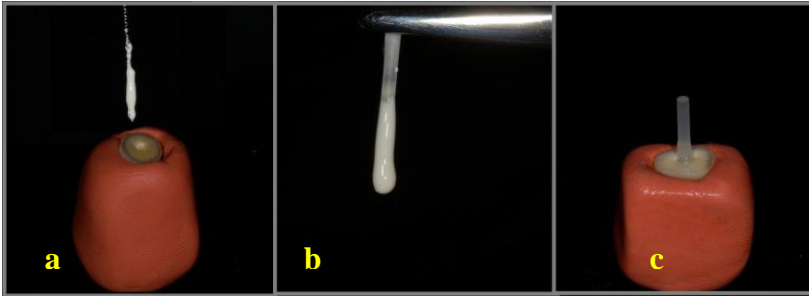


Figura 15 – Cimentação com fosfato de zinco: a) lentulo levando cimento ao preparo; b) pino com cimento; c) posicionamento e adaptação do pino ao conduto.

A partir do Grupo 2, cada grupo recebeu, após o condicionamento ácido da dentina radicular, um tratamento da dentina radicular prévio à aplicação do adesivo, com a aplicação de diferentes soluções.

O Grupo 2 foi dividido nos Subgrupos 2A e 2B. Após o condicionamento ácido da dentina radicular, aplicou-se uma solução de clorexidina a 2% (FGM, Joinville, SC, Brasil) com uma seringa plástica descartável por 30 s para o tratamento prévio da dentina intrarradicular (FIG. 16). Depois, a dentina foi levemente seca com 3 pontas de papel absorvente, para posterior aplicação do sistema adesivo e cimento resinoso, conforme orientações do fabricante para cada um dos subgrupos.

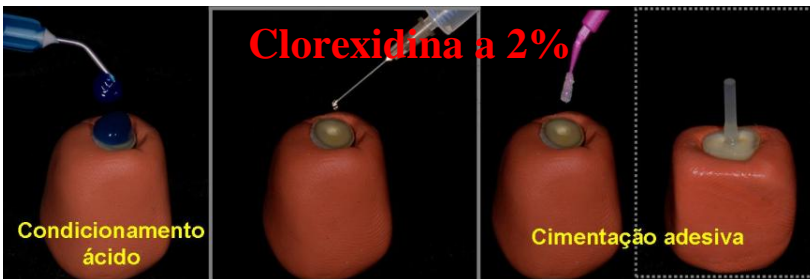


Figura 16 – Sequência do tratamento prévio com uso de clorexidina a 2%.

O Grupo 3 também foi dividido em 2 subgrupos, 3A e 3B. Foi aplicada uma solução de EDTA a 17% (Laboratório de Endodontia da UFSC, Florianópolis, SC, Brasil) por 30 s, com uma seringa plástica descartável, após o condicionamento ácido da dentina radicular (FIG. 17). Depois, lavou-se o conduto novamente com água destilada, levemente seco com 3 cones de papel absorvente, e foi aplicado o sistema adesivo e cimento resinoso, de acordo com as instruções dos fabricantes para cada um dos subgrupos.

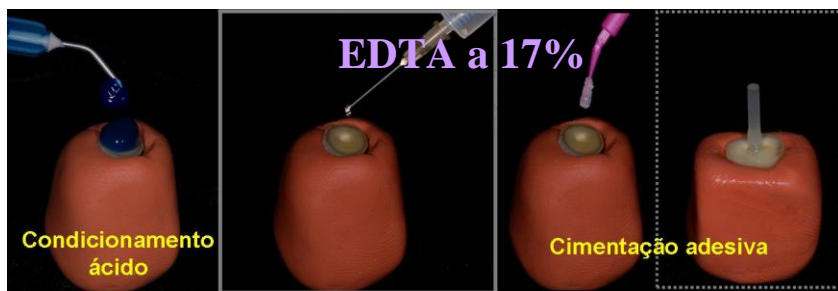


Figura 17 – Sequência do tratamento prévio com aplicação do EDTA a 17%.

Os pinos não foram recortados após a cimentação, portanto permaneceram expostos cerca de 8 mm dele acima do terço coronal.

Em todos os dentes, após a polimerização inicial do cimento, foi realizada a inserção de resina composta na cor A2 (Tetric Ceram, Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein) em 3 incrementos, para simulação do núcleo de preenchimento e proteção da linha de cimentação (FIG. 18).

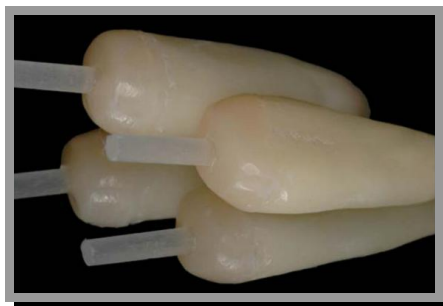


Figura 18 – Dente com núcleo de preenchimento em resina composta.

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

4.7 ARMAZENAGEM DOS DENTES

Após a polimerização da resina composta, os dentes foram armazenados em ambiente com 100% de umidade, em temperatura de 36 °C, por 7 dias.

4.8 OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os dentes foram fixados com godiva em bases de resina acrílica, com o longo eixo paralelo à superfície. Essas bases foram posicionadas em uma máquina de corte (Isomet 1000, Buchler, Lake Forest, IL, EUA), para a realização de secções transversais, perpendiculares ao longo eixo, sob refrigeração, para a obtenção de fatias de $\pm 1,0$ mm de espessura. A primeira fatia, mais cervical, foi descartada, tendo-se obtido um total de 6 fatias por dente, 2 de cada terço: cervical, médio e apical (FIG. 19). Todas as fatias foram demarcadas no seu lado coronal com uma tinta insolúvel, e mensurou-se a espessura com paquímetro digital. Foram medidos também o maior e o menor raio do pino, nos lados coronal e apical respectivamente, em cada fatia. Para os Subgrupos A e B dos Grupos 1, 2 e 3 foram obtidas 48 fatias (espécimes). Para cada um dos demais subgrupos (1C, 1D e 1E), foram obtidas 36 fatias (espécimes).

Cada espécime (fatia) foi armazenado individualmente em ambiente com 100% de umidade, em temperatura de 36 °C, para facilitar a identificação dos grupos e dos níveis radiculares correspondentes.



Figura 19 – Seis fatias (espécimes) foram obtidas por dente, 2 de cada terço.

4.9 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, EUA). Na porção superior, que é móvel, fixou-se uma haste metálica com uma ponta ativa de 0,6 mm ou 0,8 mm, dependendo do menor raio da fatia a ser testada. Na porção inferior foi fixada uma base metálica oval, de aço inoxidável, contendo um orifício de cerca de 2 mm de diâmetro na região central (FIG. 20).



Figura 20 – a) Máquina Instron; b) pontas montadas.

Os corpos de prova foram posicionados com o lado coronal voltado para a base do dispositivo, e a região com o pino, posicionada exatamente no centro do orifício da base metálica, para permitir o movimento do pino da porção apical mais estreita em direção à porção coronal mais larga, de forma a evitar qualquer limitação do teste (FIG. 21).



Figura 21 – Corpo de prova posicionado na máquina de teste.

A ponta ativa da haste metálica da parte superior da máquina foi posicionada próximo à superfície do corpo de prova, sem tocá-lo, coincidindo com o centro do pino. Uma carga compressiva foi aplicada na direção vertical, com uma velocidade de 0,5 mm/min. A falha adesiva foi manifestada com a extrusão total do pino da secção radicular (FIG. 22).

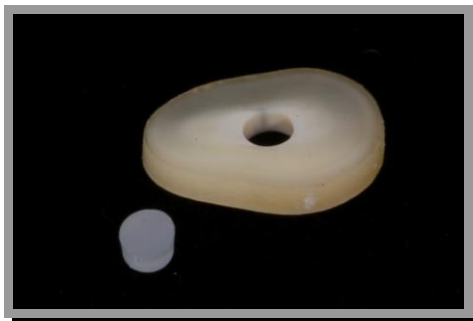


Figura 22 – Corpo de prova e fragmento do pino após teste de extrusão.

4.10 CONVERSÃO DE VALORES

A carga necessária para deslocamento do pino é registrada em Newtons (N), transformada em quilograma/força (kgf) e convertida em MPa.

Conversão de valores

Conversão de valores de N para kgf
 Conversão de valores de kgf para MPa
 em mm² (A)

Fórmula

kgf = N x 0,1020
 MPa = Kgf x 9,80/área

Cálculo da área interna de adesão

$$\text{Área de adesão} = \pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$$

* π – constante = 3,1416; h = espessura da fatia; R = raio da porção mais calibrosa; r = raio da porção mais fina do pino.

Fórmula para cálculo da resistência em MPa

$$\frac{\text{Força}}{\text{Área de adesão}} = \text{MPa}$$

4.11 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA

Os espécimes foram analisados com o auxílio de uma lente de aumento (Illuminated Magnifying Glass, Japão) e as fraturas foram classificadas como:

- tipo I – fratura adesiva entre cimento e pino;
- tipo II – fratura adesiva entre cimento e dentina radicular;
- tipo III – fratura mista, quando houve uma mistura das adesivas;
ou
- tipo IV – fratura coesiva em dentina, pino ou cimento.

Os espécimes com falhas coesivas (do tipo IV) tiveram os seus valores descartados.

4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Consideraram-se as variáveis independentes, as técnicas de tratamento de dentina intrarradicular empregadas, os cimentos e os terços radiculares. Os dados foram submetidos a análise estatística pelo teste de variância (ANOVA2) e pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, em nível de significância de 95%.

1050-5000

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico, considerando variáveis independentes as técnicas de tratamento de dentina intrarradicular empregadas, os cimentos e os terços radiculares. Por se tratarem de variáveis paramétricas, os dados foram tratados com análise de variância a dois critérios (ANOVA2), com nível de significância mínimo de 5%, e pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, no mesmo nível de significância. Quando houve necessidade, o teste para amostras de tamanhos desiguais (*Unequal Tukey's Test*) foi aplicado.

Inicialmente, compararam-se os subgrupos do Grupo 1, que representa a utilização dos cimentos de acordo com as recomendações do fabricante, analisados separadamente em cada terço radicular. Essa etapa serviu para definir se os terços apresentavam condições de igualdade ou comportamentos independentes entre si, e para analisar cimentos de técnicas de aplicação mais simples. Os resultados dessa etapa estão descritos a seguir.

5.1 ANÁLISE DA COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBGRUPOS DO GRUPO 1

O objetivo dessa análise foi verificar a influência de cinco cimentos, Variolink II (1A), RelyX ARC (1B), RelyX Unicem (1C), Multilink (1D) e fosfato de zinco (1E), e dos terços radiculares na resistência de união ao cisalhamento de pinos à dentina radicular.

Como foram identificados dois fatores (cimentos e terços), aplicou-se o teste de ANOVA2. A Tabela 1 mostra os resultados da aplicação do teste ANOVA2.

Tabela 1 – Resultados do teste ANOVA2 para comparação entre os Subgrupos 1A a 1E e os respectivos terços radiculares e a interação entre eles.

	GL efeito	QM efeito	GL resídu o	QM resídu o	F	p
cimentos	4	4,11634	87	1,1639	3,537	0,01009
terços	2	19,9360	87	1,1639	17,12	<0,0000
		8			8	1
interação	8	5,43698	87	1,1639	4,671	0,00009

GL: graus de liberdade; QM: quadrados médios.

A análise de variância indicou diferenças fortemente significativas entre os cimentos, entre os terços e na interação dessas duas variáveis. Foi necessária a aplicação de um teste adicional para se detectar quais os fatores que diferem entre si. Nesse caso, foi aplicado o teste de Tukey para n desigual.

Primeiro, fez-se a comparação individual dos grupos de cimentos, independentemente dos terços, com o teste Tukey, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição das médias das resistências adesivas encontradas nos subgrupos do Grupo 1 de cimentos utilizados conforme a orientação dos fabricantes (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).

Subgrupos 1	Médias das resistências em MPa
1A (Variolink II)	5,894
1E (Fostato de zinco)	5,596
1C (RelyX Unicem)	5,358
1B (RelyX ARC)	5,237
1D (Multilink)	4,681

As barras indicam equivalência estatística ($p < 0,01$).

De acordo com os resultados do teste de Tukey, só houve diferença significativa entre os Subgrupos 1A (Variolink) e 1D

(Multilink), com o primeiro apresentando maior resistência que o segundo. Todas as outras situações foram consideradas equivalentes.

Em seguida, fez-se a análise individual da diferença entre os terços, independentemente do cimento utilizado. Para tal, também foi aplicado o teste de Tukey, cujos resultados estão na tabela abaixo (TAB. 3).

Tabela 3 – Comparações individuais das médias das resistências à adesão em MPa encontradas nos terços radiculares do grupo 1 (teste de Tukey para n desiguais entre terços).

Terços	Médias das resistências em MPa
Cervical	6,09
Médio	5,41
Apical	4,55

Não houve equivalência estatística entre os terços ($p < 0,01$).

De acordo com esses resultados, existe diferença estatisticamente significativa entre todos os terços. O terço cervical apresenta os maiores valores de resistência adesiva, seguido pelo terço médio e depois pelo terço apical, que apresenta os menores valores de resistência, independentemente do cimento utilizado.

Realizou-se, então, a análise da interação dos dois fatores, terço e cimento, para apontar onde estão as diferenças apresentadas na análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey. Os resultados são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparações individuais das médias de resistência à adesão – cisalhamento – considerando a interação entre cimento e terço radicular (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).

Subgrupo (cimento)/terço	Médias das resistências em MPa
1B (RelyX ARC) / cervical	6,708
1A (Variolink II) / médio	6,646
1A (Variolink II) / cervical	6,264
1E (Fosfato de zinco) / apical	6,233
1C (RelyX Unicem) / cervical	6,033
1D (Multilink) / cervical	5,968
1B (RelyX ARC) / médio	5,688
1E (Fosfato de zinco) / cervical	5,510
1C (RelyX Unicem) / médio	5,151
1E (Fosfato de zinco) / médio	5,045
1C (RelyX Unicem) / apical	4,890
1A (Variolink II) / apical	4,771
1D (Multilink) / médio	4,521
1D (Multilink) / apical	3,556
1B (RelyX ARC) / apical	3,315

As barras indicam equivalência estatística ($p < 0,01$).

As comparações demonstram que o comportamento do fosfato de zinco foi satisfatório e semelhante em todos os terços, o que pode ser explicado pelo fato de esse material não ser alterado pelo substrato. O RelyX Unicem também apresentou comportamento semelhante entre os terços. O cimento Variolink apresentou os melhores resultados nos terços cervical e médio, mas forte perda de resistência no terço apical, com diferença estatística significativa. O cimento RelyX ARC apresentou o maior valor de resistência entre todas as combinações possíveis no terço cervical e o pior resultado no terço apical, com diferença significativa, tendo o terço médio se equiparado ao cervical. O Multilink apresentou resultados razoáveis no terço cervical, porém com perda significativa de resistência no médio e ainda maior no terço apical.

5.2 ANÁLISE DA COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS EXPERIMENTAIS 1A, 1B, 2 e 3.

Na segunda etapa, fez-se a análise para as variáveis “cimentos” e “preparação da dentina intrarradicular”, ou tratamento aplicado na dentina condicionada. Foram testados dois cimentos – Variolink e RelyX ARC – de etapa adesiva com condicionamento ácido da dentina; e três preparações de dentina – condicionamento ácido (cond.) (Subgrupos 1A e 1B); cond. mais clorexidina a 2% (Grupo 2); e cond. mais EDTA a 17% (Grupo 3).

Para essa comparação, considerou-se a mediana dos valores dos terços radiculares de cada corpo de prova, a fim de obter um único valor que representasse o dente todo, fazendo dele o espécime, e não mais o terço. Esse procedimento foi adotado porque a análise da primeira etapa mostrou que o comportamento de cada terço é muito diferente, mesmo fazendo parte do mesmo dente. Como foi determinado que não se deve assumir cada terço como um corpo de prova independente, escolheu-se a mediana como medida de referência, por ser o parâmetro que é menos influenciado pelos valores extremos, para mais ou para menos, para poder adotar-se qualquer terço de cada dente testado.

Mais uma vez, a análise (ANOVA2) indica que existem diferenças entre os grupos ($p < 0,0001$), mas não especifica quais são elas. Faz-se necessária a aplicação do teste de Tukey individualmente, a fim de apontar onde estão essas diferenças. Passou-se, então, à comparação individual considerando os sistemas de cimentação adesiva (cimentos) (TAB. 5 e GRÁF. 1).

Tabela 5 – Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando os sistemas de cimentação utilizados (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).

Sistema de cimentação	Médias das medianas das resistências em MPa
RelyX ARC	6,27
Variolink II	5,57

Diferença significativa ($p = 0,0001$)

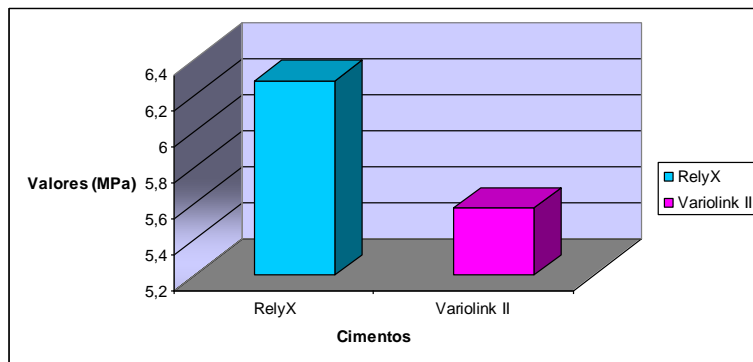


Gráfico 1 – Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando os sistemas de cimentação utilizados.

De acordo com os resultados da análise, considerando-se apenas o sistema de cimentação, o cimento RelyX ARC e o cimento Variolink II não apresentam diferenças significativas na resistência adesiva.

Na Tabela 6 e no Gráfico 2, a seguir, têm-se os resultados das comparações individuais considerando apenas os tratamentos realizados na dentina intrarradicular.

Tabela 6 – Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando os tratamentos de dentina intrarradicular utilizados (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).

Tratamento de dentina intrarradicular	Médias das medianas das resistências em MPa
Condicionamento + EDTA a 17%	6,875
Condicionamento	5,762
Condicionamento + Clorexidina	5,140

A barra indica equivalência estatística ($p < 0,01$).

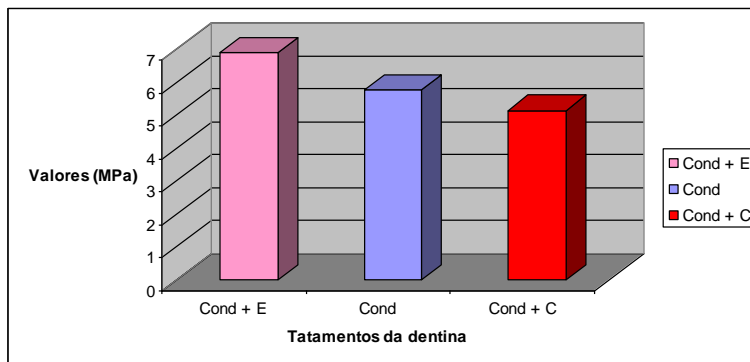


Gráfico 2 – Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando os tratamentos de dentina intrarradicular utilizados.

Para a última comparação individual pelo teste de Tukey, considerou-se a interação entre os tratamentos de dentina intrarradicular e os sistemas de cimentação. Assim, foi possível observar o comportamento dos grupos quando as duas variáveis interagem (TAB. 7 e GRÁF. 3).

Tabela 7 – Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2, 3 e 4 considerando a interação entre os tratamentos da dentina intrarradicular utilizados e os sistemas de cimentação (teste de Tukey para n desiguais entre grupos).

Sistema de cimentação/tratamento (Grupo)	Médias das medianas das resistências em MPa
RelyX ARC / Cond + EDTA (3B)	7,567
Variolink II / Cond + EDTA (3A)	6,184
Variolink II / Cond (1A)	6,040
RelyX ARC / Cond + Clorex. (2B)	5,788
RelyX ARC / Cond (1B)	5,484
Variolink II / Cond + Clorex. (2A)	4,492

As barras indicam equivalência estatística ($p < 0,05$).

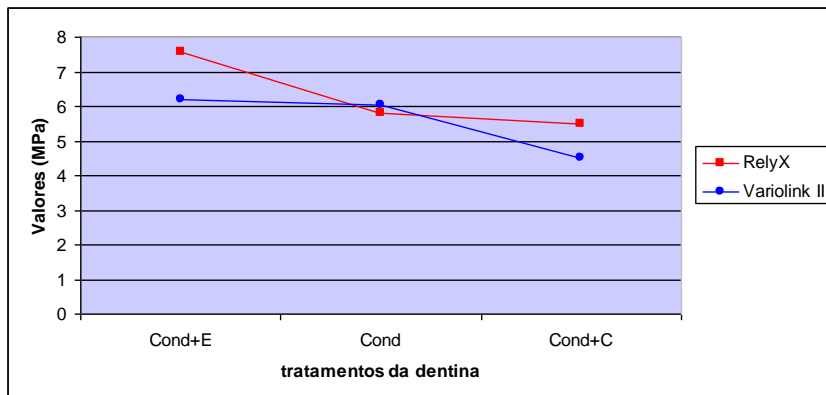


Gráfico 3 – Distribuição das médias das medianas das resistências adesivas dos Grupos 1A, 1B, 2 e 3 considerando a interação entre os tratamentos da dentina intrarradicular utilizados e os sistemas de cimentação.

De acordo com esses resultados, para o RelyX ARC, a melhor opção é a aplicação de EDTA, pois apresenta diferença significativa para as outras combinações testadas, inclusive para o tratamento padrão, recomendado pelo fabricante.

Para o Variolink II, não há diferenças entre o tratamento padrão e o EDTA, não havendo vantagem para a resistência imediata em se aplicar o EDTA. O tratamento de dentina com clorexidina implica perda de resistência imediata.

5.3 ANÁLISE DOS TIPOS DE FRATURA

De acordo com a metodologia empregada, os espécimes com falhas coesivas tiveram os seus valores descartados. Portanto, foram analisadas somente as seguintes fraturas adesivas:

tipo I – fratura adesiva entre cimento e pino;

tipo II – fratura adesiva entre cimento e dentina radicular; e

tipo III – fratura mista, quando houve uma mistura das adesivas.

Primeiramente, fez-se a análise da ocorrência dos tipos de fraturas em relação aos cimentos Variolink II e RelyX ARC, por meio do teste de qui-quadrado, para verificar se houve associação entre o

cimento e o tipo de fratura. Os resultados dessa análise são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Ocorrência do tipo de fratura por cimento.

	I	II	III
Variolink II	09^b	96^A	35
RelyX ARC	23^a	69^B	39

$$X^2 = 11,99 \text{ (} p=0,0025 \text{)}$$

Os resultados demonstram que houve maior ocorrência de fraturas do tipo II nos dois cimentos. O teste de qui-quadrado mostra significância estatística, indicando que o cimento Variolink II apresentou maior frequência de fraturas do tipo II que o RelyX ARC, e este, maior frequência do tipo I em relação ao Variolink II. Em outras palavras, pode-se esperar uma porcentagem maior de fraturas do tipo I quando se utiliza o cimento RelyX ARC.

Para a análise da ocorrência dos tipos de fratura entre os terços, foi também aplicado o teste do qui-quadrado, cujos resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Análise da ocorrência do tipo de fratura por terço, dentro do mesmo grupo. Resultados de qui-quadrado e p.

Variolink II + cond.	$X^2 = 4,2$	$p=0,3796$
RelyX ARC + cond.	$X^2 = 1,83$	$p=0,7668$
Variolink II + C	$X^2 = 2,38$	$p=0,3047$
RelyX ARC + C	$X^2 = 1,70$	$p=0,4275$
Variolink II + E	$X^2 = 0,55$	$p=0,7605$
RelyX ARC + E	$X^2 = 0,91$	$p=0,6350$

Não há diferença estatística significativa nos grupos.

Os resultados da análise mostram que não há diferença significativa na ocorrência dos tipos de fratura por terços, ou seja, os diferentes tipos de falhas ocorrem de maneira semelhante entre os terços cervical, médio e apical.

6 DISCUSSÃO

A resistência adesiva entre cimento resinoso, pino e dentina intrarradicular pode ser avaliada *in vitro* por testes de resistência de microtração (AKSORNMUANG et al., 2004; GASTON et al., 2001; MALLMANN et al., 2005; MANNOCCI et al.; 2001) e de cisalhamento por extrusão, ou *push-out* (CORDEIRO, 2002; GORACCI et al., 2005b; KURTZ et al., 2003; PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004; PEST et al., 2002). Cada um deles apresenta as suas vantagens.

Goracci et al. (2004) compararam a efetividade do teste de cisalhamento por extrusão com o teste de microtração. Concluíram que o teste de microtração com espécimes em forma de ampulheta apresenta um grande número de falhas prematuras e resultados com altos valores de desvio padrão, ou seja, grande variabilidade, tornando questionável a validade da técnica. No teste de microtração com espécimes em forma de palitos, existe a grande probabilidade de falha prévia, com perda da maior parte dos espécimes. No teste de cisalhamento, nenhuma falha prematura ocorreu, ou pouquíssimas falhas ocorreram. A variabilidade da distribuição dos dados em geral foi aceitável, e as diferenças regionais na resistência adesiva nos diferentes níveis da dentina radicular puderam ser corretamente avaliadas. O teste de cisalhamento por extrusão é menos sensível e não promove estresse durante a confecção dos corpos de prova, com menor interferência na resistência à fixação de pinos aderidos à dentina intrarradicular. Os autores indicaram o teste de cisalhamento para a avaliação da resistência adesiva de pinos de fibra cimentados por ser mais eficiente e confiável do que os testes de microtração.

O teste de cisalhamento permite, ainda, uma avaliação em cada terço radicular, identificando o local e o tipo de falha (BOFF, 2003). Assim, foi possível observar se existem diferenças de comportamento entre os terços.

No teste de cisalhamento por extrusão é possível a realização do ensaio em áreas menores, o que permite a criação de uma força de cisalhamento mais uniforme, melhorando a distribuição e o direcionamento do estresse. Dessa forma, a falha ocorre mais frequentemente na interface adesiva, o que é interessante para a avaliação da resistência adesiva (GORACCI et al., 2004; PFEIFER; SIIIIH; BRAGA, 2003).

Uma vantagem do teste de cisalhamento, quando comparado aos testes de microtração, é permitir que todos os procedimentos clínicos possam ser realizados antes da execução de um teste de cisalhamento. A cimentação dos pinos dentro do canal radicular possibilita reproduzir um fator de configuração compatível ao que acontece no procedimento clínico (PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004). Estudos de microtração que utilizam superfícies planas de espécimes seccionados longitudinalmente para avaliação do procedimento adesivo podem mascarar variáveis importantes, como o fator C, as quais tornam a cimentação intracanal uma técnica difícil e, por isso, tais estudos não são capazes de reproduzir os protocolos clínicos de cimentação intracanal. Já no preparo dos espécimes para o teste de cisalhamento, é possível aplicar o protocolo de cimentação adesiva tal qual é realizado na situação clínica. Assim, há a reprodução da contração de polimerização sob um fator de configuração semelhante ao que ocorre no procedimento clínico. Isso também pode explicar por que resultados de testes de cisalhamento são numericamente menores que os encontrados em testes de microtração. Esse estresse interno é resultante da contração de polimerização, que cria tensões na interface adesiva (PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004). Tal fato pode ser verificado nos resultados de Bouillaget et al. (2003), que avaliaram a resistência adesiva do sistema Single Bond e do cimento RelyX em raízes intactas e em raízes abertas, tendo constatado valores mais altos em raízes seccionadas (23,2 MPa) do que nas situações em que a adesão foi realizada em raízes íntegras (5,3 MPa). Gaston et al. (2001) e Mannocci, Ferrari e Watson (2001), também utilizando raízes seccionadas para avaliar a resistência adesiva à dentina intrarradicular, encontraram valores elevados de resistência.

6.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

A primeira comparação realizada neste estudo foi entre os subgrupos do Grupo 1, ou seja, testaram-se todos os cimentos de acordo com as recomendações do fabricante. Foram comparados o Variolink II (1A), RelyX ARC (1B), RelyX Unicem (1C), Multilink (1D) e fosfato de zinco (1E), e a sua influência na resistência adesiva à dentina intrarradicular. Observou-se diferença significativa somente entre o Variolink II (1A) e o Multilink (1D). Todas as outras comparações apresentavam alguma semelhança (TAB. 2). Existem

poucos estudos que compararam o comportamento desses sistemas cimentantes – combinação de adesivo e cimento resinoso – em relação ao fosfato de zinco em dentina intrarradicular. Porém, os resultados da presente pesquisa são semelhantes aos encontrados por Sadek et al. (2006) e Goracci et al. (2005a, 2005b). Esse resultado indica que os cimentos resinosos testados têm comportamento semelhante ao do cimento de fosfato de zinco, o que pode significar que a resistência friccional e a adesão ao substrato são igualmente importantes na retenção de pinos fibrorresinosos (GORACCI et al., 2005a, 2005b; SADEK et al., 2006).

Quanto à diferença de comportamento entre Variolink II (1A) e Multilink (1D), talvez ela possa ser explicada pelo fato de o sistema Multilink utilizar um adesivo autocondicionante em associação com um cimento autopolimerizável. Portanto, esse resultado parece confirmar a incompatibilidade entre adesivos autocondicionantes e cimentos resinosos duais ou autopolimerizáveis. Provavelmente o primer ácido do adesivo autocondicionante reagiu com a amina terciária do cimento dual, prejudicando a polimerização completa do agente cimentante (CHEONG et al., 2003; MONTICELLI et al., 2003), a ponto de tornar a adesão enfraquecida e permitir a ocorrência de falhas em cargas menores (TAY et al., 2003). Segundo Goracci et al. (2005a) e Lopes et al. (2004), os sistemas adesivos tradicionais resultam em melhor resistência do que os sistemas autocondicionantes. No Subgrupo 1A, o Variolink II foi utilizado com o adesivo Exite DSC, um adesivo de condicionamento ácido total. Este tipo de adesivo é capaz de promover a formação de prolongamentos resinosos longos e numerosos em todo o comprimento do conduto radicular, diferentemente dos sistemas autocondicionantes (PEST et al., 2002), devido à efetiva desmineralização promovida pelo condicionamento com ácido fosfórico, que permite maior penetração do adesivo na dentina (GORACCI et al., 2005a; LOPES et al., 2004; PEST et al., 2002). Bitter et al. (2004) também observaram diferenças entre Variolink II/Exite DSC e Multilink/Multilink Prime A e B, mesmos materiais aqui utilizados, quando realizaram a avaliação microscópica confocal da interface adesiva. O Variolink II apresenta espessura da camada híbrida significativamente maior do que nos espécimes do Multilink. O número de prolongamentos resinosos observados no Variolink II também foi significativamente maior do que no Multilink, ou seja, os sistemas de condicionamento total promovem a formação de uma camada híbrida mais espessa e uniforme, com maior número de prolongamentos resinosos, do que os sistemas autocondicionantes,

sendo provável ocorrer uma maior durabilidade da resistência de união de pinos de fibra à dentina radicular, como o que foi encontrado na presente pesquisa.

Os cimentos de polimerização dual, como o Variolink II (1A) e RelyX ARC (1B), 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). No entanto, as diferenças encontradas entre o Variolink II (1A) e o Multilink (1D), sejam elas justificáveis pelo tipo de sistema adesivo usado em associação ao cimento (CHEONG et al., 2003; MONTICELLI et al., 2003; TAY et al., 2003), pelo tipo de condicionamento dentinário realizado (BITTER et al., 2004; GORACCI et al., 2005a; LOPES et al., 2004; PEST et al., 2002) ou pelo modo de polimerização do cimento (BRAGA; CESAR; GONZAGA, 2002; PFEIFER; SIIH; BRAGA, 2003), não foram observadas nas comparações com os outros cimentos resinosos – RelyX ARC (1A) e RelyX Unicem (1C) – utilizados na presente pesquisa e nem com o cimento de fosfato de zinco (1E). Esse resultado se assemelha aos encontrados em estudos que fizeram comparações parecidas (BOFF, 2003; FERRARI et al., 2001; GORACCI et al., 2005a, 2005b; KURTZ et al., 2003; SADEK et al., 2006; VICHI et al., 2002; ZICARI et al., 2008). Segundo Goracci et al. (2005b), isso acontece provavelmente porque a fricção, ou seja, a retenção mecânica friccional, tem papel fundamental na retenção dos pinos fibrorresinosos, por isso os valores de resistência adesiva encontrados para o fosfato de zinco se assemelharem àqueles encontrados para os cimentos resinosos. Além disso, cimentos autoativados ou duais polimerizam lentamente, o que permite o escoamento e o alívio das tensões provenientes da contração de polimerização (SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005).

A posterior comparação aqui realizada entre terços radiculares serviu para definir se os terços apresentavam condições de igualdade ou comportamentos independentes entre si. Os resultados apontaram forte diferença estatística entre todos os terços (TAB. 3). Dessa forma, o terço cervical apresentou os maiores valores de resistência adesiva, que diminuía à medida que avançavam em direção à apical, resultado comparável ao de estudos anteriores (BOFF, 2003; BOUILLAGUET et

al., 2003; FERRARI et al., 2000a; FERRARI et al., 2001; SADEK et al., 2006).

As diferenças morfológicas e histológicas ao longo das diferentes regiões da dentina intrarradicular interferem no comportamento do substrato na adesão (FERRARI et al., 2000b; MALLMANN, A. et al., 2005; MJOR et al., 2001). Essas diferenças interferem na resposta de cada terço ao condicionamento ácido (FERRARI et al., 2000a) e, portanto, é possível observar-se a diminuição na espessura da camada híbrida de coronal para apical quando é feita uma avaliação com microscopia eletrônica de varredura (BITTER et al., 2004). Como a adesão está relacionada à adequada infiltração do adesivo na dentina condicionada e à formação da camada híbrida, a condição mais satisfatória para a adesão à dentina intrarradicular ocorre, então, no terço cervical do conduto (BOFF, 2003; BOUILLAGUET et al., 2003; FERRARI et al., 2000a; FERRARI et al., 2001), fator que explica os resultados deste estudo, que encontrou os melhores valores de resistência adesiva no terço cervical, diminuindo em direção à apical. Associadas às condições citadas, características anatômicas do próprio conduto, como a forma cônica, a profundidade e o diâmetro, propiciam um fator de configuração extremamente desfavorável, que pode chegar a 200 (BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ, 2006; SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005; ZICARI et al., 2008). O fator de configuração extremamente elevado que é encontrado na situação clínica de cimentação intrarradicular também compromete a qualidade de adesão. A forma cônica de pequeno diâmetro e com considerável profundidade dificulta o controle de umidade e a adequada aplicação dos materiais adesivos, tornando o protocolo clínico da técnica adesiva bastante sensível, o que também pode comprometer a qualidade da adesão (SCHWARTZ, 2006; SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005; ZICARI et al., 2008). Por outro lado, existem pesquisas (AKSORNMUANG et al., 2004; CORDEIRO, 2002; FOXTON et al., 2003; FOXTON et al., 2005; VICHI et al., 2002) em que a profundidade da dentina e a densidade dos túbulos não afetaram a resistência adesiva dos compósitos, tendo sido encontrado um equilíbrio entre os valores de todas as regiões. Com base nesses resultados, os autores afirmam que a adesão parece ser mais relativa à área sólida da dentina do que à densidade dos túbulos.

Gaston et al. (2001) avaliaram a resistência adesiva à microtração dos cimentos resinosos C&B Metabond (Parkell) e Panavia 21 (Kuraray) à dentina intrarradicular e verificaram maiores

médias de resistência adesiva no terço apical. Porém, por se tratar de um teste de microtração, não permite a reprodução dos procedimentos clínicos de aplicação da técnica de cimentação adesiva nas condições anatômicas que determinam o alto fator de configuração (PERDIGÃO; GERALDELLI; LEE, 2004).

Todas essas particularidades da dentina intrarradicular e as suas diferenças em relação à dentina coronal (MJOR; NORDAHL, 1996) também explicam por que experimentos na região coronal (LOPES et al., 2004) apresentam valores de resistência de união significativamente superiores aos encontrados nesta pesquisa e em outras de resistência adesiva em dentina radicular (BOFF, 2003; GORACCI et al., 2004; KURTZ et al., 2003; ZICARI et al., 2008).

A análise da interação dos dois fatores, terço e cimento, para verificar o efeito no comportamento dos grupos (TAB. 4) foi realizada. As comparações demonstraram que o comportamento do fosfato de zinco (1E) foi semelhante em todos os terços, o que pode ser explicado pelo fato de esse material não ser adesivo e, teoricamente, não ser sensível às diferenças do substrato em cada terço, uma vez que age por retenção mecânica. Porém, o RelyX Unicem (1C) apresentou comportamento semelhante ao fosfato de zinco (1E), logo, semelhante entre os terços, o que também foi encontrado por Sadek et al. (2006). Tal comportamento pode ser justificado pela importância da retenção mecânica quando se utilizam cimentos resinosos. No entanto, os dois são cimentos de naturezas bastante diferentes. O RelyX Unicem é cimento adesivo resinoso autocondicionante, e o fosfato de zinco, um cimento não adesivo, porém, segundo Ferrari et al. (2004), ambos apresentam leve acidez, o que proporciona o autocondicionamento. É de grande importância, portanto, que futuros estudos avaliem o comportamento bioquímico desses dois cimentos, diante da morfologia variada da dentina intrarradicular e da sua influência na retenção de pinos fibrorresinosos.

Ainda com referência à análise de comportamento da interação dos fatores cimento e terço, o cimento Variolink II (1A) apresentou os melhores resultados nos terços cervical e médio, mas com forte perda de resistência no terço apical, com diferença estatística significativa. O cimento RelyX ARC (1B) apresentou o maior valor de resistência entre todas as combinações possíveis no terço cervical, tendo o terço médio se equiparado ao cervical, porém apresentou a maior queda entre terços apicais, com o pior resultado nesta região. Os resultados demonstram que tanto o Variolink II quanto o RelyX ARC são sensíveis às diferenças do substrato somente no terço apical, provavelmente por

essa ser a região radicular que apresenta dentina intrarradicular mais diferente morfológica e anatomicamente da dentina coronal, sendo a menos favorável à adesão (BOFF, 2003; BOUILLAGET et al., 2003; FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001; FERRARI et al., 2000a, 2000b; FERRARI et al., 2001; GORACCI, et al., 2004; MALLMANN et al., 2005; MJOR; NORDHAL, 1996; MJOR et al., 2001; SCHWARTZ, 2006; SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; ZICARI et al., 2008) e, consequentemente, apresentando menor resistência adesiva (BOFF, 2003; GORACCI et al., 2004; KURTZ et al., 2003; ZICARI et al., 2008).

Na análise das variáveis cimentos e tratamentos aplicados na dentina condicionada, foram testados dois cimentos – Variolink e RelyX ARC – que possuem um passo separado de condicionamento ácido da dentina. A outra variável correspondia a quatro preparações de dentina: tratamento padrão conforme instruções dos fabricantes (tp), ou seja, o condicionamento ácido seguido de aplicação do sistema adesivo; condicionamento ácido mais clorexidina a 2%; e condicionamento mais EDTA a 17%.

Analisando-se o tipo de tratamento aplicado, independentemente do cimento utilizado (TAB. 6), o tratamento com EDTA a 17% resultou nos melhores valores, seguido do tratamento padrão e do tratamento com clorexidina a 2%, não tendo havido diferença significativa entre estes dois últimos. O tratamento que mais alterara a resistência adesiva de pinos fibrorresinosos foi o EDTA, que melhora o comportamento adesivo. Vale lembrar que o objeto avaliado é a resistência adesiva inicial após a aplicação dos tratamentos alternativos. Tal avaliação não encontra estudos correspondentes nem mesmo em dentina coronal. Assim, não existe a possibilidade de comparação de resultados com outros estudos. As pesquisas hoje existentes sobre a aplicação desses tratamentos alternativos, todas realizadas em dentina coronal, avaliam os seus efeitos na preservação da camada híbrida no longo prazo. No presente estudo, o objetivo de se avaliar a resistência inicial era o de identificar a viabilidade ou não de se testarem esses tratamentos em dentina intrarradicular. Quando utilizado o tratamento com EDTA a 17%, pôde-se observar uma melhora significativa na resistência adesiva “imediate”. Além disso, é esperado, no longo prazo, que o tratamento iniba a deterioração da camada híbrida (TAY et al., 2006). Esse aumento da resistência adesiva se explicaria pelo fato de o EDTA agir nos componentes inorgânicos da lama dentinária, causando descalcificação da dentina peritubular e

intertubular, deixando colágeno exposto (TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE, 2005).

Quanto ao comportamento da clorexidina em relação à força de adesão, Silva et al. (2005) afirmam que a clorexidina a 2% tem características antimicrobianas, substantividade, baixa toxicidade e boa capacidade de limpeza das paredes dentinárias, sem comprometer as forças de união. Por isso, não alterou os valores de resistência de união dos espécimes nesta pesquisa.

Comparou-se também a interação entre os tratamentos de dentina intrarradicular e os sistemas de cimentação. Assim, foi possível observar o comportamento dos grupos quando as duas variáveis interagem (TAB. 7). Diante dos resultados, pode-se reafirmar que ambos os cimentos são afetados pelos tratamentos. Com o Variolink II, quando foi utilizada a clorixidina a 2% (Subgrupo 2A), os valores referentes à resistência adesiva caíram. Entretanto, o tratamento com EDTA a 17% (3A) não alterou a resistência, em comparação ao protocolo recomendado pelo fabricante. Portanto, quando utilizado o Variolink II, não há vantagem em se adotar qualquer um dos tratamentos alternativos testados no que se refere à adesão “imediate”.

O cimento RelyX ARC não teve a resistência adesiva diminuída significativamente por nenhum dos tratamentos empregados. O que se pôde observar foi uma melhora expressiva na resistência adesiva quando foi aplicado o tratamento com EDTA a 17% (3B), o que pode indicar que, quando a cimentação de pinos fibrorresinosos for realizada com sistema cimentante RelyX ARC e SBMP Plus, o protocolo que inclui a aplicação de EDTA a 17% (3B) após o condicionamento ácido da dentina intrarradicular proporcionará melhor adesão “imediate”, pois apresenta diferença significativa para as outras combinações testadas, inclusive para o tratamento padrão, recomendado pelo fabricante, além da possibilidade de esta substância agir na inibição da degradação da camada híbrida.

Os resultados apontam e justificam a necessidade de pesquisas de base que expliquem o “porquê” das diferenças, aqui observadas, de comportamento dos cimentos quando associados aos tratamentos.

6.2 DISCUSSÃO DA ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA

Fez-se a análise da ocorrência dos tipos de fraturas em relação aos cimentos Variolink II e RelyX ARC para verificar se houve

associação entre o cimento e o tipo de fratura, independentemente do tratamento dentinário realizado (TAB. 8). Os resultados mostram que as fraturas do tipo II são as que mais ocorrem nos dois tipos de cimento, ou seja, a falha mais comum para esses cimentos acontece entre o sistema cimentante e a dentina intrarradicular. Assim, os resultados desta análise corroboram as principais falhas que acontecem em avaliações clínicas como as realizadas por Cagidiaco et al. (2007), Ferrari et al. (2000a), Monticelli et al. (2003), Schmitter et al. (2007) e Signore et al. (2009), e, portanto, condizem com a realidade clínica.

A efetividade da cimentação de pinos à dentina radicular ainda é limitada e questionável. Na coroa, a dentina apresenta diferenças mais significativas na densidade dos túbulos entre as áreas internas e periféricas. A raiz apresenta número de túbulos significativamente menor do que a coroa, e o número de ramificações dos túbulos dentinários é abundante em áreas onde a densidade deles é menor (MJOR; NORDAHL, 1996). A qualidade da adesão é afetada pela densidade e orientação dos túbulos dentinários nos diferentes terços das paredes do canal radicular, já que interfere na formação e na espessura da camada híbrida (FERRARI et al., 2000b; MALLMANN et al., 2005; MJOR et al., 2001), tornando o ponto fraco dessa técnica a cimentação adesiva, sendo a interface cimento/dentina a parte mais frágil (ZICARI et al., 2008). Por isso, a fase de cimentação é considerada decisiva para a estabilidade e longevidade da restauração de dentes endodonticamente tratados que usam pinos fibrorresinosos (FERRARI et al., 2002a, 2002b; SEN; POYRAZOGLU; TUNCELLI, 2004).

Na comparação entre os dois cimentos, a avaliação estatística da ocorrência permite aprofundar a análise dos resultados, detectando maior frequência de fraturas do tipo II no cimento Variolink II do que no RelyX ARC. Significa que, a respeito do tipo de falha mais comum para os dois cimentos, o cimento Variolink II tem a maior quantidade de falhas na adesão entre dentina intrarradicular e cimento do que o cimento RelyX ARC. Ocorre também uma maior quantidade de falhas do tipo I no RelyX ARC do que no Variolink II. Em outras palavras, pode-se esperar um aumento do percentual de falhas na interface cimento/pino quando se utiliza o cimento RelyX ARC. De acordo com esta avaliação, o RelyX ARC conseguiu melhor resultado na adesão dentinária por ter uma frequência de fraturas do tipo II menor que o esperado, ou seja, diminuiu a proporção de falhas entre dentina e cimento, o que não ocorreu com o Variolink II. Os limites impostos à pesquisa não abrangem a detecção dos motivos desse comportamento, já que os dois cimentos são da mesma natureza, ou seja, cimentos de

polimerização dual, utilizados em associação a adesivos autopolimerizados recomendados pelos seus fabricantes. Assim, percebe-se a necessidade de estudos complementares que identifiquem o motivo das diferenças na qualidade da adesão à dentina intrarradicular.

Na análise da ocorrência dos tipos de fratura entre os terços (TAB. 09), os resultados mostraram que não houve diferença na ocorrência dos tipos de fratura por terços, ou seja, os diferentes tipos de falhas ocorrem de maneira semelhante entre os terços cervical, médio e apical, sendo a falha mais frequente por toda a dentina intrarradicular a do tipo II, entre dentina e cimento. As diferenças anatomomorfológicas entre as regiões do canal radicular, que afetam a qualidade da adesão (BITTER et al., 2004; FERRARI et al., 2000b; MALLMANN, et al., 2005; MJOR et al., 2001), além das dificuldades de visualização e acesso do conduto radicular, do controle da umidade e da aplicação dos produtos e materiais durante os procedimentos (SCHWARTZ, 2006; FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001; GORACCI et al., 2004; ZICARI et al., 2008;) e do fator de configuração desfavorável (BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ, 2006; SCHWARTZ; FRANSMAN, 2005; TAY et al., 2005; ZICARI et al., 2008), não provocam diferenças no tipo de falha nos diferentes terços, o que significa que a falha que mais ocorre em todos os terços é a falha do tipo II, entre dentina e cimento, e pelo mesmo motivo: a fraca adesão à dentina intrarradicular.

Com base na análise estatística de ocorrência realizada nesta pesquisa, foi possível prever qual o tipo de falha mais frequente quando usado determinado tratamento e material. A maioria dos estudos faz somente a observação do percentual das falhas, portanto a comparação de resultados entre esses estudos e o da presente pesquisa é feita de forma indireta, ou seja, não se comparando os percentuais entre si, mas verificando se os percentuais dos estudos são compatíveis com as ocorrências (comportamento) identificadas na presente pesquisa. A maior ocorrência de falhas entre dentina e sistema cimentante está de acordo com os estudos de Boone et al. (2001), Goracci et al. (2004), Mayhew et al. (2000) e Zicari et al. (2008).

Prisco et al. (2003) afirmaram que a diferença relativa da rigidez entre o cimento e o pino é responsável por uma maior concentração de estresse nessa interface, o que a torna mais susceptível à fratura, porém poucas foram as falhas adesivas na interface cimento/pino ocorridas neste estudo. Nos casos de falha na interface cimento/pino, deve ser considerado o tratamento de superfície do pino

(AKSORNMUANG et al., 2004). Segundo Mannocci et al. (2003) e Zicari et al. (2008), a interface dentina/sistema cimentante é o elo mais fraco de união de pinos de fibra cimentados nos condutos.

0 0 5 0 - 5 0 0 0 0 0 0 0

7 CONCLUSÕES

Com base nos dados do presente estudo podemos concluir que:

- a) o tipo de cimento usado na retenção de pinos fibrorresinosos interfere na resistência adesiva da cimentação. O Variolink II apresentou maior resistência adesiva que o Multilink, não havendo diferença estatística significativa entre as outras combinações possíveis;
- b) o terço cervical apresenta os maiores valores de resistência adesiva, seguido pelo terço médio e depois pelo terço apical;
- c) o tratamento da dentina intrarradicular condicionada realizado com EDTA a 17% aumenta a resistência adesiva quando comparado com o tratamento padrão (condicionamento ácido dentinário). O tratamento com a clorexidina a 2% não altera a resistência adesiva em comparação com o tratamento padrão;
- d) a combinação do cimento Variolink II com o tratamento da dentina intrarradicular com clorexidina a 2% diminui a resistência adesiva, não havendo diferenças entre o tratamento padrão e o tratamento com EDTA a 17%. Para o RelyX ARC, a aplicação de EDTA a 17% é a única que aumenta a resistência adesiva imediata o tratamento com clorexidina 2% não difere do tratamento padrão; e
- e) a maioria das falhas ocorreu entre o sistema cimentante e a dentina intrarradicular (tipo II).

١١) ١٢) ١٣) ١٤) ١٥) ١٦) ١٧) ١٨) ١٩) ٢٠)

REFERÊNCIAS

AKSORNMUANG, J. et al. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fiber posts. **J. Dent.**, Guildford, v. 32, n. 9, p. 443-450, 2004.

ALBUQUERQUE, R. C. et al. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 30, n. 9, p. 936-943, Sept. 2003.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. **J. Dent.**, Guildford, v. 27, n. 4, p. 275-278, 1999.

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.

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. 101 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

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, n. 3, p. 199-205, May 2003.

BRAGA, R. R.; CESAR, P. F.; GONZAGA, C. C. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 257-262, 2002.

BUZOGLU, H. D.; CALT, S.; GÜMÜSDERELIOGLU, M. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 18-24, 2007.

CAGIDIACO, M. C. et al. Clinical performance of fiber post restoration in endodontically treated teeth: 2-year results. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 20, n. 3, p. 293-298, May/June 2007.

CARVALHO, R. M. et al. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 32, n. 1, p. 55-65, 2004.

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, Nov/Dec, 2003.

CHERSONI, S. In vivo reduction of permeability by oxalate desensitizer. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 84, Spec Iss A [abstract 0508], 2005.

CHRISTENSEN, G. J. Post concepts are changing. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 135, n. 9, p. 1308-1310, Sept. 2004.

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.

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

DIETSCHI, D. et al. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature – Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 38, n. 9, p. 733-738, Oct. 2007.

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.**, Ottawa, v. 69, n. 4, p. 229-234, 2003.

DURAND, L. B.; ANDRADA, M. A. C.; ARAÚJO, E. Cimentação de pinos fibrorresinosos: desafios e possibilidades. **Clínica – Braz. Dent.**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 304-310, jul./set. 2009.

FERRARI, M.; MANNOCCI, F. A “one-bottle” adhesive system for bonding a fiber 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.; VICHI, A.; GRANDINI, S. Efficacy of different techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, n. 5, p. 422-429, 2001.

FERRARI, M. et al. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, n. especial, 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. 255-260, Oct. 2000b.

FERRARI, M. et al. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glassfiber posts into root canals: An SEM investigation. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 14, n. 6, p. 543-549, Nov/Dec. 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.**, Saint Louis, v. 94, n. 5, p. 627-631, 2002b.

FERRARI, M. et al. Collagen degradation in endodontically treated teeth after clinical function. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 83, n. 5, p. 414-419, 2004.

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, n. 2, 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. 321-324, May 2001.

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.**, Copenhagen, v. 112, n. 4, p. 353-361, Aug. 2004.

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

GORACCI, C. et al. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 8, p. 608-615, Aug. 2005b.

HASHIMOTO, M. et al. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 66, n. 1, p. 287-298, 2003.

HEBLING, J. et al. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 84, n. 8, p. 741-746, 2005.

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, n. especial, p. 31A-36A, 2003.

LANZA, A. et al. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. **Dent. Mater.**, Washington, v. 21, n. 8, p. 709-715, Aug. 2005.

LOPES, G. C. et al. Microtensile bond strength to root canal vs pulp chamber dentin: effect of bonding strategies. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v. 6, n. 2, 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.; 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, 2001.

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, n. 4, p. 200-204, 2001.

MANNOCCI, F. et al. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, n. 1, p. 28-32, Feb. 2003.

MANNOCCI, F. et al. Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored with amalgam or with fiber posts and resin composite: five-year results. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 30, n. 1, p. 9-15, Jan./Feb. 2005.

MARTIN-DE LAS HERAS, S.; VALENZUELA, A.; OVERALL, C. M. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. **Arch Oral Biol.**, Oxford, v. 45, n. 9, p.757-765, 2000.

MAYHEW, J. T. et al. Effect of root canal sealers and irrigation agents on retention of preformed posts luted with a resin cement. **J. Endod.**, Baltimore, v. 26, n. 6, June 2000.

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, n. 5, 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.

MORGAN, L. F. S. A. et al. Light transmission through a translucent fiber post. **J. Endod.**, Baltimore, v. 34, n. 3, p. 299-302, Mar. 2008.

OHLMANN, B. et al. The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of the fiber-reinforced composite posts. **J. Dent.**, Washington, v. 36, n. 1, p. 87-92, Jan. 2008.

PASHLEY, D. H. et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 83, n. 3, p. 216-221, 2004.

PEGORETTI, A. et al. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. **Biomaterials**, Oxford, v. 23, n. 13, p. 2967-2982, July 2002.

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, n. 6, p. 422-426, 2004.

PERDIGÃO, J.; GOMES, G.; AUGUSTO, V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. **J. Prosthodont.**, Lombard, v. 16, n. 3, p. 154-164, May/June 2007.

PERDIGÃO, J. et al. Restoring teeth with prefabricated fiber-reinforced resin post. **Pract. Proced. Aesthet. Dent.**, New York, v. 19, n. 6, p. 359-364, July 2003.

PEST, L. B. et al. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push out tests and SEM observations. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 8, p. 596-602, 2002.

PFEIFER, C.; SIIH, 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.
- SADEK, F. T. et al. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 12, p. 1172-1177, Dec. 2006.
- 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.
- SANO, H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin dentin bonds. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 85, n. 1, p. 11-14, 2006.
- SCHMITTER, M. et al. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 20, n. 2, p. 173-178, Mar./Apr. 2007.
- SCHWARTZ, R. S. Adhesive dentistry and endodontics. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 12, p. 1125-1134, Dec. 2006. Part 2: Bonding the root canal system: the promise and the problems: a review.
- SCHWARTZ, R. S.; FRANSMAN, R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 3, p. 151-165, Mar. 2005.
- SEN, D.; POYRAZOGLU, E.; TUNCELLI, B. The retentive effects of pre-fabricated posts by luting cements. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 31, n. 6, 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.**, Saint Louis, v. 97, n. 3, p. 381-387, 2004.
- SIGNORE, A. et al. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided

glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. **J. Dent.**, Guildford, v. 37, n. 2, p. 115-121, Feb. 2009.

SILVA, R. S. da et al. The effect of the use of 2% chlorhexidine gel in post-space preparation on carbon fiber post retention. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 99, n. 3, p. 372-377, 2005.

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

SULKALA, M. et al. The effects of MMP inhibitors on human salivary MMP activity and caries progression in rats. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 80, n. 6, p. 1545-1549, June 2001.

SULKALA, M. et al. The localization of matrix metalloproteinase-20 (MMP-20, enamelysin) in mature human teeth. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 81, n. 9, p. 603-607, Sept. 2002.

SWIFT JR, E. J. et al. Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, n. 3, p. 137-140, 2001.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Dentin bonding: is there a future? **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v. 6, n. 4, p. 263, 2004.

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, v. 5, n. 2, p. 91-105, 2003.

TAY, F. R. et al. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 8, p. 584-589, Aug. 2005.

TAY, F. R. et al. Self-etching adhesives increase collagenolytic activity in radicular dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 9, p. 862-868, 2006.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C. S.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 285-290, 2005.

TJÄDERHANE, L. et al. The activation and function of host matrix metalloproteinases in dentin matrix breakdown in caries lesions. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 77, n. 8, p. 1622-1629, Aug. 1998.

TORBJONER, A. et al. Carbon fiber reinforced root canal posts: mechanical and cytotoxic properties. **J. Oral Sci. Eur.**, Copenhagen, v. 104, n. 5-6, p. 605-611, 1996.

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.

ZICARI, F. et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. **Dent. Mater.**, Washington, v. 24, n. 7, p. 967-977, July 2008.

ANEXOS