

RINA ANDRÉA PELEGRINE

**INFLUÊNCIA DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS UTILIZADAS EM ENDODONTIA  
NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO FIXADOS COM  
CIMENTAÇÃO ADESIVA**

CAMPINAS  
2009

RINA ANDRÉA PELEGRINE

**INFLUÊNCIA DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS UTILIZADAS EM ENDODONTIA  
NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO FIXADOS COM  
CIMENTAÇÃO ADESIVA**

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação / CPO São Leopoldo Mandic, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silveira Bueno.

CAMPINAS  
2009

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca "São Leopoldo Mandic"**

P381i Pelegrine, Rina Andréa.  
Influência das soluções irrigadoras utilizadas em endodontia na resistência à tração de pinos de fibra de vidro fixados com cimentação adesiva / Rina Andréa Pelegrine. – Campinas: [s.n.], 2009.  
113f.: il.

Orientador: Carlos Eduardo da Silveira Bueno.

Dissertação (Mestrado em Endodontia) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Pinos dentários. 2. Hipoclorito de sódio. 3. Resistência à tração. 4. Endodontia. I. Bueno, Carlos Eduardo da Silveira. II. C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação. III. Título.

**C.P.O. - CENTRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS  
SÃO LEOPOLDO MANDIC**

**Folha de Aprovação**

A dissertação intitulada: **“INFLUÊNCIA DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS UTILIZADAS EM ENDODONTIA NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO FIXADOS COM CIMENTAÇÃO ADESIVA”** apresentada ao Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração: Endodontia em \_\_/\_\_/\_\_\_\_, à comissão examinadora abaixo denominada, foi aprovada após liberação pelo orientador.

---

Prof. (a) Dr (a)  
Orientador

---

Prof. (a) Dr (a)  
1º Membro

---

Prof. (a) Dr (a)  
2º Membro

## DEDICATÓRIA

Ao meu marido, Allan, grande responsável por esta conquista, pelo apoio e compreensão.

Aos meus filhos, Alexandre e Raphael, por me proporcionarem o exercício do mais sublime amor.

Aos meus pais, Rino e Dalva, pelos valores vinculados à minha educação, os quais contribuíram de forma decisiva para minha formação.

Ao meu irmão, André, presença constante em minha vida, pelo auxílio e dedicação.

À minha irmã, Daniela e à minha cunhada, Renata, pelo carinho de sempre.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço Meu Deus por inspirar meus pensamentos, guiar meus atos e apaziguar meus sentimentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silveira Bueno, exemplo de profissionalismo, ética e competência, agradeço pelo grande incentivo e disponibilidade em todos os momentos.

Aos Profs. Drs. Alexandre Sigrist de Martin e Rodrigo Sanches Cunha, pela presença constante ao longo deste curso, sempre prontos a me auxiliar.

À Profa. Dra. Flávia Martão Flório, não somente pela análise estatística, como também por me amparar num momento importante.

Ao Prof. Dr. Valdir Alves Guimarães, pela atenção dispensada à minha pesquisa e pelos esclarecimentos estatísticos.

À Profa. Flávia Lucisano Botelho do Amaral, do departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic, sempre acessível e disposta a transmitir seus conhecimentos.

À Tatiana Cristina Ricci da Silva, técnica responsável pelo laboratório de ensaios, pela dedicação e empenho para que eu concluísse este trabalho, a qual tornou-se minha aliada.

Aos amigos que fiz durante esta jornada, em especial à Lorenza, Roberta, Clarissa, Albert e Márcio, pelo companheirismo e bons momentos.

À querida colega Marlowa, por me fazer lembrar que pessoas dispostas a ajudar existem e estão ao nosso lado quando mais precisamos.

À Dra. Renata, responsável por confeccionar as alças metálicas dos corpos de prova, pela preocupação em atender prontamente ao meu pedido.

À Dra. Ana Amália, Dra. Ana Paula e à amiga Claudinéia, que colaboraram decisivamente para a realização deste trabalho.

À minha auxiliar clínica, Zulmira, pela presteza em atender às minhas solicitações, cumprindo importante papel para o desenvolvimento deste projeto.

Às demais pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Materiais restauradores a base de resina são amplamente empregados na reconstrução de dentes tratados endodonticamente. Entretanto, algumas soluções utilizadas rotineiramente durante os procedimentos endodônticos podem ter efeito sobre a força de união de sistemas adesivos ao canal radicular. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de soluções irrigadoras utilizadas durante a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares na resistência à tração de pinos de fibra de vidro pré-fabricados fixados com cimentação adesiva. Foram utilizadas 50 raízes bovinas extraídas, distribuídas em cinco grupos de acordo com o agente irrigador empregado durante a instrumentação: grupo I - soro fisiológico; grupo II - hipoclorito de sódio (NaOCl) 1%; grupo III - NaOCl 2,5%; grupo IV - NaOCl 5,25%; grupo V - clorexidina gel 2% associada ao soro fisiológico. A obturação dos canais radiculares foi realizada com guta-percha associada ao cimento endodôntico AH Plus e os pinos de fibra de vidro cimentados por meio do sistema de fixação Clearfil SE Bond/RelyX ARC. Após sete dias de armazenamento em ambiente úmido a 37° C, os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à tração em Máquina de Ensaio Universal - EMIC - modelo DL 2000, regulada a velocidade de 0,5 mm/min. Os valores obtidos em quilograma força (kgf) foram tabulados e submetidos à análise estatística (One-way ANOVA). Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes para o fator solução irrigadora ( $p > 0,70$ ) com médias que variaram de 24,66 a 28,83 kgf, correspondentes aos grupos I e V, respectivamente. Concluiu-se, portanto, que as soluções irrigadoras testadas não influenciaram a resistência à tração do sistema de fixação utilizado para a cimentação de pinos intraradiculares de fibra de vidro.

Palavras-chave: Pinos de fibra de vidro. Soluções irrigadoras. Hipoclorito de sódio. Gluconato de clorexidina. Sistemas adesivos. Resistência à tração.

## ABSTRACT

Use of resin-based restorative materials has become widely accepted for treatment of endodontically treated teeth. However, some solutions routinely used during endodontic treatment procedures may have an effect on bond strengths of adhesive materials to root canal dentin. The purpose of this study was to evaluate the influence of irrigant solutions used during root canals cleaning and shaping on tensile strength of prefabricated glass fiber posts luted with adhesive systems. Fifty extracted bovin roots were used. The specimens were divided into five groups according the irrigant solution used during mechanically enlargement: group I - saline solution; group II - sodium hypochloride (NaOCl) 1%; group III - NaOCl 2,5%; group IV - NaOCl 5,25%; group V - 2% chlorhexidine gluconate gel associated to saline solution. The root canals were filling using guta-percha and the sealer AH Plus and fiber posts lutting by Clearfil SE Bond/RelyX ARC. After storage in humidity at 37° C for seven days, the specimens were submitted to tensile strengths in a Universal Testing Machine - EMIC - model 2000, under 0,5 mm/min of velocity. The results expressed in kgf were schedule and submitted into statistical analysis (One-way ANOVA). They showed no significant statistical effect to the irrigant agent ( $p > 0,70$ ) with mean ranging from 24,66 to 28,83 kgf, corresponding to groups I and V, respectively. Thus, it follows that the irrigant solutions didn't affect the tensile bond strengths of fixation system employed by glass fiber posts lutting.

Keywords: Glass fiber posts. Irrigant solutions. Sodium hypochloride. Chlorhexidine gluconate. Bond systems. Tensile strengths.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Padronização do comprimento radicular com régua.....	73
Figura 2 - Posicionamento da raiz no delineador.....	74
Figura 3 - Posicionamento da raiz sobre a base perfurada.....	75
Figura 4 - Posicionamento do anel de PVC ao redor da raiz e vedamento das margens. ....	76
Figura 5 - Inclusão das raízes em resina acrílica.....	76
Figura 6 - Instrumentação com limas manuais. ....	77
Figura 7 - NaOCl 1%, 2,5% e 5,25%. ....	78
Figura 8 - Clorexidina gel 2% e soro fisiológico. ....	78
Figura 9 - EDTA-T 17%.....	78
Figura 10 - Procedimento de irrigação associado à vibrações ultrassônicas.....	78
Figura 11 - Secagem dos canais com capillary tip e cone de papel. ....	79
Figura 12 - Técnica termo-plástica.....	80
Figura 13 - Cimento AH Plus de obturação.....	80
Figura 14 – Refinamento do preparo com broca de Largo nº 5. ....	81
Figura 15 - Pino de fibra de vidro nº 3 e broca de Largo nº 5. ....	81
Figura 16 - Clearfil Porcelain Bond Ativador e Clearfil SE Primer. ....	82
Figura 17 - Sistema adesivo Clearfil SE Bond e microbrushes.....	82
Figura 18 - Cimento RelyX ARC. ....	83
Figura 19 - Introdução do cimento no interior do canal com espiral de Lentulo.....	83
Figura 20 - Posicionamento do pino e remoção dos excessos com microbrush. ....	83
Figura 21 - Confecção do cilindro de resina acrílica e alça metálica sobre a porção coronária do pino.....	85
Figura 22 - Posicionamento do corpo de prova na Máquina de Ensaio Universal. ....	85
Figura 23 - Máquina de Ensaio Universal - EMIC - modelo DL 2000.....	85
Tabela 1 - Análise de variância dos dados de resistência à tração (RT) transformada para a função logaritmo, conforme estudo de suposição e modelo adequado para experimento inteiramente casualizado com um fator (One-way anova).....	87
Tabela 2 - Média, desvio padrão e limites de confiança da média (95%) da resistência à tração (RT) em kgf observadas nas diferentes soluções irrigadoras testadas.....	88
Gráfico 1 - Médias e intervalos de confiança da média (95%) dos níveis de resistência à tração (kgf) observadas nos diferentes níveis do fator soluções irrigadoras.....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

#	- Calibre
%	- Por cento
°	- Graus
°C	- Graus Celsius
2/3	- Dois terços
cm/min	- Centímetros por minuto
EDTA	- Ácido Etileno Diamino Tetracético
EDTA-C	- Ácido Etileno Diamino Tetracético Cetavlon
EDTA-T	- Ácido Etileno Diamino Tetracético Tergentol
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	- Água oxigenada
Hz	- Hertz
K	- Kerr
kgf	- Quilograma-força
MET	- Microscópio eletrônico de transmissão
MEV	- Microscópio eletrônico de varredura
mL	- Mililitros
mm	- Milímetros
mm/min	- Milímetros por minuto
MO	- Mésio-oclusal
MOD	- Mésio-ocluso-distal
MPa	- Mega Pascal
mw	- Miliwatts
NaOCl	- Hipoclorito de sodio
PVC	-Policloreto de Vinila
r.p.m.	- Rotações por minuto
μ	- Micra

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Microinfiltração coronária em dentes tratados endodonticamente</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Retentores intrarradiculares</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3 Sistemas adesivos</b> .....	<b>30</b>
<b>2.4 Soluções irrigadoras</b> .....	<b>48</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>68</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>69</b>
<b>4.1 Lista de materiais e equipamentos</b> .....	<b>69</b>
<b>4.2 Delineamento experimental</b> .....	<b>72</b>
<b>4.3 Seleção e preparo dos dentes</b> .....	<b>72</b>
<b>4.4 Embutimento das raízes</b> .....	<b>74</b>
<b>4.5 Tratamento endodôntico</b> .....	<b>76</b>
<b>4.6 Grupos experimentais</b> .....	<b>77</b>
<b>4.7 Técnica de obturação</b> .....	<b>79</b>
<b>4.8 Preparo intrarradicular e seleção dos pinos</b> .....	<b>80</b>
<b>4.9 Cimentação dos pinos</b> .....	<b>81</b>
<b>4.10 Ensaio de resistência à tração</b> .....	<b>84</b>
<b>4.11 Análise estatística</b> .....	<b>86</b>
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>87</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>90</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>106</b>
<b>ANEXO A - FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA</b> .....	<b>112</b>
<b>ANEXO B - TABELA</b> .....	<b>113</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem por objetivo eliminar as bactérias intracanaís e promover selamento do sistema de canais radiculares e do acesso coronário através da utilização de materiais que previnam a reinfecção (Ray et al., 1995; Schwartz et al., 2005). A reconstrução coronária, portanto, deve ser considerada um componente a ser integrado ao tratamento endodôntico e para que se obtenha êxito neste processo é importante que alguns fatores sejam devidamente observados.

Extensas perdas de estrutura dental muitas vezes requerem reconstruções alicerçadas em retentores intrarradiculares. Inicialmente, pinos metálicos fundidos eram retidos mecanicamente aos canais radiculares, no entanto, havia perda excessiva de estrutura dentária (Erdemir et al., 2004). Com a evolução dos sistemas adesivos, como também dos cimentos resinosos e materiais restauradores, dentes endodonticamente tratados passaram a ser usualmente reconstruídos de forma conservadora e com esta finalidade muitos sistemas de retentores intrarradiculares vêm sendo introduzidos na odontologia (Akkayan, Gülmez, 2002). Entretanto, obter uma efetiva adesividade aos canais radiculares é enorme desafio considerando sua complexa anatomia e as limitações das propriedades físico-químicas dos materiais adesivos (Schwartz, 2006).

A hibridização é o principal processo utilizado atualmente para a obtenção da união de materiais restauradores resinosos à dentina (Schwartz, 2006). Segundo Nakabayashi et al. (1982), os túbulos dentinários oferecem pequena contribuição. A maior contribuição é proveniente da retenção micromecânica proporcionada pela resina infiltrada na matriz colágena da dentina intertubular. Portanto, para promover

uma união eficaz, a resina deve difundir-se completamente ao longo de toda a espessura de dentina condicionada. Este processo promove o encapsulamento e proteção das fibras colágenas, além do preenchimento dos espaços interfibrilares, o que permite interação física com a dentina subjacente (Yamauti et al., 2003). No entanto, a difusão parcial acarreta a movimentação de fluidos entre a camada híbrida e a dentina não infiltrada, acelerando a degradação da união (Tay et al., 1996; Schwartz, 2006).

Muitas das limitações da capacidade adesiva estão relacionadas à contração de polimerização. Quando materiais a base de resina polimerizam, moléculas de monômero dispersas juntam-se para formar cadeias que contraem-se conforme vão aumentando e entrelaçando-se. A força de contração na polimerização frequentemente excede a força de união à dentina, o que resulta na formação de frestas ao longo das superfícies gerando uma adesão mais fraca (Feilzer et al., 1988).

Outro fator de interferência na capacidade adesiva das resinas é a geometria desfavorável do sistema de canais radiculares (Tay et al., 2005). Praticamente, para toda parede de dentina há uma parede oposta e as superfícies não aderidas à resina são mínimas. A proporção de superfícies aderidas e superfícies não aderidas é denominada fator de configuração ou fator "C". Durante a polimerização, as superfícies não aderidas permitem ao material fluir nos estágios iniciais e aliviar a força de contração. Entretanto, como as superfícies não aderidas são poucas em um longo e estreito canal radicular, há insuficiente alívio na tensão de contração e uma alta probabilidade de uma ou mais áreas de aderência perderem a união (Tay et al., 2005).

Materiais aplicados à dentina durante o procedimento endodôntico

também podem interferir na adesividade. As soluções irrigadoras utilizadas para auxiliar a remoção do conteúdo pulpar e debrís dentinários são fatores relevantes quando relacionados à adesão de compostos resinosos ao canal dentinário (Perdigão et al., 2000; Ari et al., 2003; Erdemir et al., 2004; Ozturk, Özer, 2004; Muniz, Mathias, 2005; Santos et al., 2006; Bansal, Tewari, 2008).

O hipoclorito de sódio (NaOCl), agente irrigante endodôntico muito utilizado pelas suas propriedades antimicrobianas e de solvente tecidual, tem seu mecanismo de ação baseado em alterações no metabolismo celular dos microorganismos como também na destruição dos fosfolípídeos e degradação dos lipídeos e ácidos graxos (Schwartz, 2006). Altera também proteínas e fibras colágenas (Marending et al., 2007), podendo interferir na formação da camada híbrida. Ao quebrar-se em cloreto de sódio e oxigênio, sua ação oxidante causa a desativação de enzimas bacterianas (Estrela, 2002), porém deixa uma camada rica em oxigênio na superfície radicular que, segundo Perdigão et al. (1994) inibe a polimerização interfacial de materiais resinosos, resultando numa reduzida capacidade adesiva. A geração de bolhas de oxigênio na interface resina/dentina pode também interferir na penetração da resina para o interior dos túbulos dentinários e dentina intertubular (Ari et al., 2003).

O efeito da clorexidina sobre a capacidade adesiva também tem sido avaliado por diversos trabalhos (Perdigão et al., 1994; Erdemir et al., 2004; Santos et al., 2006; Wachlarowicz et al., 2007). Seu mecanismo de ação baseia-se na adsorção à parede celular dos microorganismos, ruptura da mesma e consequente extravasamento de componentes intracelulares (Ferraz et al., 2001; Wang et al., 2007). Sua baixa toxicidade e sua ação residual representam vantagens (White et al., 1997), entretanto, a carência de propriedades de dissolução tecidual ainda fazem

do NaOCl o irrigante de escolha (Okino et al., 2004).

A literatura não apresenta um consenso sobre possíveis efeitos de agentes irrigantes comumente utilizados durante o preparo biomecânico dos canais radiculares frente à degradação adesiva. Esta constatação torna-se importante, considerando que as propriedades de união de materiais adesivos ao substrato dentinário são fundamentais para o sucesso e longevidade dos pinos como retentores de coroas protéticas.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Microinfiltração coronária em dentes tratados endodonticamente**

A importância da qualidade técnica da obturação radicular remanescente quando do preparo para retentores intrarradiculares e sua relação com a saúde dos tecidos periapicais foi salientada por Kvist et al. (1989). Após analisar radiograficamente 852 dentes com tratamentos endodôntico, dos quais 424 portavam retentores intrarradiculares, os autores constataram que dentes contendo pinos com remanescente obturador inferior a 3 mm mostraram-se mais susceptíveis a periapicopatias. Além disso, um selamento inapropriado demonstrou ser mais desfavorável nas raízes ancoradas a retentores. Diante do exposto, fica evidente que a instalação de pinos intrarradiculares não são garantia de preservação da saúde periapical se não forem seguidos parâmetros de qualidade e comprimento mínimo aceitável da obturação endodôntica.

Saunders & Saunders (1994), no intuito de fornecer um ambiente onde o reparo possa ocorrer e ser mantido após o tratamento endodôntico, consideraram a importância de cuidados a serem tomados não somente durante o preparo, limpeza e obturação do sistema de canais, mas também na restauração da coroa. Para tanto, enumeraram uma série de fatores que podem levar ao fracasso, tais como: infiltração apical, infiltração coronária, falta de critério no preparo de espaço protético (que deve manter um remanescente de material obturador mínimo de 5 mm), entre outros. Salientaram ainda, que a prevenção é o melhor tratamento, e se embasa na confecção da restauração definitiva o mais rápido possível, na proteção do assoalho da câmara pulpar, na preservação do tratamento endodôntico e na avaliação constante da qualidade da restauração, uma vez que a infiltração coronária é uma



das principais causas de insucesso do tratamento endodôntico.

O índice de sucesso a longo prazo de um canal radicular obturado, seguindo os conceitos de tridimensionalidade, parece estar inversamente relacionado com a presença de extensa infiltração coronária quando o mesmo apresenta restaurações deficientes. Ray & Trope (1995) propuseram-se a investigar tal questão mediante análise radiográfica de 1010 dentes tratados endodonticamente e restaurados com materiais permanentes. Após graduar a qualidade técnica da obturação de cada canal, bem como a qualidade da restauração coronária em boa ou ruim, o terço apical e as estruturas adjacentes ao canal radicular foram distribuídos em duas categorias: ausência de inflamação perirradicular ou presença de inflamação radicular. O índice de ausência de inflamação perirradicular foi de 61,07% para todos os dentes tratados, sendo que dentes com boas restaurações apresentaram significativa ausência de periapicopatias comparados a dentes com boas obturações (80% versus 75,7%). Os resultados deste estudo indicaram que a restauração coronária tem importância crítica na promoção da saúde do periodonto apical, não sendo a obturação do canal radicular uma barreira adequada à microinfiltração.

Fox & Gutteridge (1997) compararam a microinfiltração que pode ocorrer ao redor de pinos fundidos e pré-fabricados. Trinta dentes foram preparados para receber um dos seguintes tratamentos: instalação de pinos fundidos cimentados com fosfato de zinco, instalação de pinos metálicos pré-fabricados (ParaPost) cimentados com sistema resinoso ou coroas provisórias sem instalação de nenhum sistema de pinos. As amostras foram armazenadas por seis dias e preparadas para diafanização. Mediante análise em microscopia, não foram observadas evidências de microinfiltração nos dentes cimentados com os dois tipos de pinos, no entanto, no

grupo cimentado com ParaPost foi notada a presença de tinta na superfície entre a resina e a raiz, sem comprometer o pino ou os túbulos dentinários. O grupo que recebeu apenas coroas provisórias apresentou infiltração em todas as unidades experimentais. Os autores concluíram que as coroas provisórias permitiram a invasão bacteriana para o interior do canal radicular e que a restauração imediata com pinos pré-fabricados é preferível a confeccionar pinos fundidos e coroas provisórias.

Tronstad et al. (2000) constataram que a restauração correta após o tratamento endodôntico é imprescindível para se obter sucesso. Numa análise feita por dois examinadores de 1001 dentes com tratamentos endodônticos e restaurações definitivas (com ou sem pinos intrarradiculares), os autores tiveram como objetivo avaliar a possível relação entre a qualidade da restauração coronária, a obturação do canal e a condição periapical. Os dentes foram divididos em quatro grupos, com a finalidade de classificar-se a qualidade da obturação e da restauração como boa ou ruim e, de acordo com a aparência radiográfica das estruturas circundantes ao periápice, como sucesso ou fracasso. Dentes que apresentaram bom tratamento endodôntico e boa restauração obtiveram um índice de sucesso de 81%, enquanto que dentes que apresentaram bom tratamento endodôntico e restauração ruim obtiveram um índice de apenas 71% de sucesso. A partir desses resultados, pôde-se concluir que a qualidade da restauração interferiu no sucesso do tratamento endodôntico. Um dado importante encontrado nessa pesquisa foi que a presença de retentores intrarradiculares não interferiu negativamente no sucesso do tratamento.

Heling et al. (2002) realizaram revisão de literatura com um total de 41 publicações entre os anos de 1969 e 1999 objetivando identificar problemas que

comprometam, a longo prazo, o prognóstico de dentes tratados endodonticamente. Foram revisadas as seguintes influências no selamento apical e na integridade periapical: microinfiltração da saliva, microinfiltração após preparo de espaço para pinos, microinfiltração após cimentação de pinos, confecção de restaurações provisórias, confecção de restaurações permanentes e uso de desinfetantes endodônticos. Com base na literatura pertinente, concluiu-se que restaurações coronárias precárias, como também obturações endodônticas inadequadas, podem permitir que bactérias e endotoxinas penetrem no canal e iniciem processos inflamatórios periapicais. Quando realizado preparo de espaço para retentor intrarradicular, o material obturador remanescente é de extrema relevância por se tratar de importante barreira contra a penetração de microorganismos, devendo-se conservar no mínimo 3 mm da obturação na porção apical. Medicações utilizadas para limpeza e desinfecção do canal durante o tratamento endodôntico devem ser empregadas para o mesmo fim durante o preparo de espaço para pino, preferencialmente sob isolamento absoluto. Além disso, a cimentação do pino deve ser realizada o mais breve possível, minimizando as chances de microinfiltração. Com relação à restauração do elemento dental, devem ser utilizados materiais permanentes mesmo quando confeccionadas restaurações temporárias a fim de impedir o risco de penetração de saliva. O retratamento endodôntico deve ser considerado em dentes com selamento coronário comprometido por um período superior a três meses.

## **2.2 Retentores intrarradiculares**

Hornbrook & Hastings (1995), visando maximizar resistência e estética envolvendo pinos, propuseram um método utilizando pinos de fibra Ribbond, agente

adesivo dentinário de 4ª geração OptiBond e compósito dual Variolink como agente cimentante na substituição de pinos metálicos pré-fabricados, os quais apresentavam-se oxidados com conseqüente pigmentação da estrutura dentária adjacente. Segundo os autores, a técnica associa a flexibilidade inerente aos compósitos com a unidade integral formada pelo pino aderido à dentina intracanal, tornando o dente mais resistente à fratura.

Fredriksson et al. (1998) conduziram uma avaliação retrospectiva clínico-radiográfica de dentes restaurados com pinos de fibra de carbono Compositpost durante um período de dois a três anos, levando-se em consideração: posicionamento do pino, perda de retenção, fratura do pino ou fratura radicular. Dos resultados obtidos, constataram como bem sucedidos 98% dos casos. Os 2% dos casos considerados fracassos foram atribuídos a problemas pré-existentes. Os autores mostraram-se conscientes sobre a necessidade do monitoramento por períodos mais longos, principalmente mediante a possibilidade da substituição de pinos metálicos fundidos por sistemas inovadores que permitam minimizar o potencial de fraturas radiculares, aumentar a retenção e reduzir o risco de corrosão.

Considerando a relação direta de pinos de metal com fratura radicular, Mannocci et al. (2001) avaliaram a resistência flexural de pinos de fibra, haja vista que estes substituem os primeiros de forma bem sucedida por possuírem módulo de elasticidade próximo ao da dentina, minimizando riscos de fratura. Para o experimento, pinos de fibra de carbono, quartzo, vidro e sílica foram submetidos à teste de flexão em três pontos, após um ano de armazenamento sob uma das seguintes condições: a) em ambiente seco e temperatura ambiente; b) no interior de dentes bovinos tratados endodonticamente, restaurados com compósito resinoso e imersos em água estéril a 37°C; c) imersos em água estéril a 37°C. Os pinos foram

observados antes e depois da estocagem, utilizando para este fim, dois microscópios confocais diferentes com ampliações de 200 a 600 X. Para o teste de flexão, uma carga foi aplicada aos pinos, registrada em computador e a resistência flexural foi calculada. Os resultados mostraram que as amostras armazenadas em água apresentaram menor resistência à flexão que as amostras armazenadas a seco. Pinos armazenados em dentes bovinos, os quais apresentaram-se em condição bastante similar à situação clínica de pinos cimentados em dentes tratados endodonticamente, mostraram valores similares àqueles armazenados a seco. Os autores concluíram que, sob condições clínicas, é obrigatório que pinos não fiquem expostos ao meio bucal.

A restauração de dentes tratados endodonticamente com materiais que possuam propriedades físicas similares às da dentina é um dos maiores objetivos da dentística restauradora. Visando comparar sistemas de pinos com diferentes módulos de elasticidade e seus efeitos sob a resistência à fratura, Akkayan & Gülmez (2002) realizaram um estudo analisando pinos de titânio, zircônia, fibra de quartzo e fibra de vidro. Um total de 40 dentes caninos recém extraídos foram seccionados em nível coronário, submetidos a tratamento endodôntico e receberam a seguir um dos pinos avaliados, cimentados por meio do sistema adesivo Single Bond e do cimento resinoso RelyX ARC. Após confecção de núcleos em compósito, todos os dentes receberam coroas metálicas cimentadas com ionômero de vidro. Posteriormente, os corpos de prova foram submetidos a teste de compressão, aplicando-se uma carga numa angulação de 130° com relação ao longo eixo do dente até que ocorresse fratura. A maior resistência à fratura foi registrada pelos pinos de fibra de quartzo, seguidos dos pinos de zircônia, fibra de vidro e titânio. Dentes restaurados com pinos de fibra de quartzo e vidro exibiram fraturas

favoráveis, isto é, fraturas passíveis de reparo, enquanto que dentes restaurados com pinos de titânio e zircônia apresentaram fraturas que impossibilitavam o processo restaurador posterior. Segundo os autores, o alto módulo de elasticidade do titânio e da zircônia comparado à dentina foi responsável pelas fraturas irreversíveis. Contrariamente, as fraturas favoráveis atribuídas aos pinos de fibra de quartzo e vidro deveram-se ao seu módulo de elasticidade próximo ao da dentina.

Pest et al. (2002) salientaram as principais propriedades de pinos de fibra já bastante consolidadas: alta resistência ao impacto, atenuação das vibrações, absorção de impactos e crescente resistência à fadiga. De acordo com técnica tradicional, cimentos resinosos são sugeridos para a cimentação de pinos de fibra com subsequente reconstrução da porção coronária por compósitos fotoativados. Entretanto, em situações de grande discrepância entre o pino e a secção do canal, os autores propuseram uma modificação da técnica, substituindo os cimentos comumente utilizados por compósitos resinosos, os quais apresentam módulo de elasticidade próximo ao da dentina e superior aos primeiros. Associaram também a facilidade do uso com as vantagens ergonômicas em utilizar o mesmo material para vedar o pino e restaurar o núcleo.

Considerando a hipótese da capacidade adesiva de cimentos resinosos aos pinos pré-fabricados ser influenciada pelo material que compõe o pino, pelo tratamento superficial dado ao pino e pelo tipo de cimento resinoso, Sahafi et al. (2003) propuseram-se a avaliar a força de união dos cimentos resinosos Parapost Cement e Panavia F a pinos de titânio, de fibra de vidro e de zircônia, como também sua capacidade de união à dentina. Os pinos foram submetidos a um dos seguintes tratamentos superficiais: a) microabrasão mediante aplicação de jato de alumina e condicionamento com ácido fluorídrico; b) aplicação de primer (Alloy Primer e

Metalprimer II a fim de criar uma adesão química entre o cimento resinoso e o pino;

c) tratamento associando microabrasão com a adesão química mediante combinação dos dois tratamentos anteriores ou através do sistema Cojet, o qual envolve jateamento com sílica e alumina seguido de silanização. Vinte incisivos superiores humanos extraídos foram distribuídos em dois grupos de acordo com o cimento utilizado como agente de união aos pinos e à dentina. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por sete dias, antes da avaliação. Os resultados mostraram que o cimento Panavia F apresentou maior aderência aos pinos de titânio, de zircônia e à dentina quando comparado ao cimento ParaPost Cement. Para os três tipos de pino, a força de união do cimento resinoso mostrou ser superior quando empregados a maior parte dos pré-tratamentos superficiais, especialmente o sistema Cojet e o jateamento. Houve queda significativa da capacidade adesiva do Panavia F aos pinos de zircônia quando estes foram submetidos ao condicionamento com ácido fluorídrico com ou sem silano.

Schwartz & Robbins (2004) revisaram a literatura pertinente à instalação de pinos em dentes tratados endodonticamente enfatizando suas principais indicações, os diferentes materiais que os compõem, agentes cimentantes comumente utilizados e princípios básicos que, quando seguidos, possibilitam atingir altos níveis de sucesso clínico. Dentre estes princípios, os autores enumeraram: a) evitar a contaminação do sistema de canais radiculares; b) promover proteção de cúspides em dentes posteriores; c) preservar a estrutura coronária e radicular do dente; d) utilizar pinos com resistência adequada em pequenos diâmetros; e) obter comprimento adequado do pino para fornecer retenção; f) maximizar a resistência mediante um adequado reforço; g) utilizar pinos passíveis de remoção.

A resistência flexural de pinos de fibra a base de carbono, quartzo e vidro

foi avaliada por Galhano et al. (2005) mediante teste de flexão em três pontos. Foram investigados oito tipos de pinos: pino de fibra de carbono C-Post, pino de fibra de carbono e quartzo Aestheti-post, pino de fibra de quartzo opaco Aestheti-plus, pino de fibra de quartzo translúcido Light-post, pino de fibra de quartzo translúcido D.T. Light-post, pino de fibra de vidro Parapost White, pino de fibra de vidro Fibrekor e pino de fibra de vidro Reforpost. Cada grupo experimental constou de dez pinos, os quais tiveram seus diâmetros medidos por meio de calibrador digital antes da realização do teste. Dois pinos de cada grupo não foram submetidos à flexão para que fossem seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo e analisados em microscopia eletrônica de varredura (MEV) com o propósito de ilustrar as características de cada pino (fibras e matriz). Os resultados mostraram resistência flexural dos pinos Aestheti-post e Aestheti-plus similares e superiores aos demais grupos. Os autores relataram que, para comparar os aspectos morfológicos dos pinos com os valores obtidos referentes à resistência flexural, muitos fatores deveriam ser considerados, tais como: presença de espaços vazios ou bolhas, morfologia das fibras, características da matriz, concentração das fibras. Entretanto, a metodologia deste trabalho não permitiu a observação de nenhum destes fatores.

Visando otimizar a adesão na interface entre pino de fibra e compósito resinoso, Goracci et al. (2005) avaliaram a influência da silanização de dois tipos de pinos translúcidos (pinos de fibra de vidro FRC Postec e pinos de fibra de quartzo DT Light-Post) na aderência a compósitos “flow” utilizados para a confecção de núcleos de preenchimento. Independentemente do tipo de pino, a aplicação do silano sobre sua superfície promoveu um maior poder de adesão.

Al-Omiri & Al-Wahadni (2006) avaliaram a influência da dentina coronária remanescente na resistência à fratura de dentes restaurados com compósitos e



diferentes sistemas de pinos. Para este estudo laboratorial foram utilizados 120 dentes humanos unirradiculares de comprimentos similares, os quais foram distribuídos em quatro grupos (A, B, C, D). Os espécimes foram preparados mantendo 0, 2, 3 e 4 mm de altura de dentina coronária remanescente, respectivamente. Posteriormente, cada grupo foi dividido em três subgrupos com dez dentes para receberem um dos seguintes sistemas de pinos pré-fabricados: pino de titânio (Radix), pino de fibra de carbono (C-Post) ou pino de fibra de vidro (GF). Todos os pinos foram instalados por meio de cimento resinoso (Bistite II DC) e todos os espécimes restaurados por compômero. Um molde de celulose foi utilizado para cada dente durante a confecção dos núcleos no intuito de padronizá-los. Os dentes foram testados em Máquina Instron Universal e os resultados registrados, a partir dos quais pôde-se constatar que dentes com remanescente dentinário foram mais resistentes à fratura. Os pinos de fibra de vidro e carbono não superaram os pinos de titânio com relação a resistência à fratura na presença de remanescente, porém os pinos de titânio apresentaram maior resistência quando na ausência de remanescente. Dentes restaurados com pinos de fibra de carbono mostraram-se superiores aos pinos de fibra de vidro no mesmo quesito. O tipo dominante de falha nos dentes sem remanescente dentinário foi fratura de núcleo ou radicular vertical e oblíqua, enquanto que fraturas combinadas de dentina coronária-núcleo-raiz ocorreram nos dentes com remanescente.

O papel da anatomia do remanescente dental no sucesso dos pinos intrarradulares foi enfatizado por Souza et al. (2007) que, mediante revista de literatura buscou subsídios para conciliar uma técnica de colocação de pinos que respeitasse a variabilidade anatômica entre os diferentes grupos dentais e proporcionasse a adequada sustentação e durabilidade. Para os autores, o risco de

se buscar a adaptação do canal à realidade dos diversos sistemas de pinos pré-fabricados no intuito de aumentar a retenção, ignora não apenas o risco exponencial de perfurações radiculares, mas também o potencial adesivo de novos cimentos resinosos.

Perdigão et al. (2007) correlacionaram o diâmetro do espaço confeccionado para pinos com o diâmetro dos mesmos e seu efeito na capacidade de retenção ao canal radicular. Após tratamento endodôntico de 32 incisivos superiores humanos extraídos, espaços para pinos foram preparados numa profundidade de 8 mm da junção esmalte-cimento, deixando um selamento apical mínimo de 4-5 mm de guta-percha. Os dentes foram divididos em quatro grupos correspondentes à broca utilizada: Grupo 1 - broca D.T. Light Post #1; Grupo 2 - broca D.T. Light Post #2; Grupo 3 - broca D.T. Light Post #3; Grupo 4 - broca Gates-Glidden #6. Pinos de fibra de quartzo A.D.T.Light #1 foram cimentados utilizando o sistema One-Step Adhesive aplicado sobre o canal e o pino e cimento resinoso Post Cement Hi-X injetado no interior do canal. Foram, então, obtidos três segmentos de cada raiz mediante secção transversal, os quais foram submetidos a teste de cisalhamento. Dois dentes adicionais foram preparados da mesma forma para análise em MEV. De acordo com os resultados, não houve diferença estatística entre os grupos, isto posto, os autores concluíram que o diâmetro do espaço para pino e, conseqüentemente, a espessura do cimento resinoso não afetaram a força de união. Entretanto, quando considerada a variável região radicular, observou-se maior capacidade adesiva em nível coronário que apical. Microscopicamente, observou-se hibridização deficiente em áreas localizadas e *tags* de resina reduzidos no terço apical.

No intuito de otimizar a aderência entre pino e cimento resinoso,

D'Arcangelo et al. (2007) avaliaram a influência de três diferentes tratamentos superficiais dados a pinos de fibra de quartzo. Os autores selecionaram 40 incisivos centrais superiores, os quais foram seccionados na junção cimento-esmalte, preparados mecanicamente, irrigados com NaOCl 5% e EDTA 17%, enxaguados com água destilada e obturados com guta-percha e Pulp Canal Sealer. Após o preparo dos espaços para retentores intrarradiculares numa profundidade de 8 mm, 48 pinos foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos experimentais: grupo 1 - sem condicionamento e designado como grupo controle; grupo 2 - condicionados com ácido fosfórico 37% por 60 segundos e silanizados; grupo 3 - condicionados com ácido fluorídrico 9,5% por 15 segundos; grupo 4 - submetidos à jato de areia por 10 segundos. Antes da cimentação adesiva com Panavia 21, dois pinos de cada grupo foram selecionados para análise em MEV para avaliar mudanças na morfologia da superfície dos mesmos. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas e submetidos a 10 ciclos térmicos entre 5 e 55°C e a 300 ciclos de carga mecânica equivalentes a um ano em função clínico-mastigatória. Após uma semana em solução salina a temperatura ambiente, procedeu-se o teste de tração a velocidade de 1,0 mm/min e a força máxima exigida para deslocar cada pino foi registrada. Como complemento, os pinos deslocados também foram examinados microscopicamente em aumento de 20 X e 50 X. Considerando os resultados obtidos, o achado mais relevante deste estudo foi a retenção micromecânica dos pinos de fibra de quartzo significativamente superior em todos os grupos pré-tratados superficialmente, sendo que o tratamento com jato de areia mostrou-se o mais efetivo.

Em estudo posterior, D'Arcangelo et al. (2007) submeteram pinos de fibra de vidro, sílica e quartzo aos mesmos tratamentos anteriores, objetivando avaliar a

influência de tais tratamentos nas propriedades flexurais dos pinos. Nenhum pré-tratamento superficial influenciou no módulo e força flexural dos pinos, porém, após análise em MEV os autores constataram significantes mudanças superficiais as quais, provavelmente otimizam as propriedades retentivas de pinos.

A importância dos procedimentos para cimentação de pinos de fibra também foi evidenciada por D’Arcangelo et al. (2007). A força de união entre os cimentos resinosos e a parede dentinária é influenciada pela distribuição do agente cimentante no canal radicular durante tais procedimentos, motivo pelo qual os autores investigaram diferentes métodos de aplicação de cimentos resinosos à três sistemas de pinos de fibra com relação à capacidade adesiva ao terço apical da dentina radicular. Após a instrumentação, obturação endodôntica e preparo de espaço para retentor intrarradicular em uma profundidade de 10 mm, 90 raízes de incisivos superiores humanos foram distribuídas em três grupos de acordo com os pinos utilizados: ENA post, FRC Postec Plus ou Anatomical Post. Os procedimentos adesivos foram executados seguindo as instruções fornecidas pelos respectivos fabricantes. Cada grupo foi dividido em três subgrupos conforme a técnica utilizada para colocação do cimento no interior do canal: a) utilizando uma espiral Lentulo #30; b) aplicando o cimento sobre a superfície do pino; c) injetando o material com agulha acoplada à um dispositivo específico. Foi realizado teste de cisalhamento a partir de seções perpendiculares ao longo eixo da superfície radicular, incluindo apenas as seções da parte apical dos pinos de fibra até que houvesse deslocamento dos mesmos, para posterior observação em microscópio óptico (MO). Os resultados mostraram que não houve alteração da capacidade adesiva independente da técnica utilizada para a cimentação dos pinos, entretanto, o sistema ENA post apresentou os maiores valores na força de união. A análise

microscópica revelou uma prevalência de falhas mistas (pino/cimento e cimento/dentina) ou na interface cimento/pino.

Morgan et al. (2008) avaliaram quantitativamente, a energia luminosa transmitida através de diferentes pinos de fibra translúcidos em diferentes profundidades. Após incluir os pinos em resina com pigmento negro, os blocos foram submetidos à cortes sequenciais em máquina de alta precisão e as profundidades de 16 mm, 12 mm, 8 mm e 4 mm foram avaliadas com relação à foto transmissão em um fotômetro digital. A partir dos valores obtidos, constatou-se que a energia luminosa transmitida depende do tipo de pino e para todos eles, houve significativa redução da quantidade de luz transmitida conforme aumento da profundidade. Mesmo na ausência de pino (grupo controle), a intensidade luminosa dentro do canal pareceu decrescer a níveis insuficientes para a polimerização, especialmente no terço apical. Pôde-se concluir que a capacidade de transmissão de luz através de pinos translúcidos, especialmente em regiões profundas é insuficiente para promover a fotoativação clínica da resina.

Soares et al. (2008) avaliaram o efeito do tipo de cavidade e de pinos de fibra de vidro na distribuição da tensão e resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente. Para o experimento, 50 pré-molares inferiores foram distribuídos em cinco grupos: 1) dentes sadios; 2) dentes com preparos cavitários MOD (mésio-ocluso-distal), tratamento endodôntico e restaurados com compósitos resinosos; 3) dentes com preparos cavitários MOD, tratamento endodôntico, pinos de fibra de vidro e restaurados com compósitos resinosos; 4) dentes com preparos cavitários MOD com 2/3 de perda de cúspide, tratamento endodôntico e restaurados com compósitos resinosos; 5) dentes com preparos cavitários MOD com 2/3 de perda de cúspide, tratamento endodôntico, pinos de fibra de vidro e restaurados com

compósitos resinosos. Os espécimes foram submetidos à carga de compressão aplicada sobre vertente de cúspide numa angulação de 30° com o longo eixo do dente até que ocorresse fratura, para posterior análise em estereomicroscópio. A partir dos resultados obtidos, os autores puderam constatar resistência à fratura superior tanto para os dentes sadios quanto para o grupo de dentes com cavidades MOD sem presença de pino e, conseqüentemente concluíram, que a perda de estrutura dental e a presença de restauração alicerçada à pinos de fibra reduziram a resistência à fratura e criaram altas concentrações de tensão no complexo dente-restauração. Entretanto, na presença de extensa perda de estrutura dental, os pinos reduziram a incidência de fraturas irreparáveis.

Segundo Santos Filho et al. (2008), alguns requisitos exigidos quando da instalação de pinos fundidos metálicos, tais como: comprimento do pino equivalente ao comprimento da coroa ou à 2/3 do remanescente radicular têm sido transferidos para pinos metálicos pré-fabricados e pinos de fibra, sem levar em consideração as diferentes propriedades mecânicas e a capacidade mostrada por alguns desses retentores intrarradiculares em unir-se à dentina mediante o uso de sistemas adesivos e cimentos resinosos. Visando esclarecer essa questão, os autores investigaram a influência de diferentes sistemas de pinos, em diferentes comprimentos, na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Para tanto, foram utilizados 135 dentes bovinos seccionados a 15 mm de seus ápices, obturados endodonticamente e divididos em três grupos, conforme o sistema de pinos empregado: fibra de vidro, metálico pré-fabricado ou metálico fundido. Cada grupo foi distribuído em três subgrupos de acordo com o comprimento do pino: 5,0 mm, 7,5 mm ou 10,0 mm. Todos os pinos foram cimentados seguindo o mesmo protocolo e os dentes restaurados com coroas metálicas para que posteriormente

fossem aplicadas cargas para os testes mecânicos e aferida a resistência à fratura. Com base nos resultados, pôde-se constatar que o decréscimo no comprimento do pino resultou numa menor resistência à fratura para os pinos metálicos, mas sem nenhuma influência sobre os pinos de fibra de vidro. A análise do modo de fratura indicou uma tendência à fraturas radiculares irreparáveis para os grupos restaurados com pinos metálicos e à fraturas reparáveis de núcleos em resina para os grupos restaurados com pinos de fibra de vidro.

Marchi et al. (2008) avaliaram a influência da estrutura dentinária remanescente e do envelhecimento térmico-mecânico sobre a resistência à fratura de dentes bovinos com diferentes sistemas de pinos e núcleos. Raízes de incisivos inferiores com dimensões standardizadas foram aleatoriamente distribuídas em 24 grupos experimentais de acordo com a condição radicular (intacta, semi-enfraquecida ou enfraquecida) e com o sistema de pino e núcleo (pino metálico fundido, núcleo de resina composta, pino metálico pré-fabricado ou pino de fibra de carbono), submetidas ou não ao envelhecimento termo-mecânico. Para todos os grupos, o comprimento intrarradicular para a instalação dos pinos foi padronizado em 9,0 mm, variando apenas a espessura dentinária remanescente. Todos os pinos foram cimentados com sistema resinoso dual RelyX ARC e adesivo Single Bond, sendo que para os grupos de raízes enfraquecidas e semi-enfraquecidas cimentados com pinos pré-fabricados metálicos e de fibra de carbono, utilizou-se um compósito resinoso para preencher os defeitos do canal. Os espécimes submetidos à fadiga termo-mecânica, receberam 5.000 ciclos térmicos em água a temperaturas variando de 5°C a 55°C, durante um minuto a cada temperatura. A seguir, foram posicionados em uma máquina de carga mecânica através da qual aplicou-se uma força de compressão tangencial a velocidade de 0,5 mm/min num total de 100.000

ciclos. Para o teste de resistência à fratura, uma carga de compressão numa angulação de 135° com o longo eixo radicular foi aplicada a todos os espécimes até que ocorresse a fratura. Concluiu-se a partir dos resultados, que os ciclos termomecânicos não afetaram a resistência à fratura das raízes cimentadas pelos diversos sistemas de pinos, exceto pelos grupos que receberam núcleos de resina composta. Raízes restauradas com núcleos fundidos apresentaram maior resistência à fratura, seguidas das raízes restauradas com pinos metálicos pré-fabricados e pinos de fibra de carbono. A estrutura dentinária remanescente foi um fator importante na resistência à fratura, sendo seu efeito mais notável para as raízes restauradas com pinos metálicos fundidos. Raízes intactas apresentaram valores significativamente mais elevados quando comparadas à raízes enfraquecidas.

### **2.3 Sistemas adesivos**

A atual teoria da adesividade à dentina foi descrita primeiramente por Nakabayashi et al. (1982). O processo, ainda hoje utilizado por alguns materiais adesivos é um sistema de três passos que permite à materiais restauradores hidrofóbicos aderirem à superfície úmida da dentina. Baseia-se na aplicação de um ácido à superfície dentinária e enxágue subsequente para remover a *smear layer*, desmineralizando a superfície da dentina e expondo a matriz colágena. Um material resinoso incorporado a um veículo volátil, como acetona ou álcool, é aplicado à dentina desmineralizada. O veículo penetra na superfície úmida e transporta o material resinoso para o interior da matriz colágena e túbulos dentinários. Promove-se a secagem da dentina com ar para que o veículo se evapore, deixando o material resinoso. O líquido volátil/material resinoso é conhecido como primer. A seguir, uma resina fotopolimerizável é aplicada à superfície dentinária. Este material, conhecido



como adesivo, co-polimeriza com a resina já na matriz colágena, vedando a superfície dentinária e fornecendo uma superfície hidrofóbica para a co-polimerização com materiais restauradores resinosos hidrofóbicos. A resina infiltrada na matriz colágena é comumente denominada “camada híbrida”. Segundo os autores, a formação da camada híbrida é mais importante para a obtenção de uma boa aderência do que o embricamento oferecido pelos túbulos dentinários.

No intuito de substituir dentes humanos por dentes bovinos nos testes de adesão, Nakamichi et al. (1983) compararam a força de união dos dois grupos utilizando para tanto três cimentos de poliacrilato, um cimento ionomérico e dois compósitos resinosos. A adesão ao esmalte e à camada superficial de dentina não apresentou diferença estatisticamente significativa entre dentes humanos e bovinos, no entanto, a adesão caiu consideravelmente nos dentes bovinos conforme o aumento da profundidade dentinária. Os autores concluíram que os dentes bovinos tratam-se de substitutos adequados aos dentes humanos nos testes de adesão quando utilizados em esmalte ou camadas superficiais de dentina.

Feilzer et al. (1988) investigaram 26 compósitos (foto ou quimicamente ativados) e dois cimentos ionoméricos (quimicamente ativados) com relação aos valores de contração de polimerização final em restaurações diretas, característica esta determinante para o sucesso do selamento. Todos os materiais fotopolimerizáveis foram ativados por luz halógena por 60 segundos e a contração de polimerização foi continuamente registrada por 24 horas. Os materiais quimicamente ativados foram misturados por 20 segundos e os valores de contração registrados a partir do início da contração rígida também por 24 horas. Os maiores valores de contração de polimerização foram registrados para os compósitos. Segundo os autores, o desenvolvimento relativamente lento da contração dos

cimentos ionoméricos comparado aos compósitos deve ser considerado fator positivo, pois permite ao material fluir nos estágios iniciais, fase em que a adesão adquire força. Ao mesmo tempo, o material deve absorver uma quantidade substancial de água proveniente dos fluidos orais, o que também contribui para o relaxamento da tensão desenvolvida durante a presa final, propriedade esta que se manifesta de modo mais nítido nos cimentos ionoméricos.

Gwinnet (1993) propôs-se a mensurar a contribuição da hibridização na união de compósitos resinosos à dentina. Utilizou para tal experimento, 40 terceiros molares recém extraídos, sendo 30 seccionados e planificados em nível de terço médio-coronário e distribuídos em três grupos: 1) a *smear layer* foi mantida intacta; 2) a *smear layer* foi removida pela ação abrasiva combinada de ar/água/bicarbonato de sódio; 3) a superfície dentinária foi condicionada com ácido fosfórico 10% por 20 segundos. Os dez dentes remanescentes foram clivados transversalmente em nível de terço médio-coronário em plano similar aos demais espécimes e todos foram armazenados em água por 24 horas. O sistema All-Bond 2 foi utilizado no tratamento das superfícies dentinárias seguido do compósito resinoso P50, polimerizado em camadas incrementais. Após 24 horas de armazenagem em água a 37°C, os espécimes foram submetidos a teste de cisalhamento a velocidade de 5 mm/min. Amostras adicionais foram confeccionadas para avaliação morfológica superficial e interfacial em MEV. Os autores constataram que o condicionamento ácido da dentina foi capaz de remover a *smear layer*, abrir e ampliar os túbulos dentinários e criar porosidades na região intertubular, nas quais as fibras da matriz dentinária exposta foram evidentes. Quando a *smear layer* foi mantida intacta, não houve evidência de infiltração de resina no tecido dentinário. No grupo submetido à abrasão, a infiltração foi inferior a 2%. Houve infiltração de resina em todos os

túbulos dentinários dos dentes clivados (grupo IV). Apenas no grupo submetido ao condicionamento ácido foi evidente a infiltração de resina inter e intratubular. Mediante os resultados obtidos, os autores concluíram que a infiltração de resina, por si só, foi significativa para otimizar a força de união à dentina, sendo que metade dessa capacidade pode ser atribuída à penetração tubular e a outra metade à hibridização ou infiltração na matriz dentinária intertubular.

Segundo Carvalho et al. (1996), um problema referente especificamente aos canais radiculares é a elevada contração de polimerização das resinas devido ao fator de configuração ou fator "C". Quanto maior o fator "C", maior é a tensão proveniente da contração de polimerização. A maior porcentagem de superfícies não aderidas promove menor tensão nas superfícies aderidas provenientes da contração de polimerização. Comparando o fator "C" entre diversas restaurações cavitárias, Carvalho et al. estimou a marca de 1:1 para restaurações classe V, de 6:1 a 10:1 em acessos endodônticos e de 100:1 em canais radiculares obturados com materiais resinosos. Restaurações com fator "C" superior à 3:1 são consideradas instáveis no que se refere à falta de aderência e microinfiltração. No mesmo trabalho, os autores também salientaram o papel da absorção de água para o interior da restauração na redução da tensão de polimerização. Quando a resina é exposta a meio aquoso, a expansão volumétrica parcialmente compensa a contração de polimerização, porém o alívio da tensão decorrente da sorção pode variar dependendo do tipo de resina, do volume da restauração e da acessibilidade à água. Em casos em que o fator "C" é extremamente elevado e menor superfície é exposta aos fluidos orais, há um alto potencial em causar tensão elevada e muito menor alívio decorrente da sorção de água, situação particularmente aplicável em regiões intracanais. Em conclusão de seu estudo, os autores sugeriram que apesar do sucesso clínico da adesividade dos

compósitos resinosos ser amplamente afetado pelos fenômenos de contração de polimerização, estes podem ser manipulados em algum grau mediante procedimentos que ofereçam algumas vantagens. Dentre eles estão a inserção das resinas compostas em incrementos, a cobertura da superfície dentinária aderida com um revestimento elástico (resina “flow”) capaz de agir na absorção de forças provenientes da contração de polimerização e o desenvolvimento de adesivos dentinários capazes de promover forças de união imediatas superiores àquelas desenvolvidas pela contração de polimerização.

Tay et al. (1996) estudaram o fenômeno interfacial provocado pelo excesso de umidade superficial na dentina condicionada seguido da aplicação de sistema adesivo contendo acetona e água em sua composição. Os espécimes utilizados para este trabalho consistiram em lascas de dentina condicionadas com ácido fosfórico 10% por 20 segundos, enxaguadas e distribuídas em três grupos: 1) secagem leve da superfície dentinária com ar por três segundos, sem que permanecessem sinais de água; 2) secagem da superfície dentinária com papel absorvente apenas para remover o excesso de água; 3) após secagem da superfície dentinária, acrescentou-se 40 mL de água destilada sobre a mesma, permanecendo sinais visíveis de excesso de água. O adesivo dentinário All-Bond 2 foi aplicado sobre as lascas, as quais foram unidas em pares, em cada grupo, por meio de resina autopolimerizável. Os espécimes foram seccionados e processados para análise em MEV, a partir da qual constatou-se falhas ao longo da interface dentina/resina na presença de umidade excessiva. Os autores sugeriram que a água presente em *primers* a base de acetona podem ser suficientes para reumidificar a dentina seca e permitir a penetração de resina sem o risco do fenômeno da umidificação excessiva.

Em estudo posterior, Tay et al. (1996) tiveram como propósito definir

características interfaciais resultantes de procedimentos de união realizados sob diferentes condições de secagem e umidificação superficial. Para isto, foram obtidos discos de dentina com espessura entre 1,0 a 1,5 mm os quais foram condicionados com ácido fosfórico 10% por 20 segundos, lavados com água destilada e distribuídos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com a condição da umidade superficial: grupo 1 - secagem leve da superfície dentinária com ar por 30 segundos; grupo 2 - secagem leve da superfície dentinária com ar por três segundos; grupo 3 - secagem da superfície dentinária com papel absorvente apenas para remover o excesso de água; grupo 4 - após secagem da superfície dentinária, acrescentou-se 40 mL de água destilada sobre a mesma, permanecendo sinais visíveis de excesso de água. Seis discos de dentina de cada grupo receberam o adesivo One-Step e outros seis discos receberam o adesivo Prime & Bond, ambos adesivos em frasco único compostos por acetona e livres de água. Os seis discos de cada subgrupo foram unidos aos pares por meio de resina autopolimerizável e seccionados a fim de se obterem tiras de aproximadamente 2 mm espessura, as quais foram desmineralizadas em Etilenodiaminotetraacetato Dissódico (EDTA) e incluídas em resina epóxica para exame em microscopia eletrônica de transmissão (MET). Os resultados mostraram que ambos os sistemas adesivos foram severamente afetados pela secagem de 30 segundos, resultando numa incompleta infiltração intertubular da resina. Infiltração completa de resina intertubular foi alcançada quando a malha de colágeno permaneceu úmida e pareceu relativamente inalterada na presença de excesso de umidade. Por outro lado, a infiltração de resina intratubular foi severamente comprometida na presença de umidade excessiva. A perda da continuidade entre a camada híbrida e a resina, separadas por bolhas em áreas isoladas da superfície dentinária, levou à deteriorização da

camada de resina. Em suas conclusões, os autores afirmaram que a integridade interfacial para os dois sistemas adesivos avaliados parece depender da manutenção da malha colágena umidificada, entretanto, sem excedente de água sobre a superfície dentinária previamente à polimerização.

Segundo Perdigão et al. (1999), um método eficaz para obter umidade adequada capaz de promover uma união eficaz entre dentina e sistema adesivo, seria promover a secagem cuidadosa da superfície dentinária e novamente reumidificá-la com uma esponja molhada. Para seu experimento, os autores distribuíram fragmentos de dentina em três grupos: 1) a dentina foi mantida úmida; 2) a dentina foi seca por cinco segundos; 3) a dentina foi seca por cinco segundos e reumidificada com solução aquosa (HEMA 35%). Foi aplicado sobre os espécimes, um dos seguintes sistemas adesivos em frasco único: OptiBond SOLO, Prime & Bond 2.1 ou Single Bond e a seguir, o compósito resinoso Bisfil All-Purpose. Posteriormente foi realizado teste de tração ou processamento e análise em MET e MEV. Para o grupo 1, observou-se penetração de adesivo dentinário até a profundidade de transição entre a dentina desmineralizada e a inalterada. O grupo 2 apresentou significativo decréscimo da capacidade adesiva e incompleta infiltração através das fibras de colágeno. O grupo 3 conseguiu restabelecer os níveis de união obtidos pelo grupo 1 e obteve uma camada híbrida melhor definida e mais ampla, formando uma estrutura com aumento nas dimensões do espaço interfibrilar. Os resultados sugeriram que a solução aquosa aplicada para a reumidificação da superfície dentinária possa ter otimizado a adesão e que a porcentagem de água presente na composição dos adesivos a base de etanol e água, como o Single Bond, não foi suficiente para compensar o colapso das fibras colágenas provocado pelo processo de secagem.

Vichi et al. (2002) compararam o mecanismo de adesão e a presença de bolhas entre sistemas de três passos e passo único, quando utilizados com os cimentos resinosos apropriados. Cinquenta dentes humanos unirradiculares com tratamento endodôntico e indicação de extração devido a problemas periodontais foram selecionados para esse estudo. O espaço protético foi estabelecido em 9 mm e as amostras divididas em cinco grupos de acordo com o sistema adesivo empregado: 1) sistema de três passos All Bond 2 e cimento C&B; 2) sistema de três passos Scotchbond Multipurpose Plus e cimento Opal Luting; 3) adesivo em frasco único Scotchbond 1 e cimento Rely X Arc; 4) adesivo em frasco único One-Step e cimento C&B; 5) adesivo em frasco único All Bond Experimental e cimento HI-X. Foi utilizado o pino de fibra de quartzo Aestheti-Plus. Após uma semana, realizou-se a extração dos dentes e processamento dos mesmos para observação em MEV. Os resultados de análise da observação da zona de interdifusão resina/dentina (camada híbrida) e formação de *tags* de resina permitiram aos autores concluir que os sistemas adesivos de três passos apresentam maior efetividade no mecanismo de retenção micromecânica no terço apical do canal quando comparados aos sistemas de passo único. Além disso, a baixa incidência de bolhas e falhas foi atribuída ao uso de espiral de Lentulo no processo de cimentação para todos os grupos.

De acordo com Yamauti (2003), vários métodos têm sido propostos com a finalidade de reproduzir situações clínicas e o meio da cavidade bucal, particularmente condições bastante adversas nas quais a adesividade dentinária poderia falhar, tais como: ciclo de carga (resistência), ciclo térmico, armazenamento em água e outras soluções. Entretanto, é extremamente difícil desenvolver condições laboratoriais que possam testar a durabilidade da adesão devido a inúmeros fatores envolvidos na degradação adesiva, e devido ao fato de que o meio

oral é dinamicamente e biologicamente complexo.

Tay et al. (2003) propuseram-se a determinar fatores de interferência na incompatibilidade entre um adesivo autocondicionante em passo único e um compósito quimicamente ativado ou de polimerização dual. Procedimentos de adesão foram realizados em superfícies oclusais da dentina coronária de terceiros molares extraídos, os quais foram distribuídos em duas categorias: dentina hidratada e dentina desidratada a partir da exposição em ascendentes concentrações de etanol. O compósito resinoso dual Bis-Core foi aplicado sobre o adesivo dentinário Xeno CF Bond e ativado de três diferentes formas: polimerização química, fotopolimerização e fotoativação tardia. A fotoativação tardia teve por finalidade simular o ritmo mais lento de polimerização de compósitos quimicamente ativados ao mesmo tempo que evitou a adversa interação química entre os monômeros ácidos do adesivo e as aminas terciárias do catalizador. Em alguns espécimes em que o compósito resinoso foi ativado quimicamente, um co-iniciador químico (BondLink) foi aplicado sobre o adesivo. Todos espécimes foram avaliados a partir de teste de microtração. Terceiros molares adicionais, não submetidos ao teste de microtração, foram utilizados para estudo ultra-estrutural da interface resina/dentina, mediante avaliação da nanoinfiltração de solução de nitrato de prata amoníaca em MEV. Para estes dentes, o compósito resinoso dual foi substituído por um compósito fotopolimerizável ou um compósito experimental quimicamente ativado. Os resultados mostraram que para o modo de polimerização através da luz tardia, o grupo de dentes em que a dentina permaneceu hidratada apresentou queda na resistência à tração, para o modo de polimerização química, os menores valores de força de união também foram apresentados pelo grupo com dentina hidratada. O uso do co-iniciador aumentou a força de adesão quando a dentina permaneceu



hidratada. Duas formas anormais de deposição de prata foram observadas na interface resina/dentina. Uma camada contínua de prata foi observada quando o compósito quimicamente ativado foi aplicado sobre a dentina hidratada ou desidratada na ausência de co-polimerizador. Bolhas de água impregnadas de prata foram identificadas quando o compósito quimicamente ativado foi aplicado sobre a dentina hidratada tanto com ou sem co-iniciador. Os autores concluíram que as interações químicas entre o adesivo de passo único, autocondicionante e o compósito polimerizado quimicamente foram as principais causas da redução das forças de resistência à tração, sendo a permeabilidade do adesivo de menor interferência.

Em estudo subsequente, Tay et al. (2003) avaliaram a hipótese de que a associação do adesivo em frasco único OptiBond Solo Plus com compósitos autopolimerizáveis ou de polimerização dual é comprometida pela permeabilidade do adesivo, mesmo quando co-iniciadores são utilizados em conjunto. Os autores testaram duas versões de ativadores químicos: a resina patenteada contendo OptiBond Solo Plus Activador (A) e uma solução de sal de sódio do ácido sulfínico benzeno BSA em etanol livre de resina (B). Foi realizado teste de microtração tanto em dentina hidratada como em dentina desidratada. Em ambos os substratos foi aplicado compósito dual testado tanto em seu modo de polimerização química como de fotopolimerização. Em alguns espécimes, foi realizada a fotoativação tardia para simular o menor grau de polimerização de compósitos autopolimerizáveis sem a interferência de reações químicas adversas. Portanto, nove grupos foram testados: 1) fotoativação do compósito em dentina hidratada; 2) fotoativação tardia em dentina hidratada; 3) fotoativação tardia em dentina desidratada; 4) polimerização química em dentina hidratada; 5) polimerização química em dentina desidratada; 6) co-

iniciador A com ativação química em dentina em dentina hidratada; 7) co-iniciador A com ativação química em dentina desidratada; 8) co-iniciador B com ativação química em dentina hidratada; 9) co-iniciador B com ativação química em dentina desidratada. Para estudo em MET, um compósito fotopolimerizável e um compósito experimental de polimerização química da mesma composição foram utilizados para os nove grupos. Os resultados mostraram que somente os grupos 3 e 9 não apresentaram diferenças estatísticas nos valores de força de união em relação ao grupo 1 (controle). A avaliação em MET revelou discreta presença de bolhas de água preenchidas com prata na interface adesivo/compósito nos grupos 2, 6 e 8 e no interior do compósito do grupo 4. Interações químicas adversas nos grupos 4 e 5 foram observadas em razão da presença de uma linha de deposição de prata ao longo da interface adesivo/compósito. A partir destes resultados, os autores concluíram que a permeabilidade inerente ao adesivo testado tornou sua associação a compósitos autopolimerizáveis ou duais desvantajosa na união à dentina hidratada. Entretanto, estes resultados não devem ser extrapolados para todos os sistemas em frasco único sem que pesquisas sejam realizadas.

Schwartz (2005), em revista de literatura, sugeriu a aplicação da técnica de preenchimento incremental com compósitos resinosos fotopolimerizáveis como forma de resolver parcialmente o problema do fator “C”. Incrementos adicionais proporcionam uma união química mais forte, permitindo uma completa polimerização de cada incremento, diminuindo a tensão da contração de polimerização.

Mallmann et al. (2005) avaliaram a força de união de sistemas auto e fotopolimerizável à dentina intrarradicular empregados na cimentação de pinos de fibra de quartzo translúcidos em três distintas regiões (cervical, média e apical). Vinte dentes unirradiculares foram seccionados a 1 mm da junção cimento-esmalte,

instrumentados, porém não obturados com finalidade de analisar a adesividade em toda a extensão do canal radicular. Após preparo para receber os pinos, os espécimes foram aleatoriamente divididos em dois grupos de acordo com o sistema adesivo testado. As raízes foram modeladas com silicona pesada de adição para evitar propagação de luz através das superfícies externas da raiz durante a polimerização dos adesivos e cimento resinoso. Seguindo as recomendações do fabricante, os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose Plus (autopolimerizável) e Single Bond (fotopolimerizável) foram aplicados e pinos translúcidos Light Post #2 posicionados no espaço intracanal imediatamente após a inserção do cimento RelyX ARC com subsequente fotoativação. Cada raiz foi cortada perpendicularmente em seções de 1 mm de espessura, resultando em aproximadamente quatro fatias por região, as quais foram submetidas à teste de microtração. A região cervical apresentou maior média nos valores de força de união que as regiões média e apical. Nenhuma diferença significativa entre os sistemas adesivos foi encontrada.

Mediante teste de cisalhamento e MET, Goracci et al. (2005) examinaram a força interfacial e a ultraestrutura de três cimentos resinosos empregados como agentes de união entre pinos de fibra de vidro e canais radiculares. Após modelagem, irrigação com NaOCl 2,5% e obturação endodôntica, 27 dentes humanos unirradiculares foram distribuídos em três grupos de acordo com os agentes de união: grupo 1 - sistema de condicionamento total Excite DSC/ Variolink II; grupo 2 - sistema autocondicionante ED Primer/Panavia 21; grupo 3 - sistema autoadesivo RelyX Unicem, o qual não requer pré-tratamento da superfície dentinária. A força interfacial alcançada pelo Excite DSC/Variolink II foi significativamente maior àquela obtida pelo ED Primer/ Panavia 21 e RelyX Unicem, sendo que estes não apresentaram diferenças entre si. Microscopicamente, os

autores observaram completa dissolução da *smear layer* e formação de uma camada híbrida de 8-10 µm de espessura no grupo 1, dissolução quase completa da *smear layer* e formação de uma camada híbrida de 1,0-1,5 µm de espessura no grupo 2 e ausência da dissolução da *smear layer* e de formação da camada híbrida no grupo 3.

Schwartz (2006) enfatizou a importância da completa infiltração da resina na dentina desmineralizada para a estabilidade e o reforço adesivo. Em revista de literatura, discutiu os obstáculos à uma adesão efetiva no complexo sistema de canais radiculares, progressos obtidos e possíveis estratégias futuras para aprimorar os sistemas adesivos resinosos. Também relatou a deteriorização dos sistemas adesivos observadas por estudos *in vitro* e *in vivo* com o passar do tempo, muitas vezes decorrentes de forças funcionais, processo este indubitavelmente observado no sistema de canais radiculares, onde forças de flexão e torção (rotação) tensionam a interface dentina/resina repetidamente durante a função e parafunção. No mesmo trabalho, associou as vantagens dos sistemas resinosos de polimerização dual, os quais contém componentes que fornecem uma fotopolimerização rápida naquelas áreas onde a luz de polimerização penetra efetivamente e uma polimerização química mais lenta, permitindo ao material fluir nos estágios iniciais e consequentemente promover alívio na tensão proveniente da contração de polimerização onde a luz não é efetiva.

A resistência à tração e o tipo de falha ocorrida em pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes materiais foi investigada por Bonfante et al. (2007). Para o experimento, foram utilizadas 40 raízes de pré-molares inferiores tratadas endodonticamente e preparadas a uma profundidade de 10 mm para receberem pinos de fibra de vidro. Após inclusão em cilindros de resina acrílica, os espécimes

foram distribuídos em quatro grupos de acordo com o agente cimentante empregado: 1 - ionômero de vidro modificado por resina RelyX Luting; 2 - ionômero de vidro modificado por resina Fuji Plus; 3 - cimento resinoso RelyX ARC; 4 - cimento resinoso Enforce. Todos os cimentos foram aplicados aos pinos e levados ao interior do canal com espiral de Lentulo. Nos grupos 3 e 4, foi aplicado às paredes dos canais o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus e utilizado o agente silano para cobertura dos pinos. Após armazenamento em água destilada por 24 horas a 37°C, os espécimes foram submetidos a teste de resistência à tração a velocidade de 0,5 mm/min e posterior análise em MO para observação do tipo de falha. Os cimentos resinosos apresentaram valores de resistência à tração significativamente superiores aos apresentados pelos cimentos ionoméricos. O grupo 1 exibiu 70% de falhas coesivas, enquanto os grupos 2, 3 e 4 apresentaram 70 a 80% de falhas adesivas na interface dentina/cimento. Em conclusão de seu trabalho, os autores relataram que tanto cimentos resinosos quanto ionoméricos são capazes de proporcionar retenção clinicamente suficiente aos pinos de fibra de vidro e que os segundos podem ser especialmente indicados quando a aplicação de técnicas adesivas for dificultosa.

Wrbas et al. (2007) avaliaram a retenção de pinos de fibra de quartzo (DT Light Post) cimentados por três diferentes sistemas resinosos a canais radiculares bovinos confeccionados artificialmente e determinaram o efeito da silanização por meio de teste de resistência a tração. Dos 60 pinos utilizados para este experimento, 30 receberam tratamento com silano previamente à sua inserção, utilizando para tal finalidade um dos seguintes procedimentos: a) condicionamento da dentina com ácido fosfórico, aplicação do sistema adesivo Prime & Bond NT associado ao seu ativador químico e cimento dual Calibra; b) aplicação do sistema autocondicionante

de passo único ED Primer e cimento autopolimerizável Panavia 21ex; c) introdução do cimento resinoso autocondicionante dual RelyX Unicem o qual não requer nenhum pré-tratamento dentinário. Os resultados deste trabalho indicaram não haver diferença estatística entre os grupos pré-tratados ou não com silano com relação a capacidade adesiva entre pino e cimento. Dentre os sistemas resinosos empregados, Prime & Bond NT/Calibra obteve maior força de união seguido do ED Primer/Panavia 21ex e RelyX Unicem. Segundo os autores este fato deveu-se ao ácido fosfórico dissolver completamente a *smear layer*, enquanto que sistemas autocondicionantes promoveram apenas uma dissolução parcial da dentina subjacente, muitas vezes ocasionando insuficiente hibridização dentinária.

Silva et al. (2007) avaliaram o efeito de diferentes formas de aplicação de dois sistemas adesivos na força de união de pinos de fibra à dentina cimentados com agente resinoso dual RelyX. Foram aplicados um ativador químico ou uma camada adicional de um adesivo resinoso mais hidrofóbico (*Scotchbond Multipurpose adhesive*) associados a um dos seguintes sistemas adesivos: sistema de dois passos com condicionamento ácido e lavagem Prime & Bond 2.1 ou adesivo de passo único autocondicionante Brush & Bond. Após secção radicular em níveis cervical, médio e apical, as porções foram submetidas à teste de cisalhamento por extrusão (push-out) para posterior análise estereoscópica. Tanto para o sistema Primer & Bond quanto para o Brush & Bond, o uso do adesivo resinoso hidrofóbico aumentou a força de união dos pinos à dentina. O uso do catalizador não mostrou diferenças significantes para ambos os grupos. Com relação aos efeitos da profundidade na força de união, observou-se que a mesma foi significativamente reduzida no terço apical. Nenhum comprometimento entre pino de fibra e cimento resinoso foi constatado, porém houve alta incidência de falhas na interface cimento e

dentina radicular.

Gogos et al. (2007) compararam a capacidade adesiva de dois cimentos resinosos à superfície dentinária de raízes de dentes humanos unirradiculares quando utilizados com três diferentes agentes de união. Os materiais utilizados foram: os cimentos Rely X ARC e Perma Cem, dois adesivos em frasco único (Single Bond e Bond-1) e um agente de união autocondicionante (Clearfil SE Bond). Anteriormente aos procedimentos adesivos, os espécimes foram tratados com EDTA 15% ou com ácido fosfórico 37% para remover a *smear layer*, exceção feita ao grupo em que foi utilizado o agente adesivo autocondicionante, no qual a *smear layer* foi mantida intacta. Para os sistemas Single Bond e Bond-1, foram aplicadas duas camadas consecutivas do respectivo material, aguardados 20 segundos, promovida secagem suave por cinco segundos e fotoativação por 20 segundos. Para o sistema Clearfil SE Bond, inicialmente foi aplicado o Clearfil SE Bond primer, aguardados 20 segundos, realizada secagem suave, aplicação do Clearfil SE Bond adhesive, secagem suave por cinco segundos e fotoativação por 20 segundos. Ambos os cimentos foram colocados sobre a área de adesão e fotoativados por 40 segundos. Após 72 horas em incubadora (37°C, 100% de umidade relativa), foi aplicada uma carga paralela à interface formada entre a dentina e o material testado. Os resultados obtidos demonstraram que a força de união de ambos cimentos avaliados em combinação com o sistema autocondicionante foi significativamente superior aos mesmos cimentos quando utilizados com os adesivos em frasco único.

Segundo Hayashi et al. (2008), a obtenção de um método de restauração durável para reconstruir e reforçar dentes desvitalizados é a chave para a prevenção de fraturas radiculares. Entretanto, quando utilizados pinos intrarradiculares, a adesão completa do cimento resinoso às paredes dentinárias é crítica. Considerando

as vantagens dos materiais quimicamente ativados e de polimerização dual na aderência ao canal radicular, os autores testaram três cimentos resinosos na restauração de 54 raízes de incisivos superiores humanos com pinos de fibra de vidro. Foram utilizados o cimento dual Panavia F 2.0 precedido de tratamento da superfície dentinária com primer autocondicionante (ED Primer A e B), o cimento dual autoadesivo RelyX Unicem ou o cimento endodôntico quimicamente ativado de condicionamento total Super Bond Sealer. Além disso, para cada um dos agentes cimentantes, metade dos espécimes foram restaurados com pinos tratados com silano, enquanto que para os espécimes remanescentes, os pinos não receberam tratamento algum. Após teste de microtração, os modos de fratura e as interfaces de união foram observadas à uma magnificação de 20 X em MO. Pôde-se constatar que os dois cimentos de polimerização dual testados apresentaram falhas frequentes apesar do uso do agente silano. O material adesivo quimicamente ativado apresentou maior estabilidade na união ao longo do espaço preparado para pino, sendo que o uso do agente silano reduziu significativamente a incidência de falhas. Segundo os autores, os monômeros ácidos responsáveis pelo condicionamento do substrato nos sistemas autocondicionantes, são menos efetivos em condicionar toda a espessura da *smear layer*.

Apesar das inúmeras vantagens dos sistemas adesivos na cimentação de pinos endodônticos, tais como: melhora na adaptação marginal e selamento apical, aumento na retenção dos pinos até mesmo com a redução de seu comprimento, alívio da tensão radicular e otimização do tipo de fratura tornando possível nova restauração, existem condições desfavoráveis quando da aplicação de técnicas adesivas na dentina radicular. A deficiência de controle visual favorece a retenção de resíduos decorrentes do preparo de espaço para pinos como também de ácidos



utilizados para o condicionamento da dentina. Além disso, a contração de polimerização associada à desfavorável configuração cavitária do interior do canal radicular também predispõe à falhas de tais sistemas. Baseados em tais constatações, Naumann et al. (2008) compararam a influência da cimentação adesiva versus cimentação não adesiva na resistência de restaurações sobre pinos endodônticos. Utilizaram para tal procedimento 40 incisivos superiores humanos extraídos tratados endodonticamente, seccionados a 2 mm da junção esmalte-cimento e restaurados com pinos de fibra de vidro mediante diferentes combinações de cimento/compósito resinoso: a) cimentação dos pinos com RelyX Unicem e confecção de núcleo a partir de sistema adesivo NewBond e compósito Clearfil Core; b) cimentação dos pinos com RelyX Unicem e confecção de núcleo a partir de sistema adesivo LuxaBond-Total Etch e compósito LuxaCore-Dual; c) cimentação dos pinos com cimento de fosfato de zinco e confecção de núcleo idem ao grupo 1; d) condicionamento do canal radicular e da superfície coronária remanescente com ácido fosfórico 37%, pré-tratamento com Pre-Bond e aplicação de adesivo Bond A e Bond B previamente à instalação dos pinos, cimentação dos pinos com LuxaCore-Dual e confecção de núcleo idem ao grupo 1. Todos os espécimes receberam coroas de cerâmica cimentadas com RelyX Unicem para posteriormente serem submetidos à ciclos térmicos e teste de resistência mecânica em máquina de ensaios universal até que ocorresse falha. Os resultados mostraram superior resistência dos espécimes que receberam tratamento com RelyX Unicem e Clearfil Core, enquanto que o grupo cimentado com fosfato de zinco apresentou os piores resultados.

## 2.4 Soluções irrigadoras

Tendo em vista a ineficácia do preparo mecânico na limpeza do canal em toda sua extensão, as soluções irrigadoras vêm em seu auxílio com duplo propósito: remover remanescentes do tecido pulpar e possíveis bactérias, os quais são componentes orgânicos e possibilitar a remoção da *smear layer*, a qual é inorgânica. Goldman et al. em 1982, testaram a capacidade de dois agentes irrigantes utilizados separadamente ou em várias combinações: o NaOCl 5,25% e o REDTA que é uma solução de EDTA 17% tamponada com hidróxido de sódio em veículo aquoso com pH 8. Após análise microscópica dos terços coronário, médio e apical, os autores concluíram que o uso do NaOCl durante a instrumentação foi mais efetivo na limpeza dos canais que o REDTA. Quando as duas soluções foram utilizadas como irrigação final, o REDTA seguido de jato consecutivo de NaOCl mostrou-se mais eficiente. Segundo os autores, talvez este fato deva-se a um pequeno componente da *smear layer* ser de natureza orgânica, portanto, quando o agente quelante remove o tecido duro, deixa para trás uma pequena quantidade de tecido orgânico que torna-se passível de remoção com um fluxo final de NaOCl.

Em 1984, Goldman et al. descreveram o efeito da *smear layer* na força de retenção de pinos cimentados com cimento de fosfato de zinco, cimento de poliacrilato e cimento resinoso. Cento e vinte dentes unirradulares recém extraídos foram divididos em 2 grupos, os quais foram preparados a uma profundidade de 4 ou 7 mm para receber pinos Para-Post cimentados com um dos agentes de fixação acima. Além disso, houve uma distribuição dos espécimes em subgrupos de acordo com a irrigação recebida durante seu preparo: NaOCl 5,25% ou EDTA 17% seguido de NaOCl 5,25%. Os resultados mostraram que os pinos cimentados a 4 mm com agente resinoso submetidos a tratamento com EDTA e

NaOCl apresentaram 1,5 vezes maior retenção do que os pinos cimentados a 7 mm com fosfato de zinco e duas vezes maior retenção do que os pinos cimentados a 7 mm com cimento de poliacarboxilato. Os pinos cimentados a 7 mm com resina após tratamento com EDTA e NaOCl mostraram duas vezes maior retenção quando comparados aos pinos cimentados a 7 mm com fosfato de zinco e três vezes maior retenção aos pinos cimentados com cimento de poliacarboxilato no mesmo comprimento. Os demais estudos comparativos entre os grupos não apresentaram resultados estatisticamente significantes. Em vista de tais constatações, houve forte indicação de que a remoção da *smear layer* permitiu que o cimento resinoso fluísse para o interior dos túbulos dentinários abertos promovendo melhor retenção, concluindo-se, então, que o EDTA corroborou a melhor performance deste agente.

Considerando as diversas propriedades do NaOCl na contribuição para um efetivo debridamento químico-mecânico do sistema de canais radiculares, Baumgartner & Cuenin (1992) propuseram-se a avaliar sua eficácia em diferentes concentrações (0,5%, 1,0%, 2,5% e 5,25%). Mediante análise em MEV de superfícies instrumentadas e não instrumentadas no terço médio dos canais radiculares após a respectiva irrigação, os autores constataram que todas as concentrações de NaOCl mostraram-se eficientes na remoção de debris. Foi observada presença de *smear layer* com exposição de alguns túbulos dentinários em todas as superfícies instrumentadas independentemente da concentração da solução. Houve remoção completa de remanescentes pulpare e pré-dentina das superfícies não instrumentadas irrigadas com NaOCl nas concentrações de 5,25%, 2,5% e 1,0%. O NaOCl 0,5% não foi capaz de remover algumas fibrilas de pré-dentina da superfície.

O efeito do digluconato de clorexidina 2% na morfologia da superfície

dentinária e na capacidade de união do sistema adesivo All-Bond 2 foi avaliado por Perdigão et al. (1994) por meio de MEV. Trinta molares humanos extraídos foram conservados em solução de timol e uma semana antes do ensaio foram limpos e armazenados em água destilada. As superfícies dentinárias proximais de cada dente foram expostas visando criar uma área de união perpendicular ao plano oclusal e os espécimes foram divididos em três grupos de acordo com a técnica de adesividade testada: grupo 1 - condicionamento da dentina com ácido fosfórico 10% por 15 segundos, enxágue da cavidade, secagem com ar comprimido, reumidificação da superfície e remoção do excesso de umidade; grupo 2 - condicionamento com ácido fosfórico 10% por 15 segundos, enxágue, remoção do excesso de umidade da cavidade e aplicação de digluconato de clorexidina 2%; grupo 3 - a dentina foi tratada da mesma forma que o grupo 2, porém foi seca com ar comprimido por 10 segundos antes da solução de clorexidina ser aplicada. Para todos os espécimes, após manipulação nas mesmas proporções, foram aplicados os primers A e B do sistema adesivo All-Bond 2 sobre as superfícies dentinárias, as quais foram secas e a seguir fotopolimerizado o agente adesivo. Por meio de um cilindro plástico transparente adaptado à superfície do dente, inseriu-se resina composta Z100 e procedeu-se a fotoativação. Concluídos 500 ciclos térmicos entre 10 e 50°C a força de união da resina composta à dentina foi mensurada a partir de teste de cisalhamento em Máquina de Ensaio Universal. Após o teste, dois espécimes de cada grupo foram seccionados no sentido mesio-distal em cortes de 300 µm e processados para análise em MEV. Apesar de microscopicamente ter sido observado depósito de debris cobrindo a superfície dentinária e obstruindo túbulos, a análise estatística ANOVA demonstrou não haver diferença significativa entre os três grupos com relação à força adesiva, concluindo então os autores, que o uso de

clorexidina na limpeza da cavidade após o condicionamento da dentina, não reduziu a capacidade de união do sistema adesivo All-Bond 2.

Jeanssonne & White (1994) compararam a atividade antimicrobiana do gluconato de clorexidina 2% com o NaOCl 5,25% no sistema de canais radiculares. Sessenta e dois dentes humanos extraídos em decorrência de patologias pulpares foram instrumentados utilizando clorexidina, NaOCl ou solução salina como irrigantes. Amostras microbiológicas foram coletadas dos dentes imediatamente após o acesso ao canal, após instrumentação e irrigação e após permanecer numa atmosfera anaeróbica por 24 horas. Todas as culturas obtidas anteriormente ao preparo biomecânico foram positivas. A irrigação com clorexidina ou NaOCl reduziu significativamente o número de culturas positivas comparativamente aos dentes irrigados com solução salina. O número de colônias bacterianas obtidas após a irrigação com clorexidina ou NaOCl não apresentaram diferenças estatísticas.

Cientes da crescente indicação da reconstrução de dentes tratados endodonticamente por compósitos resinosos em função do contínuo desenvolvimento de melhores adesivos dentinários, Nikaido et al. (1999) avaliaram a força de união de três diferentes sistemas em dentes bovinos. Para este experimento, após remoção do tecido pulpar, os canais radiculares foram irrigados com solução salina (controle), NaOCl 5%, água oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 3% ou com a combinação de ambos por 60 segundos. Posteriormente foram secos, um cone úmido inserido em seu interior e o acesso cavitário vedado com Cavit-G. A seguir, foram expostas superfícies dentinárias na face vestibular da coroa dos dentes e demarcada uma área de união para subsequente aplicação de um dos seguintes adesivos dentinários: Clearfil Liner Bond II, Single Bond ou Superbond C&B. Sobre os grupos do Clearfil Liner Bond II e Single Bond foi colocado um compósito

fotoativado e sobre o grupo do Superbond C&B, aplicou-se uma resina autopolimerizável. Um tubo de aço inoxidável foi cimentado perpendicularmente à superfície do compósito para proceder ao ensaio de resistência à tração em máquina universal a uma velocidade de 2 mm/min, utilizando dez espécimes de cada grupo. Menor força de união foi observada nos grupos submetidos à irrigação química quando comparados ao grupo controle para o Single Bond e Superbond C&B. Entretanto, isto não ocorreu para o Clearfil Liner BondII, exceto para a irrigação com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, situação esta em que os valores caíram significativamente.

Partindo do pressuposto de que a camada híbrida não representa papel importante no mecanismo de adesão à dentina, o efeito do NaOCl utilizado na remoção de colágeno da dentina condicionada antes dos procedimentos adesivos foi avaliado por Perdigão et al. (2000). A superfície vestibular da coroa de 80 incisivos bovinos foi polida até que houvesse exposição da dentina e então distribuídas em duas categorias de acordo com o sistema adesivo de condicionamento total recebido: Prime & Bond NT ou Single Bond. Após o condicionamento ácido e lavagem, uma gota de NaOCl gel a 10% foi aplicada à superfície dentinária e deixada por 0, 15, 30 ou 60 segundos. O gel foi removido com água e a dentina mantida úmida para aplicação do sistema adesivo com o respectivo compósito resinoso (Surefil para o adesivo Prime & Bond NT e Z100 para o adesivo Single Bond). Após manutenção por 24 horas em água destilada a 37°C, os espécimes passaram por termociclos que variaram de 5 a 55°C e a força de união foi mensurada por meio de Máquina Instron de Ensaio Universal a uma velocidade de 0.5 cm/min até que ocorresse falha. Para análise em MET, 16 discos de dentina de terceiros molares extraídos foram submetidos ao mesmo tratamento que o descrito para o teste de força de união. Os resultados do trabalho mostraram decréscimo

progressivo da capacidade adesiva para os dois sistemas conforme aumentou-se o tempo de aplicação do NaOCl. Para o adesivo Single Bond, a morfologia da rede de colágeno foi mantida independentemente do tempo de desproteínização, sendo que os espaços interfibrilares aumentaram com o aumento do tempo de desproteínização. Para o adesivo Prime & Bond, o aspecto geral da camada híbrida foi mantido para os tempos de desproteínização de 15 e 30 segundos. Entretanto, quando o gel foi aplicado por 60 segundos, o aspecto morfológico da camada híbrida mostrou perda de seu arranjo fibrilar. A partir destes achados, os autores concluíram que a integridade das fibras colágenas expostas pelo condicionamento ácido representam papel preponderante no mecanismo de adesão dos sistemas adesivos especificamente testados neste estudo. A camada híbrida deve continuar sendo considerada primordial no mecanismo de aderência dentinária.

Ferraz et al. (2001) avaliaram a ação antimicrobiana e habilidade mecânica da clorexidina gel 2% quando utilizada como solução irrigante intracanal. A metodologia do trabalho consistiu na inoculação por *E. faecalis* de dentes unirradiculares recém extraídos que a seguir receberam preparo químico-mecânico utilizando uma das seguintes soluções irrigadoras: gluconato de clorexidina gel 2%, gluconato de clorexidina líquida 2%, NaOCl 5.25%, água destilada ou natrosol gel. Os espécimes foram colocados em meio de cultura para análise do poder desinfetante dos irrigantes testados como também foram avaliados em MEV para constatação do grau de limpeza da superfície dentinária. Os resultados confirmaram ser a atividade antimicrobiana da clorexidina comparável ao NaOCl e demonstraram efetiva ação mecânica de sua forma em gel que, segundo os autores, supera sua inabilidade em dissolver tecidos orgânicos.

Segundo Estrela et al. (2002), para ter ação efetiva é essencial a solução

irrigadora apresentar expressiva atividade antimicrobiana e adequada capacidade de dissolução tecidual. Considerando o NaOCl a solução irrigadora mais utilizada em endodontia, os autores discutiram seu mecanismo de ação baseando-se em suas propriedades antimicrobianas e físico-químicas. O NaOCl age como solvente orgânico e de gorduras degradando ácidos graxos e transformando-os em sais e glicerol, os quais reduzem a tensão superficial da solução remanescente (reação de saponificação). Além disso, o NaOCl neutraliza aminoácidos formando água e sal. O ácido hipocloroso, substância presente na solução, quando em contato com tecido orgânico, libera cloro que, combinado com o grupo amino-proteína, forma cloraminas as quais interferem no metabolismo celular. O cloro, um potente oxidante, apresenta ação antimicrobiana, inibindo enzimas bacterianas essenciais.

Um dos maiores desafios do tratamento endodôntico consiste na completa limpeza do canal radicular a fim de eliminar remanescentes pulpare, bactérias, *smear layer*, pré-dentina e outros materiais orgânicos. Considerando o peso dessas afirmações, Guerisoli et al. (2002) investigaram a remoção da *smear layer* utilizando diferentes soluções irrigadoras sob ativação ultrassônica. Foram utilizados 20 dentes unirradiculares recém extraídos divididos em quatro grupos. Três grupos foram instrumentados e irrigados a cada troca de instrumento com uma das soluções a seguir: água destilada, NaOCl 1,0% ou associação de NaOCl 1,0% com EDTAC 15%. O grupo 4, considerado controle negativo, não foi instrumentado, mas apenas irrigado com NaOCl 1,0% associado ao EDTAC 15%. Todos os grupos receberam ativação final das respectivas soluções irrigadoras com ultrassom por um minuto. Posteriormente, os dentes foram separados longitudinalmente e as raízes medidas a fim de fornecer três secções de mesmo tamanho (cervical, média e apical). A partir da análise das amostras em MEV, observaram-se paredes do canal



cobertas com *smear layer* nos grupos irrigados com NaOCl sozinho e com água destilada. A associação de NaOCl e EDTAC foi a mais eficiente na remoção da *smear layer*. Não houve diferença estatística com relação a quantia de *smear layer* encontrada nos terços cervical, médio e apical quando cada grupo foi analisado separadamente.

Varela et al. (2003) compararam diferentes protocolos para cimentação de pinos intrarradiculares a partir de observações em MEV e testes de tração. Após realizado o tratamento endodôntico e preparo de espaço para retentor intrarradicular de 120 raízes de dentes humanos unirradiculares, as mesmas receberam condicionamento com ácido ortofosfórico 37% por 60 segundos, a fim de expor as fibras colágenas e remover a *smear layer*. Foram então distribuídas em dois grupos de acordo com tratamento aplicado previamente à instalação dos pinos: a) sem tratamento; b) irrigação com NaOCl 10% por 60 segundos e neutralização com água destilada. Posteriormente, quatro protocolos para cimentação de pinos foram estabelecidos para os dois grupos, utilizando um total de 15 espécimes para cada um dos protocolos descritos a seguir: cimento Panavia 21 Ex sozinho, Dual Cement sozinho, adesivo dentinário ED Primer + cimento Panavia 21 Ex ou ED Primer + Dual Cement. Uma espiral de Lentulo foi utilizada para levar o cimento ao espaço intrarradicular. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a associação da irrigação com NaOCl à aplicação do sistema adesivo ED Primer otimizou a força de união entre os cimentos resinosos e dentina de dentes tratados endodonticamente. Segundo os autores, a dissolução e eliminação da camada de colágeno desmineralizada atribuída ao NaOCl resultou em aumento de diâmetro dos túbulos dentinários devido à perda de dentina peritubular, o que facilitou a infiltração de monômero no interior dos túbulos aumentando a formação de *tags*.

A interferência do NaOCl na força de união de cimentos resinosos ao canal radicular foi avaliada por Ari et al. (2003). Neste trabalho, os autores compararam quatro cimentos adesivos (C&B Metabond, Panavia F, VariolinkII e Rely-X), os quais foram utilizados no preenchimento dos canais radiculares em grupos de dentes irrigados ou não com NaOCl 5%. Após mensurar a microtração necessária para que ocorresse falha através de Máquina Instron, constatou-se redução estatisticamente significativa da força adesiva às paredes dentinárias do canal radicular entre os dentes irrigados quando comparados aos não irrigados com NaOCl. C&B Metabond apresentou maior aderência seguido dos grupos obturados com Rely-X, Panavia F e Variolink II respectivamente para as raízes irrigadas com NaOCl 5%. Para o grupo controle, irrigado com água, o cimento C&B Metabond também apresentou melhor resultado.

Erdemir et al. (2004) avaliaram o efeito de diferentes medicações utilizadas durante a terapia endodôntica com relação à capacidade adesiva ao canal radicular. Utilizaram 40 dentes humanos unirradiculares que tiveram suas coroas removidas e canais radiculares instrumentados até lima tipo Kerr #70. Os espécimes foram divididos em sete grupos e submetidos aos seguintes tratamentos: irrigação com água, irrigação com NaOCl a 5% , irrigação com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, irrigação com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% associada a NaOCl 5%, irrigação com gluconato de clorexidina 0,2%, medicação intracanal com formocresol e medicação intracanal com hidróxido de cálcio. As irrigações foram feitas por 60 segundos e as medicações intracanaís deixadas por 24 horas. Todos os canais radiculares foram obturados com C&B Metabond e posteriormente seccionados a cada 1 mm desde a junção esmalte-cimento até o ápice, porém as secções referentes ao terço apical foram descartadas. Obtiveram assim, aproximadamente 12 amostras de cada grupo, submetendo-as à teste de

microtração até que ocorresse falha. Os dados foram registrados e expressos em megapascals (MPa) para posterior análise interfacial em MEV de um espécime de cada grupo. Os resultados indicaram que a capacidade adesiva ao canal radicular decaiu significativamente nos dentes irrigados com NaOCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e associação de ambos, enquanto que os dentes irrigados com solução de clorexidina mostraram os maiores valores na força de união. As medicações intracanaís não interferiram na força de união às paredes dentinárias.

A estrutura dental remanescente pós terapia endodôntica tem suas características físicas alteradas de forma irreversível. Fundamentados nessa afirmativa, Ozturk & Özer (2004) testaram o efeito do NaOCl 5% na força de adesão de quatro sistemas adesivos às paredes mesiais da câmara pulpar de quarenta terceiros molares. Foram testados os seguintes agentes de união: Clearfil SE Bond (*self-etching system*), Prompt L-Pop (*self-etching system*), Prime & Bond NT (*total-etch system*) e Scotchbond Multi Purpose Plus (*total-etch system*), os quais foram aplicados às câmaras pulpares previamente à restaurações com compósitos resinosos. Vinte molares receberam pré-tratamento com NaOCl antes da aplicação de um dos sistemas adesivos e os espécimes remanescentes não receberam pré-tratamento. A partir de secções horizontais, três fatias foram obtidas da parede mesial da câmara pulpar de cada espécime para proceder ao teste de microtração. Os resultados mostraram que, em geral, houve redução na capacidade adesiva dos agentes de união quando utilizada a irrigação com NaOCl. Os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Prompt L-Pop quando aplicados sem o pré-tratamento com NaOCl, apresentaram os maiores valores na força de união. Dos grupos que receberam irrigação com NaOCl, o adesivo Clearfil SE Bond mostrou a maior força de adesão. Segundo os autores, estes resultados indicaram que os adesivos

autocondicionantes, por possuírem ácidos fracos em sua composição, modificaram em menor grau a estrutura das paredes dentinárias quando comparados à ácidos fortes de sistemas de condicionamento total.

Baseados no fato de que a persistência de tecido pulpar residual e de dentina infectada no sistema de canais radiculares podem ser responsáveis por falhas no tratamento endodôntico e que as soluções irrigadoras auxiliam o processo de debridamento intrarradicular, Okino et al. (2004) avaliaram a atividade de vários irrigantes na dissolução de tecido pulpar bovino. As soluções de NaOCl 0,5% e 2,5%, como também a solução aquosa de digluconato de clorexidina 2% e digluconato de clorexidina gel 2% foram colocadas em contato com fragmentos de polpa bovina em uma centrífuga a 150 r.p.m. até total dissolução tecidual. Para mensurar a velocidade de dissolução, dividiu-se o peso do fragmento pulpar pelo tempo de dissolução. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que ambas formulações de clorexidina não foram capazes de dissolver o tecido pulpar e que todas as soluções de NaOCl atingiram tal objetivo, tendo sua eficiência variada proporcionalmente à concentração da solução.

Ari et al. (2004) investigaram possíveis alterações na superfície dentinária ocasionadas por soluções irrigantes comumente utilizadas durante a terapia endodôntica. Para tanto, utilizaram 90 raízes de dentes humanos anteriores inferiores separadas longitudinalmente em dois segmentos, de forma que 180 espécimes foram obtidos e divididos em seis grupos de acordo com a solução irrigadora empregada: NaOCl 5,25%, NaOCl 2,5%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, EDTA 17%, gluconato de clorexidina 0,2% ou água destilada. Todos os grupos foram irrigados por 15 minutos e então divididos em dois subgrupos: "a" submetidos a teste de microdureza e "b" submetidos a avaliação da rugosidade da dentina radicular. Os resultados

indicaram que todas as soluções, exceto a clorexidina, diminuíram a microdureza dentinária, o que forneceu evidência de perda mineral. Tanto a clorexidina quanto a água oxigenada não tiveram efeito na formação de rugosidades. Diante disso, os autores sugerem ser a clorexidina um agente apropriado de irrigação intracanal devido ao seu efeito inofensivo aos componentes da estrutura dentinária.

Silva et al. (2005) testaram quatro substâncias na limpeza de espaços preparados para retentores intrarradiculares, considerada a importância da remoção da *smear layer* formada durante tal procedimento na otimização dos procedimentos adesivos realizados para a fixação de pinos. Quarenta caninos humanos extraídos foram submetidos a tratamento endodôntico e preparo de espaço de 10,0 mm para receber pinos de fibra de carbono cimentados com All-Bond 2 e Hi-X. Durante o preparo intrarradicular, os espécimes foram irrigados com uma das seguintes substâncias: cloreto de sódio 0,9% (grupo controle), gel de gluconato de clorexidina 2%, EDTA + NaOCl 1% ou xilol. Após tracionamento dos pinos em Máquina de Testes Universal a uma velocidade de 1 mm/min, os valores da força necessária para que houvesse o deslocamento dos mesmos foram registrados em Quilograma-força (kgf). Os maiores valores foram obtidos para o grupo tratado com xilol (26.33 kgf), seguido do grupo tratado com clorexidina (22.92 kgf). Os grupos tratados com cloreto de sódio e EDTA + NaOCl obtiveram médias de 14.49 kgf e 12.11 kgf, respectivamente. De acordo com estes achados, os autores concluíram que xilol e clorexidina são bons auxiliares no preparo de espaço para pinos, no entanto, a segunda opção é mais vantajosa pela atividade antimicrobiana e baixa toxicidade.

A influência do NaOCl 5,25% e de dois cimentos endodônticos na retenção de pinos intrarradiculares foi avaliada por Muniz & Mathias (2005). Setenta e dois incisivos humanos extraídos foram seccionados na junção esmalte-cimento e

divididos em seis grupos de acordo com o irrigante e cimento obturador utilizados: 1) água destilada e ausência de cimento; 2) água destilada + AH Plus; 3) água destilada + Endofill; 4) NaOCl 5,25% e ausência de cimento; 5) NaOCl 5,25% + AH Plus; 6) NaOCl 5,25% + Endofill. Os espécimes foram armazenados em ambiente úmido à temperatura de 37° C por 30 dias e posteriormente preparados para receber pinos de fibra de vidro. Os pinos foram limpos com álcool isopropílico 70%, silanizados e cimentados com Variolink II, o qual foi introduzido ao canal por meio de broca Lentulo. O agente adesivo dual Excite DSC foi aplicado à dentina previamente à cimentação. Após imersão em água destilada a 37°C por 24 horas, os espécimes foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo a fim de obterem-se três fatias de aproximadamente 2,5 mm cada, representando os terços cervical, médio e apical. A área de aderência foi calculada de acordo com medidas da altura, diâmetro interno, base maior e base menor de cada fatia para posteriormente submetê-las ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes tanto para o fator solução irrigadora, como também para o cimento obturador e terço dentinário. O NaOCl 5,25% favoreceu a retenção no terço cervical quando comparado à água destilada, fato este atribuído a maior permeabilidade dentinária nesta região, tornando-a mais susceptível à ação das substâncias químicas utilizadas durante o preparo do canal. Segundo os autores, os menores valores na retenção registrados para a água destilada nesta região foram decorrentes da sua inabilidade em dissolver matéria orgânica, favorecendo a formação de *smear layer* rica em componentes orgânicos, tornando difícil a ação do ácido fosfórico no condicionamento da dentina durante os procedimentos adesivos. Com relação ao material obturador, o cimento AH Plus apresentou maiores valores na retenção comparado ao Endofill. A retenção dos pinos ao canal radicular foi

influenciada pela região dentinária, tendo o terço apical apresentado maior capacidade.

Zenhder (2006) teve por objetivo apresentar um meio simples e acessível para o debridamento químico do sistema de canais radiculares utilizando materiais atualmente disponíveis à clínica odontológica. Em revisão da literatura, enfatizou a recomendação do NaOCl como irrigante de escolha por abranger a maioria das exigências requeridas, especialmente a capacidade de dissolver tecido necrótico e componentes orgânicos da *smear layer*, além do amplo espectro antimicrobiano. Entretanto, o autor advertiu que irritações severas podem ocorrer quando altas concentrações são forçadas além dos tecidos periapicais durante a irrigação, e que uma alternativa para aumentar a efetividade do NaOCl, melhorando sua capacidade imediata de dissolução tecidual, seria aumentar a temperatura de soluções de concentrações mais baixas. Além disso, o autor sugere a ação coadjuvante de um agente passível de dissolver partículas inorgânicas da dentina, como o EDTA ou ácido cítrico, a fim de remover a *smear layer* formada durante a instrumentação. Um aspecto importante relatado foi a interação desfavorável destes quelantes quando misturados com o NaOCl por reduzirem o cloro ativo da solução, tornando-a ineficaz contra a ação bacteriana e tecidos necróticos. Portanto devem ser usados apenas ao final do preparo químico mecânico.

Soluções irrigadoras utilizadas durante o tratamento endodôntico podem alterar a composição química da dentina e afetar sua interação com materiais empregados para o selamento coronário. Considerando a importância do selamento coronário após a conclusão do tratamento endodôntico, Santos et al. (2006) realizaram um estudo comparando o efeito de diferentes irrigantes químicos na força de união de um adesivo autocondicionante à câmara pulpar. Setenta dentes bovinos

armazenados em solução de timol 0,2% por um período máximo de seis meses tiveram suas coroas seccionadas a 2 mm abaixo da junção esmalte-cimento e acessadas para expor a câmara pulpar. O tecido pulpar foi removido e as embocaduras dos canais seladas com material temporário. Os espécimes foram divididos em sete grupos, de acordo com a solução irrigadora utilizada: 1) cloreto de sódio 0,9% (controle); 2) NaOCl 5,25%; 3) NaOCl 5,25% + EDTA 17%; 4) solução de clorexidina 2%; 5) solução de clorexidina 2% + EDTA 17%; 6) gel de clorexidina 2%; 7) gel de clorexidina 2% + EDTA 17%. Antes dos procedimentos adesivos, todos os dentes foram lavados com água destilada e secos. O sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond foi aplicado à superfície da câmara pulpar seguido da inserção de resina composta em camadas incrementais. Após 24 horas de estocagem em água destilada a 37°C, os dentes foram seccionados em seis fatias obtidas da porção central do segmento coronário para assegurar a presença de uma interface linear resina/dentina. Cada fatia foi submetida à uma força de tração numa velocidade de 0,5 mm/min até que ocorresse fratura para posteriormente ser avaliada em MEV. Os resultados mostraram que tanto os dentes tratados com NaOCl quanto com a associação de NaOCl e EDTA apresentaram decréscimo na adesão à dentina, enquanto que os grupos irrigados com clorexidina não interferiram na adesividade, a qual mostrou-se compatível com o sistema adesivo utilizado.

Em 2007, Wachlarowicz et al. avaliaram o efeito das seguintes soluções irrigadoras na capacidade de aderência dentinária quando utilizado o cimento Epiphany: água estéril, clorexidina 2%, NaOCl 6% seguido de água, NaOCl 6% seguido de EDTA 17% e água ou NaOCl 1,3% seguido de MTAD. Foram obtidas lascas de dentina de 50 terceiros molares com 2 mm de espessura cada, as quais



foram distribuídas em cinco grupos que receberam os diferentes irrigantes. Após procedimento de secagem e aplicação do Epiphany primer, colocou-se sobre cada superfície dentinária um tubo de aço para permitir a injeção do cimento Epiphany numa espessura de 1 mm. O cimento foi fotoativado por 30 segundos e as amostras imediatamente armazenadas a 37°C em 100% de umidade por sete dias. Após submeter cada espécime a teste de compressão numa velocidade de 1,0 mm/min em Vitrodyne V-1000 Universal, dois espécimes de cada grupo foram examinados em MEV. A capacidade adesiva dos grupos irrigados tanto com água quanto com clorexidina sofreu redução significativa quando comparados aos grupos irrigados com NaOCl, NaOCl/EDTA ou NaOCl/MTAD, sendo que não houve melhora na adesividade quando da irrigação com NaOCl/EDTA ou NaOCl/MTAD comparadas apenas ao uso do NaOCl. Os autores concluíram que, portanto, a afirmação de que o NaOCl pode afetar negativamente a capacidade adesiva não foi confirmada pelos resultados deste estudo.

Com o propósito de revisar os princípios biológicos do preparo químico-mecânico do canal radicular, Young et al. (2007) destacaram o papel de soluções irrigadoras com elevada atividade antimicrobiana como sendo um complemento essencial ao preparo mecânico. Além de seu papel na remoção de restos pulpares e na eliminação de bactérias, a irrigação também auxilia a suspensão e enxágue de debris criados durante a instrumentação, age como lubrificante para os instrumentos e facilita a remoção de *smear layer* formada nas superfícies dentinárias instrumentadas. Idealmente, irrigantes intracanaís devem possuir um amplo espectro antimicrobiano com potente atividade contra o biofilme endodôntico, devem dissolver tecido pulpar remanescente e evitar a formação de *smear layer* durante a instrumentação ou dissolvê-la uma vez formada.

Lui et al. (2007) compararam a efetividade na remoção da *smear layer* de diferentes substâncias quando utilizadas na irrigação final de canais radiculares. Setenta e sete pré-molares extraídos foram instrumentados e irrigados a cada troca de instrumento com NaOCl 1%, procedendo-se posteriormente à irrigação final conforme um dos protocolos a seguir: a) 5 mL de NaOCl 1% por um minuto seguido de 5 mL de NaOCl 1%; b) 5 mL de EDTA 17% por um minuto seguido de 5 mL de NaOCl 1%; c) 5 mL de EDTA 17% ativado por ultrassom durante um minuto seguido de 5 mL de NaOCl 1%; d) 5 mL de *Smear Clear* por um minuto seguido de 5 mL de NaOCl 1%; e) 5 mL de *Smear Clear* ativado por ultrassom durante um minuto seguido de 5 mL de NaOCl 1%. O *Smear Clear* é uma solução de EDTA 17% que contém um agente redutor da tensão superficial. Baseados nos resultados obtidos após análise em MEV, pôde-se concluir que a irrigação com EDTA 17% associada à vibrações ultrassônicas seguida de irrigação final com NaOCl foi a mais eficiente na promoção da limpeza, tornando as paredes intrarradiculares instrumentadas livres de *smear layer*.

Segundo Weston et al. (2007), um meio de reverter a força de união dos cimentos resinosos às paredes dentinárias quando utilizado o NaOCl como irrigante intracanal, seria o emprego de solução de ascorbato de sódio. Buscando confirmar esta possibilidade, propuseram-se a avaliar o efeito do tempo e da concentração do ascorbato na restituição da capacidade adesiva. Utilizaram 30 dentes humanos unirradiculares que foram instrumentados e irrigados por uma das seguintes soluções: grupo 1 (controle) - NaOCl 0,9% e enxágue com água; grupo 2 - NaOCl 5,25% e enxágue com água; grupo 3 - NaOCl 5,25%, enxágue com água e subsequente irrigação com ascorbato de sódio 10% por 10 minutos seguida de novo enxágue com água; grupo 4 - NaOCl 5,25%, enxágue com água e subsequente

irrigação com ascorbato de sódio 10% por três minutos seguida de novo enxágue com água; grupo 5 - NaOCl 5,25%, enxágue com água e subsequente irrigação com ascorbato de sódio 10% por um minuto seguida de novo enxágue com água; grupo 6 - NaOCl 5,25%, enxágue com água e subsequente irrigação com ascorbato de sódio 20% por um minuto seguida de novo enxágue com água. Todas as raízes foram preenchidas com resina autopolimerizável C&B Metabond. Após armazenamento em água por 24 horas foram seccionadas em seis lâminas de 1 mm de espessura e submetidas ao teste de resistência a tração até que ocorresse falha. Os resultados demonstraram que a irrigação com NaOCl 5,25% reduziu significativamente a adesão entre resina e dentina, porém isto pôde ser revertido pelo tratamento com ascorbato de sódio 10% por um minuto. Não houve diferença significativa com relação ao tempo ou concentração do ascorbato.

Fundamentados na afirmação de que as propriedades mecânicas da dentina devem-se em grande parte ao colágeno tipo I, componente essencial da matéria orgânica, a qual constitui aproximadamente 22% da dentina, Mareending et al. (2007) propuseram-se a investigar alterações mecânicas, químicas e estruturais da dentina radicular de humanos a partir de exposições em NaOCl em concentrações ascendentes. Foram realizados testes de flexão em três pontos em barras de dentina padronizadas provenientes de terceiros molares íntegros, a fim de avaliar sua força flexural e módulo de elasticidade após imersão em água (controle), NaOCl 1%, NaOCl 5% ou NaOCl 9% a 37° C por um hora. Espécimes adicionais de dentina foram submetidos à análise microelemental para estudo do conteúdo orgânico, microscopia de luz seguida de evidenciação por corante e MEV. A imersão em NaOCl 1% não casou redução no módulo de elasticidade ou dos valores de força flexural quando comparado à água, enquanto que a imersão em NaOCl 5% e 9%

reduziu os valores pela metade. Tanto carbono como nitrogênio foram significativamente reduzidos nos espécimes tratados com NaOCl 5% e 9%. A partir da análise microscópica, observou-se que a deteriorização da matriz está diretamente relacionada com a concentração do NaOCl. Em qualquer concentração testada, o NaOCl deixou os componentes dentinários inorgânicos intactos.

Em estudo posterior sobre o impacto da irrigação intracanal nas propriedades mecânicas da dentina radicular, Mareending et al. (2007) recomendaram a irrigação com NaOCl durante a instrumentação endodôntica, seguida de irrigação com um quelante (p.ex. EDTA), e irrigação final com NaOCl como a melhor maneira de eliminar debris orgânicos e a *smear layer* do sistema de canais radiculares. Contudo, tanto o NaOCl quanto o EDTA enfraquecem a dentina em função da dissolução de seus componentes orgânico e inorgânicos, respectivamente. Visando delinear diretrizes para que estes agentes químicos sejam capazes de promover limpeza sem produzir efeitos desfavoráveis ao dente, fragmentos de dentina foram expostos à diferentes sequências das duas soluções em tempos e volumes constantes (NaOCl 2,5% por 24 minutos e EDTA 17% por três minutos). Além disso, foram criados grupos controles tratados apenas com NaOCl 2,5% por 24 minutos intercalado por água, EDTA 17% por três minutos intercalado por água ou apenas água. Após testes de flexão em três pontos, os módulos de elasticidade e valores de força flexural foram comparados entre os grupos. A exposição ao NaOCl 2,5% por 24 minutos causou significativa queda na força flexural comparado aos grupos controle com água ou EDTA 17%, enquanto que o módulo de elasticidade permaneceu inalterado. Por outro lado, a curta exposição ao EDTA% não afetou as propriedades mecânicas da dentina, independente da sequência em que a solução foi utilizada.

Bansal & Tewari (2008) avaliaram a penetração do corante azul de metileno associada a vários adesivos dentinários em conjunção com diferentes soluções irrigadoras quando utilizados na câmara pulpar de 116 molares inferiores. NaOCl 5,25%, clorexidina 0,2%, povidine iodado 5% e NaOCl 5,25% seguido de ascorbato de sódio foram os irrigantes testados, seguidos da aplicação dos sistemas adesivos Prime & Bond NT (*total-etch*) ou Xeno III (*self-etch*) à câmara pulpar previamente à restaurações com compósito Surefil. Foi estabelecido um grupo controle onde os espécimes não receberam nenhum tratamento desinfetante antes dos procedimentos adesivos. Após imersão de dez dentes de cada grupo em azul de metileno e avaliação da penetração do corante com relação à frestas interfaciais, extensa infiltração foi observada tanto para o grupo controle quanto para o grupo pré-tratado com NaOCl 5,25% com ambos os sistemas adesivos. Os pré-tratamentos com clorexidina e povidine iodado resultaram em significativo decréscimo de infiltração de corante quando utilizado o adesivo Xeno III em comparação com o sistema Prime & Bond NT. O NaOCl seguido da aplicação de ascorbato de sódio reduziu a microinfiltração e melhorou a adaptação marginal com ambos os sistemas adesivos.

### 3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, *in vitro*, a influência de três diferentes concentrações de hipoclorito de sódio (1%, 2,5%, 5,25%) e da clorexidina gel 2% associada ao soro fisiológico como soluções irrigadoras intracanaais, na resistência à tração de pinos de fibra de vidro fixados à dentina radicular com o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond e o cimento resinoso RelyX ARC.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Lista de materiais e equipamentos

- 50 dentes incisivos inferiores bovinos extraídos;
- álcool 70% (CINORD SUL Ind. e Com. Ltda., SP);
- ácido fosfórico a 37% (FGM Dentscare Ltda., SC);
- anel de PVC (Tigre S/A-Brasil);
- agulha hipodérmica 0,55 x 20 (Becton Dickinson Ind. Cirurg. Ltda., PR);
- aparelho de ultrassom Jet Sonic (Gnatos Produtos Médicos Odontológicos Ltda., RJ);
- aplicador Microbrush (KG Sorensen Ind. e Com. Ltda., SP);
- base perfurada;
- bloco de papel impermeável;
- bomba a vácuo (Dabi Atlante Ltda., SP);
- brocas de Gates-Glidden #4 e 5 (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- brocas de Largo #5 (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- caixa de revelação radiográfica (VH-Brasil);
- caneta para retroprojeter;
- cera nº 7 (Wilson Polidental Ind. e Com. Ltda., SP);
- cera utilidade (Wilson Polidental Ind. e Com. Ltda., SP);
- cimento obturador AH Plus (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);

- cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE);
- condensador vertical automatizado do System B - ML (Sybron Endo-EUA);
- cones de guta-percha não standardizados M (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- contra-ângulo e micromotor (Dabi Atlante Ltda., SP);
- curetas Periodontais (Duflex-SS White Artigos dentários Ltda. RJ);
- delineador (Bio Art Ltda., Brasil);
- digluconato de clorexidina 2,0% (Essencial Pharma - Itapetininga, SP);
- disco diamantado dupla face Superflex 22 mm (KG Sorensen);
- EDTA-T 17% (Fórmula & Ação Lab. Farm. Ltda., SP);
- equipamento Touch'n Heat (Sybron Endo, EUA);
- escova de Robson (KG Sorensen);
- espátula 24 (Duflex - SS White Artigos Dentários Ltda., RJ);
- espiral Lentulo #60 (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- esquadro;
- fios de aço inoxidável 0,8 (Dental Morelli Ltda., SP);
- fotopolimerizador (Gnatus Produtos Médicos Odontológicos Ltda., RJ);
- hipoclorito de sódio 1,0% (Siafarma-Campinas, SP);
- hipoclorito de sódio 2,5% (Siafarma-Campinas, SP);
- hipoclorito de sódio 5,25% (Siafarma-Campinas, SP);
- inserto ultrassônico TU-12 (Trinity Ind. e Com. Ltda, SP);



- intermediário metálico (Konem Ind. Brasileira);
- jogo de condensadores tipo Paiva (Duflex - SS White Artigos Dentários Ltda., RJ);
- lâminas de bisturi (LAMEDID Comercial e Serviços Ltda., SP);
- lamparina a álcool (Jon Produtos Odontológicos Ltda., SP);
- limas endodônticas tipo K #15 e #20 (Maillefer-Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- limas endodônticas tipo K 1ª e 2ª séries (Maillefer-Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- mandril;
- máquina universal de ensaios (EMIC - modelo DL 2000, SP);
- pedra pomes (SS White Artigos Dentários Ltda., RJ);
- películas radiográficas (Kodac Brasileira Com. e Ind. Ltda., SP);
- pinça clínica (Duflex - SS White Artigos Dentários Ltda., RJ);
- pinos de fibra de vidro - Reforpost RX Radiopaco #3 1,3 mm (Angelus- Ind. de Produtos Odontológicos Ltda., PR);
- pontas de aspiração Capillary Tips (Ultradent Products, EUA)
- pontas de papel absorvente #60 (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- régua endodôntica (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- régua endodôntica calibradora (Dentsply Ind. e Com. Ltda., RJ);
- resina acrílica JET (Campo Limpo Paulista, SP);
- resina composta Filtek Z250 (3M do Brasil Ltda., Produtos Dentários, SP);

- seringa descartável 5 ml (Injex Ind. Cirúrgicas Ltda., SP);
- silano Clearfil Porcelain Bond Activator (Kuraray Medical INC., Japão);
- sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray Medical INC., Japão);
- sistema adesivo Single Bond 2 (3M ESPE);
- solução fisiológica de cloreto de sódio 0.9% (Becker Produtos Fármaco Hospitalares Ltda., SP);
- solução fixadora (Kodac Brasileira Com.e Ind. Ltda., SP);
- solução reveladora (Kodac Brasileira Com. E Ind. Ltda., SP);
- timol 0,1% (Medicamenta Farmácia de Manipulação, SP);
- tubos plásticos de anestésico.

#### **4.2 Delineamento experimental**

Os fatores em estudo foram as soluções irrigadoras em cinco níveis: soro fisiológico (controle), NaOCl nas concentrações de 1%, 2,5%, 5,25% e clorexidina gel 2% associada ao soro fisiológico. Foram utilizadas cinquenta raízes bovinas como unidades experimentais, nas quais foram cimentados pinos intrarradiculares de fibra de vidro e a variável de resposta foi a resistência à tração em um delineamento inteiramente casualizado, medida em Quilograma-força (kgf).

#### **4.3 Seleção e preparo dos dentes**

Para este estudo, foram selecionados cinquenta incisivos inferiores bovinos recém extraídos, com raízes retas, ápices completos, forma e tamanho

semelhantes e diâmetro das embocaduras dos canais com aproximadamente 1,0 mm, mantidos em solução de Timol a 0,1% por um período máximo de quatro meses.

Uma semana antes dos ensaios, os dentes foram raspados com lâminas de bisturi, alisados com curetas periodontais e submetidos a uma profilaxia, utilizando escova de Robson com pasta de pedra pomes e água. Após a limpeza, foi realizada a secção dos dentes com disco diamantado dupla face acoplado a peça reta e a micromotor, refrigerados com spray ar/água. O comprimento das raízes foi padronizado em 15 mm com o auxílio de uma régua (figura 1).

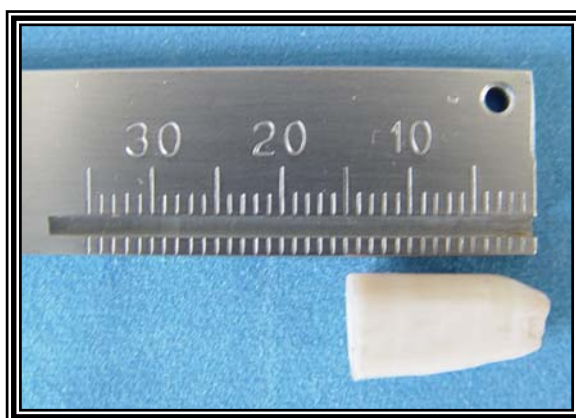


Figura 1 - Padronização do comprimento radicular com régua.

Para a instrumentação, foi determinada a odontometria visual antes do embutimento das raízes. Uma lima tipo K #15 ou #20 foi introduzida em cada canal até que fosse visualizado o forame apical. O comprimento de trabalho foi determinado a 1 mm aquém do forame apical. A seguir, as raízes foram identificadas com algarismos arábicos através de um marcador para retroprojctor.

#### 4.4 Embutimento das raízes

Para tal procedimento, foi acrescentada no terço apical das mesmas, uma porção de aproximadamente 3 mm de espessura de resina composta Filtek Z250 para proporcionar maior retenção à raiz no bloco de resina acrílica durante o ensaio de tração. Previamente à inserção da resina, foi realizado condicionamento ácido e aplicação de uma camada do adesivo Single Bond 2 à superfície radicular.

As raízes foram fixadas a um delineador por meio de uma broca Gates-Glidden, que penetrou na embocadura do canal. Após a fixação, a mesa móvel (platina) foi posicionada perpendicularmente ao longo eixo do dente, utilizando-se um esquadro. Sobre a platina foi adaptada uma base de gesso medindo 5,5 cm X 5,0 cm X 1,0 cm, contendo um anel central de PVC com 20 mm de diâmetro por 30 mm de altura. Sobre este conjunto foi posicionada uma película radiográfica com perfuração central, medindo 5 mm de diâmetro. Com a haste vertical móvel do delineador, a raiz do dente foi posicionada dentro desta última perfuração, de modo que uma marca feita previamente sobre a raiz (2 mm abaixo da parte coronária) coincidissem com a película radiográfica (figura 2), onde o dente foi fixado por meio de cera utilidade.

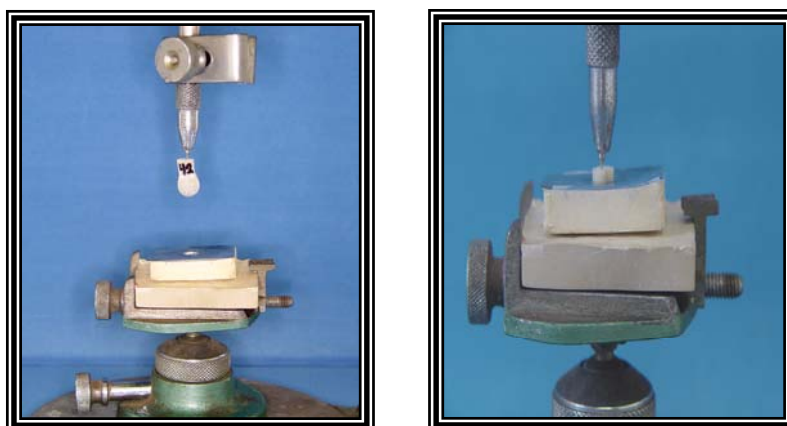


Figura 2 - Posicionamento da raiz no delineador.

O conjunto raiz/película foi removido do delineador e posicionado sobre uma base perfurada com o ápice radicular voltado para cima (figura 3). Um anel de PVC com 20 mm de diâmetro e 20 mm de altura foi posicionado ao redor da raiz de modo que a mesma ficasse centralizada. As margens do anel foram vedadas com cera nº 7 aquecida para evitar o escoamento do material de inclusão (figura 4). Em seguida, resina acrílica de rápida polimerização foi vertida no interior do anel de PVC até seu total preenchimento (figura 5). Para prevenir o super aquecimento decorrente do calor gerado pela reação exotérmica da resina acrílica, os blocos de inclusão foram submersos em água por cinco minutos posteriormente à fase inicial da polimerização da resina. Após a total polimerização, o anel e a película radiográfica foram removidos por meio de uma lâmina de bisturi para que as raízes recebessem o tratamento endodôntico. Este procedimento foi baseado em metodologia descrita por Bueno (2005).

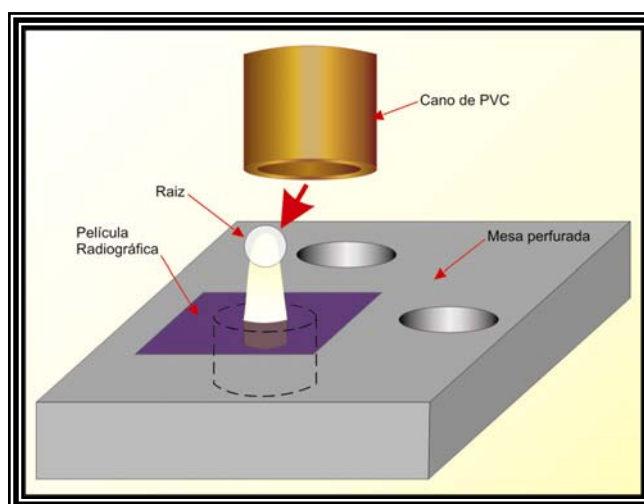


Figura 3 - Posicionamento da raiz sobre a base perfurada.

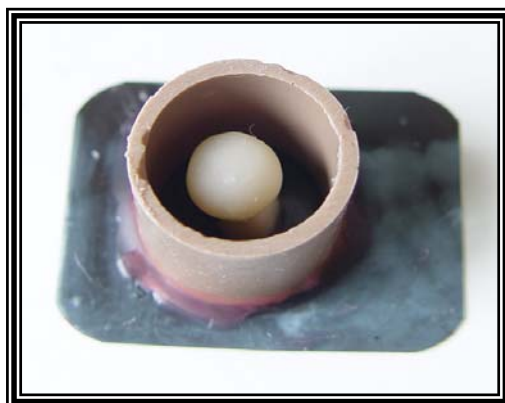


Figura 4 - Posicionamento do anel de PVC ao redor da raiz e vedamento das margens.



Figura 5 - Inclusão das raízes em resina acrílica.

#### 4.5 Tratamento endodôntico

A instrumentação foi realizada seguindo os princípios da técnica *step-back* modificada (Mullaney, 1979) por meio de limas manuais tipo Kerr com matriz apical estabelecida no diâmetro correspondente à lima # 60 e recuo programado a cada 1 mm com instrumentos #70 e 80 (figura 6). A seguir, foram utilizadas brocas Gates-Glidden #5 e 4 para promover o alargamento cervical dos canais.

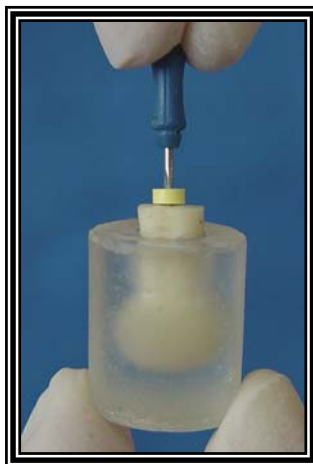


Figura 6 - Instrumentação com limas manuais.

#### 4.6 Grupos experimentais

As cinquenta raízes foram aleatoriamente distribuídas, através de sorteio, em cinco grupos com dez espécimes cada. Durante a limpeza e modelagem dos canais radiculares, foi feita irrigação a cada troca de instrumento de acordo com o seguinte protocolo:

- a) grupo I: Controle – os canais foram irrigados com soro fisiológico num total de 20 mL de solução por unidade experimental;
- b) grupo II - os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 1% num total de 20 mL de solução por unidade experimental (figura 7);
- c) grupo III – os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% num total de 20 mL de solução por unidade experimental (figura 7);
- d) grupo IV – os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% num total de 20 mL de solução por unidade experimental (figura 7);
- e) grupo V – os canais foram irrigados com clorexidina gel a 2% intercalada com irrigação de soro fisiológico, num total de 5 mL de clorexidina e 20 mL de soro fisiológico por unidade experimental (figura 8).



Figura 7 - NaOCl 1%, 2,5% e 5,25%.



Figura 8 - Clorexidina gel 2% e soro fisiológico.

Concluída a instrumentação, todos os grupos foram irrigados com EDTA-T líquido a 17% por três minutos associado à vibrações ultrassônicas com inserto TU-12 numa frequência de 28.000 Hz (figuras 9 e 10), num total de 5 mL de solução por unidade experimental, procedendo-se a irrigação final com 5 mL da solução irrigadora de seu respectivo grupo, exceção feita ao grupo V, o qual recebeu irrigação final de 1 mL de clorexidina e 5 mL de soro fisiológico após a irrigação com o EDTA-T 17%.



Figura 9 – EDTA-T 17%.

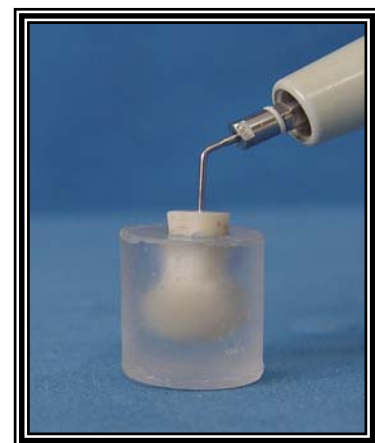


Figura 10 - Procedimento de irrigação associado à vibrações ultrassônicas.



A seguir, os canais foram secos com uma cânula metálica e pontas *capillary tips* acopladas a um suctor de alta potência e com cones de papel absorvente #60 (figura 11).

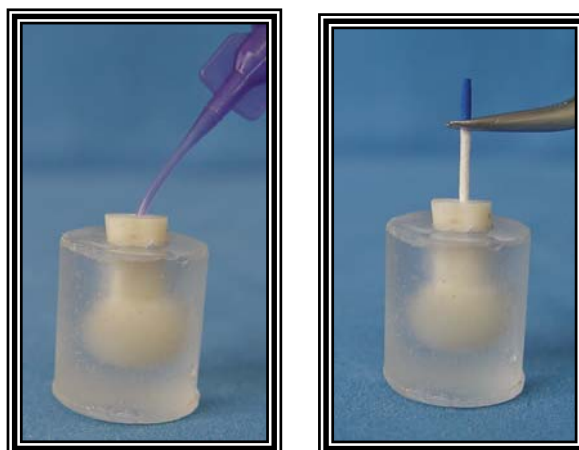


Figura 11 - Secagem dos canais com capillary tip e cone de papel.

#### 4.7 Técnica de obturação

Os canais foram obturados pela técnica de Onda Contínua de Condensação (Buchanan, 1994) que segue os princípios da técnica de Schilder (1967), por meio do equipamento *Touch'n Heat*. Para esta finalidade, foram selecionados cones *medium* não estandardizados cujas pontas foram calibradas a #60 a fim de que se ajustassem ao comprimento de trabalho para cada dente, procedendo-se a seguir a obturação propriamente. Condensadores metálicos automatizados ML, adaptados a 5 mm do comprimento de trabalho foram acionados no intuito de promover o aquecimento e corte simultâneo da guta-percha (figura 12). Em seguida, foi realizada a condensação vertical da massa obturadora com condensadores tipo Paiva que melhor se adaptassem ao canal radicular. O cimento AH Plus foi eleito para compor a interface entre a massa de guta-percha e a parede do canal, o qual foi manipulado segundo as recomendações especificadas pelo

fabricante. Para este fim, foi utilizada uma espátula flexível n° 24 (figura 13).



Figura 12 - Técnica termo-plástica.



Figura 13 - Cimento AH Plus de obturação.

#### 4.8 Preparo intrarradicular e seleção dos pinos

Imediatamente após o tratamento endodôntico foi removido, caso necessário, o excedente do material obturador até obter-se um preparo intrarradicular correspondente a 9 mm. Foi utilizada para este procedimento uma broca Largo n° 5 em baixa rotação controlada por cursor, a qual também promoveu o refinamento do preparo para receber a seguir os pinos de fibra de vidro (figura 14). Conforme preconiza o fabricante, o pino Reforpost n° 3 foi selecionado por ser compatível com o espaço confeccionado pela broca de Largo n° 5 (figura 15). Os canais foram irrigados com 1,0 mL de EDTA-T 17% por um minuto a fim de remover debris e resíduos do cimento obturador e subsequentemente lavados com soro fisiológico e secos com pontas de papel absorvente. Antes da cimentação, foi feita confirmação radiográfica da adaptação dos pinos.



Figura 14 - Refinamento do preparo com broca de Largo nº 5.

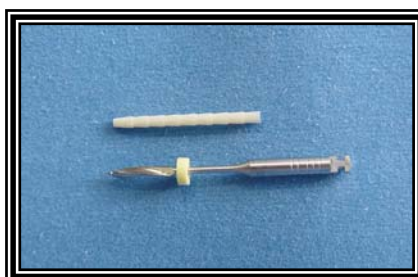


Figura 15 - Pino de fibra de vidro nº 3 e broca de Largo nº 5.

#### 4.9 Cimentação dos pinos

Previamente à cimentação, os pinos foram imersos em álcool 70% por um minuto para remoção de resíduos e oleosidades, receberam condicionamento de ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e foram submetidos ao processo de silanização utilizando Clearfil Porcelain Bond Activator e Clearfil SE Primer (figura 16), conforme preconizado pelo fabricante: foram misturadas em recipiente apropriado, uma gota do Clearfil SE Primer e uma gota do Clearfil Porcelain Bond Activator e aplicadas imediatamente aos pinos com um pincel. Após um minuto, foi realizada a secagem dos pinos com leve jato de ar e procedeu-se à cimentação.



Figura 16 - Clearfil Porcelain Bond Ativador e Clearfil SE Primer.

O sistema adesivo autocondicionante em duas etapas Clearfil SE Bond foi aplicado aos preparos intrarradiculares (figura 17). Inicialmente, uma gota do Clearfil SE Primer foi dispensado em um recipiente apropriado e, com auxílio de um microbrush, foi levado ao espaço protético e espalhado por 20 segundos, seguido da introdução de uma ponta de papel absorvente para remoção do excesso. A seguir, foi feita a aplicação do Clearfil SE Bond com novo pincel. Novamente aplicou-se uma ponta de papel absorvente para remoção do excesso de adesivo com subsequente fotopolimerização da cavidade por 60 segundos, com aparelho de luz halógena calibrado em potência de 400 miliwatts (mw).



Figura 17 - Sistema adesivo Clearfil SE Bond e microbrushes.

Foi utilizado o cimento resinoso RelyX ARC (figura 18) para compor a interface pino/dentina radicular e a espatulação foi efetuada de acordo com as recomendações do fabricante: após a homogeneização da pasta base com a catalisadora sobre um bloco de papel impermeável nas mesmas proporções, o cimento foi introduzido no interior do canal radicular com auxílio de espiral Lentulo #60 (figura 19). Imediatamente após o preenchimento dos canais, os pinos foram posicionados, os excessos removidos com pincel do tipo microbrush e feita a fotopolimerização por 40 segundos nas faces vestibular e lingual das raízes (figura 20).



Figura 18 - Cimento RelyX ARC.



Figura 19 - Introdução do cimento no interior do canal com espiral de Lentulo.

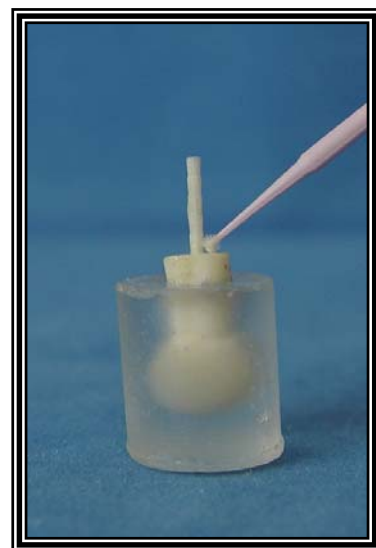


Figura 20 - Posicionamento do pino e remoção dos excessos com microbrush.

As amostras foram armazenadas em ambiente úmido a 37°C por sete dias antes de iniciar-se o tracionamento dos pinos.

#### **4.10 Ensaio de resistência à tração**

Para a realização do ensaio de resistência à tração, foi confeccionado sobre a porção coronária do pino um cilindro com resina acrílica, contendo uma alça metálica na parte superior. Para a confecção desses cilindros foram utilizados tubos plásticos de anestésico com 1,5 cm de comprimento, os quais foram fixados à películas radiográficas com cera rosa nº 7. Essas películas continham uma perfuração central que permitiu a penetração da parte coronária do pino cimentado. Dentro de cada cilindro plástico foi vertida a resina acrílica e na sua porção superior foi posicionada uma alça de fio ortodôntico de aço inoxidável 0,8 (figura 21). Após a polimerização da resina, o corpo de prova foi posicionado na Máquina de Ensaio Universal - EMIC - modelo DL 2000 para que fosse aplicado o carregamento axial de tração na velocidade 0,5 mm/min. Para isso, o cilindro de resina acrílica, onde estava fixada a raiz, foi preso à base da máquina e a alça metálica fixada numa célula de carga de 200 kgf através das presilhas da mesma (figuras 22 e 23). No momento em que cada pino se soltou, o funcionamento da máquina foi automaticamente interrompido e os valores em Quilograma-força (kgf) foram identificados através de um visor e tabulados conforme planilha de coleta de dados (em anexo), sendo submetidos à análise estatística.



Figura 21 - Confeção do cilindro de resina acrílica e alça metálica sobre a porção coronária do pino.



Figura 22 - Posicionamento do corpo de prova na Máquina de Ensaios Universal.

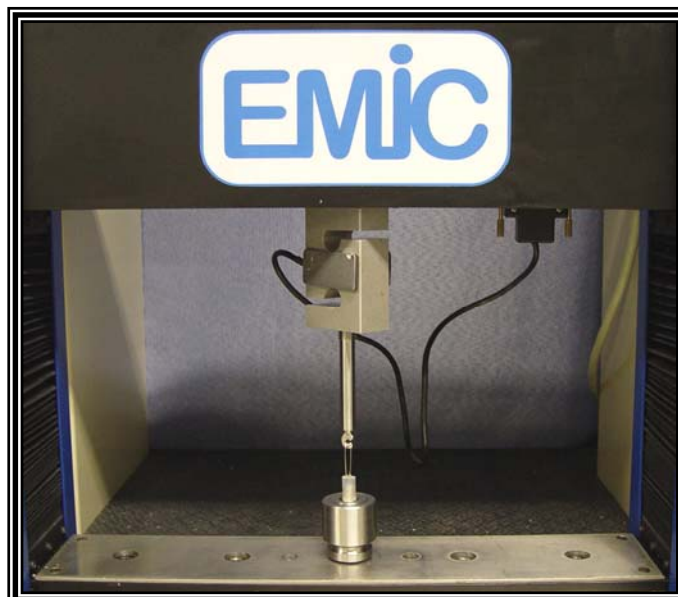


Figura 23 - Máquina de Ensaios Universal - EMIC - modelo DL 2000.

#### **4.11 Análise estatística**

Em vista dos objetivos do presente estudo, foi adotado um modelo de análise de variância com um fator (“One-way ANOVA”) como técnica principal.

Preliminarmente à esta análise, aplicou-se um estudo de transformação de dados para buscar uma maior adequação do modelo de dados. Foram consideradas associações estatisticamente significantes aquelas que apresentaram valores de p (probabilidade de erro tipo I) iguais ou menores do que 5% (0,05).



## 5 RESULTADOS

O resultado da análise de variância está apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância dos dados de resistência à tração (RT) transformada para a função logaritmo, conforme estudo de suposição e modelo adequado para experimento inteiramente casualizado com um fator (One-way anova).

Causa de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor F	Valor-p
Solução irrigadora	4	0,04482185	0,01120546	0,46	0,7611
Resíduo	45	1,08476834	0,02410596		
Total corrigido	49	1,12959019			

R-Quadrado	CV
0.039680	11.04373

A tabela de análise de variância não deu indícios ( $p > 0,70$ ) da existência de diferenças entre as médias verdadeiras de resistência à tração nos diferentes níveis do fator solução irrigadora.

Pôde-se notar que as variações da medida avaliada foram muito mais decorrentes de variações não contempladas no modelo (acaso) que em função do que foi controlado na pesquisa (soluções irrigadoras).

O valor do coeficiente de determinação (0,039680) revelou que aproximadamente 4% da variação teve causa controlada. O coeficiente de variação, por sua vez, revelou um valor de 11,04%, um valor aceitável e que não demonstra haver uma grande variação dos dados quando considerada a magnitude da média.

Em vista do exposto, são apresentadas estatísticas.

A tabela 2 apresenta a média, o desvio padrão e os limites de confiança da média da resistência à tração observadas nas diferentes soluções irrigadoras testadas.

Tabela 2 - Média, desvio padrão e limites de confiança da média (95%) da resistência à tração (RT) em kgf observadas nas diferentes soluções irrigadoras testadas.

Solução		Limites do intervalo de confiança (95%)		
irrigadora	Média	Desvio padrão	superior	inferior
I	24.661	9.776	31.655	17.667
II	28.537	11.704	36.910	20.164
III	27.537	9.681	34.462	20.612
IV	25.572	8.801	31.868	19.276
V	28.831	9.389	35.548	22.114

Observou-se que as médias diferiram muito pouco entre si, variando de um máximo de 28,831 até um mínimo de 24,661. Quando comparadas à luz do desvio padrão, ainda revelaram pequena diferença, já que o desvio padrão apresentou um mínimo de 8,801 que foi, praticamente, o dobro da diferença observada entre a maior e a menor média.

Uma comparação mais consistente, todavia, pôde ser feita com os intervalos de confiança que indicaram em que faixa estariam as médias, em 95% das possíveis repetições deste experimento. O gráfico 1 ilustra a comparação de médias através do limite de confiança.

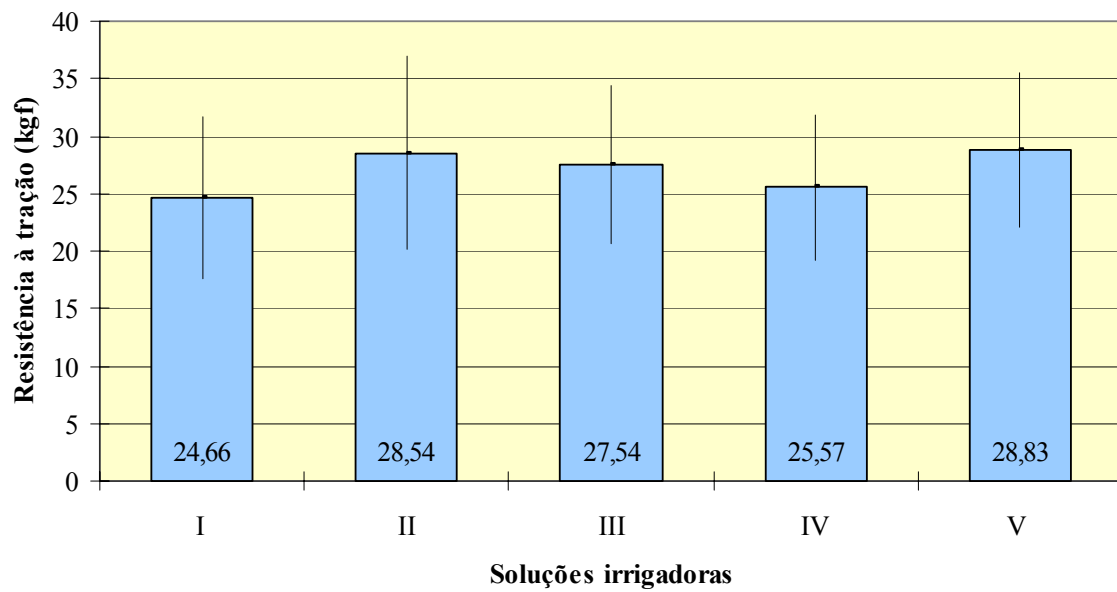


Gráfico 1 - Médias e intervalos de confiança da média (95%) dos níveis de resistência à tração (kgf) observadas nos diferentes níveis do fator soluções irrigadoras.

Pôde ser observado que houve grande sobreposição dos intervalos de confiança, o que corrobora as conclusões obtidas a partir do teste estatístico aplicado, o da inexistência de indícios de diferenças entre as médias verdadeiras de resistência à tração nos diferentes tratamentos.

## 6 DISCUSSÃO

A correlação da restauração coronária com o sucesso endodôntico têm sido cada vez mais sustentada por diversos estudos (Saunders, Saunders, 1994; Ray, Trope, 1995; Tronstad et al., 2000; Heling et al., 2002) considerando sua importância na prevenção da recontaminação do sistema de canais radiculares. Sabe-se que uma restauração frágil ou a ausência da mesma possibilita que bactérias repopulem a porção coronária do dente e que pequenas partículas de endotoxinas ou outros produtos bacterianos sejam conduzidos em direção à porção apical estimulando a resposta inflamatória e, por conseguinte, a infecção endodôntica (Ray, Trope, 1995).

A restauração final de dentes tratados endodonticamente pode requerer um retentor intrarradicular como consequência das extensas perdas estruturais que envolvem tais elementos, sejam elas decorrentes de cáries, traumas ou restaurações pregressas (Perdigão et al., 2007). Considerando que um dos maiores objetivos da dentística restauradora é a reconstrução dos elementos dentais com materiais que possuam propriedades físicas similares às da dentina (Akkayan, Gülmez, 2002), pinos de fibra foram introduzidos como alternativa frente aos núcleos metálicos fundidos. Seu módulo de elasticidade é descrito como sendo similar ao da dentina, o que reduz o risco de fratura radicular (Fredrikson et al., 1998). Forças que incidem sobre dentes restaurados com pinos de fibra são aparentemente absorvidas por eles e não transferidas em sua totalidade para a vulnerável estrutura radicular (Perdigão et al., 2007). Apesar dos pinos de fibra de carbono terem sido os precursores e apresentarem características mecânicas similares aos demais, sob o ponto de vista estético podem apresentar algumas limitações (Galhano et al., 2005).

Em vista do exposto, para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se pela utilização dos pinos de fibra de vidro no intuito de obter um reflexo mais próximo da atual realidade na clínica odontológica, a qual preocupa-se em conjugar a reabilitação funcional com a restituição estética. Os pinos selecionados continham um filamento de aço ao longo de seu comprimento para verificar radiograficamente sua posição e comprimento no interior do canal.

Alguns trabalhos avaliam a união de agentes adesivos à superfície radicular ao longo do espaço preparado para retentores intrarradiculares, sem utilizá-los (Ari et al., 2003; Erdemir et al., 2004; Weston et al., 2007), enquanto que outros optam pela sua instalação (Vichi et al., 2002; Goracci et al., 2005; Mallmann et al., 2005; Silva et al., 2007; Hayashi et al., 2008; Naumann et al., 2008). Nesta pesquisa, os pinos foram cimentados no interior do canal radicular, o que permitiu a reprodução da contração de polimerização no referido espaço, considerando sua relevância durante procedimentos clínicos.

Dentes bovinos foram utilizados como substitutos de dentes humanos, os quais têm se tornado cada vez mais difíceis de serem obtidos devido ao constante progresso dos tratamentos odontológicos conservadores, estando esta substituição fundamentada na similaridade morfológica e histológica de ambos (Nakamichi et al., 1983). Como forma de standardização foram selecionados dentes com tamanho e forma semelhantes e medida do diâmetro das embocaduras dos canais aproximada de 1,0 mm anteriormente ao preparo químico-mecânico.

A solução de timol foi utilizada para armazenar os dentes até o momento do experimento, tendo em vista sua ação antifúngica (Al-Ominiri, Al-Wahadni, 2006). Conforme constatação de Marending et al. (2007) em pesquisa de alteração das propriedades mecânicas da dentina frente à diferentes sequências de soluções

irrigadoras, a conservação de dentes em timol 0,1% por um ano, não influenciou o resultado das variáveis sob investigação, quando comparado à utilização de dentes recém extraídos utilizados no experimento piloto.

A inclusão prévia das raízes em resina acrílica permitiu melhor manipulação durante todos procedimentos realizados. No entanto, para prevenir o super aquecimento decorrente do calor gerado pela reação exotérmica da resina acrílica, os espécimes foram submersos em água por cinco minutos durante a polimerização da resina, conforme metodologia de Naumann et al. (2008).

Com a finalidade de otimizar as propriedades adesivas relacionadas à retenção química e micromecânica entre pino e componentes resinosos, após a remoção de resíduos com ácido fosfórico, os pinos de fibra de vidro foram submetidos ao tratamento superficial com silano antes da cimentação propriamente. O papel da silanização é controverso na literatura, enquanto o recente trabalho de Wrbas et al. (2007) demonstrou que este pré-tratamento não apresenta relevância clínica, outros trabalhos relataram o efeito positivo do silano (Sahafi et al., 2003; Goracci et al., 2005; D'Arcangelo et al., 2007). A opção pelo uso do silano levou em consideração a recomendação deste agente pelos fabricantes de pinos de fibra de vidro.

Desde a introdução de pinos de fibra pré-fabricados, contínuos esforços têm sido feitos para melhorar o potencial de união dos sistemas adesivos atuais no interior do canal radicular, haja vista que a dentina radicular oferece condições mais desfavoráveis para a adesão que sua porção coronária ou que o esmalte. Considerando relatos de estudos clínicos de que falhas em pinos de fibra ocorrem principalmente na interface cimento/dentina (Fredriksson et al., 1998; Baldissara et al., 2006), para obter maior índice de sucesso clínico, as causas do enfraquecimento

da adesividade devem ser investigadas cuidadosamente (Baldissara et al., 2006).

A maioria dos sistemas adesivos necessita de uma superfície dentinária úmida para difundir-se, portanto, se a dentina condicionada for excessivamente desidratada, a matriz colágena irá colapsar e impedir a efetiva infiltração do primer. Conseqüentemente, haverá baixa força de união e microinfiltração excessiva (Perdigão et al., 1999). Segundo Tay et al. (1996), a água é crucial durante a fase inicial da infiltração intertubular na manutenção da integridade estrutural das fibras colágenas desmineralizadas, como também na manutenção dos espaços interfibrilares abertos para que a resina possa penetrar através deles. Entretanto, a umidade excessiva irá obstruir parcialmente os túbulos dentinários, acarretando a formação de bolhas e glóbulos de resina ao longo da superfície da camada híbrida. Preocupando-se com esta questão, neste experimento os canais foram secos com cones de papel absorvente sem o uso de seringa de ar anteriormente à aplicação do primer ácido.

No intuito de simplificar os métodos, sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos foram desenvolvidos de forma que um monômero ácido promove a desmineralização da *smear layer* e dentina subjacente, resultando em um condicionamento ameno (Nikaido et al., 1999). O emprego destes sistemas na restauração de dentes tratados endodonticamente seria uma forma de atenuar a influência adversa de irrigantes químicos. De acordo com Nikaido et al. (1999), sistemas que utilizam condicionamento ácido separadamente do agente adesivo, removem completamente a *smear layer* e a dentina subjacente também é conseqüentemente desmineralizada. Os túbulos dentinários são, portanto, amplamente abertos, resultando num aumento de permeabilidade. No caso de sistemas autocondicionantes, quando o monômero ácido é aplicado na superfície

dentinária, promove a desmineralização da *smear layer* e da dentina subjacente, proporcionando um condicionamento superficial. Os túbulos dentinários são parcialmente abertos, entretanto, os “*smear plugs*” (tampão de resíduos provenientes da *smear layer*) ainda permanecem sobre a superfície condicionada, o que resulta em uma menor permeabilidade dentinária. Considerando que o acréscimo da permeabilidade resulta em um maior fluxo fluídico por entre os túbulos dentinários, resíduos químicos e seus subprodutos podem adentrar a superfície dentinária mais facilmente quando utilizados sistemas de condicionamento total. Outro fator relevante relacionado à esses sistemas é a possível retenção de ácidos utilizados separadamente no condicionamento da dentina (Naumann et al., 2008).

Segundo Gogos et al. (2007), ao dissolver a *smear layer* e desmineralizar parcialmente a superfície da dentina subjacente, a *smear layer* dissolvida é incorporada ao processo de adesão. A desmineralização superficial da dentina e a infiltração simultânea das fibras colágenas expostas fundem-se ou co-polimerizam com a resina na mesma profundidade da desmineralização. No entanto, afirmações controversas como a de Wrbas et al. (2007) atribuem uma insuficiente hibridização dentinária à sistemas autocondicionantes ao promoverem uma dissolução parcial da dentina subjacente. Por outro lado, segundo Perdigão et al. (1999), a aplicação do primer sem promover secagem com ar, quando da utilização de sistemas adesivos autocondicionantes, não causa colapso das fibras colágenas da superfície dentinária e a qualidade e integridade de colágeno disponível para infiltração de resina deve ser de fundamental importância.

Ao mesmo tempo que esta pesquisa visou avaliar a influência de agentes químicos, buscou também atenuar quaisquer interferências maléficas referentes a questão da adesividade, tais como: retenção de resíduos no canal quando do uso de



condicionamento ácido isolado, desmineralização excessiva da dentina dificultando a completa difusão da resina ao longo de toda espessura da dentina condicionada ou colapso das fibras colágenas por secagem excessiva. Dessa forma, optou-se pela aplicação do sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond fotoativado ao preparo intrarradicular. No entanto, segundo Mallmann et al. (2005), um dos aspectos críticos relacionados à união ao canal radicular é o uso de sistemas adesivos que dependem da fotoativação. O tempo de fotoativação de 60 segundos teve por finalidade minimizar tal adversidade e permitir a propagação da luz halógena a áreas de difícil acesso.

O papel da morfologia intracanal e de suas diferenças em relação à dentina coronária faz com que o processo de adesão seja, em muitas situações, fator limitante para o sucesso da restauração final. O problema da contração de polimerização atinge maiores proporções no espaço intrarradicular devido ao fator de configuração cavitária ou fator “C”. A interação entre o elevado fator “C” no interior do canal radicular e a contração de polimerização dos materiais resinosos resultam em condições desfavoráveis para a cimentação adesiva de pinos endodônticos (Tay et al., 2005). Esta evidência associada à alta complexidade da aplicação das técnicas adesivas no interior do canal radicular podem favorecer a perda de união. Estes fatos podem explicar a grande variabilidade intragrupos observada a partir dos valores de tração necessária para remoção de pinos nesta pesquisa (Anexo B).

As características dos compósitos resinosos também exercem considerável influência sobre a tensão desenvolvida. Materiais fotopolimerizáveis tomam presa em questão de segundos e geralmente possuem as melhores propriedades físicas (Schwartz, 2005). Entretanto, a rápida polimerização não

permite ao material fluir nos estágios iniciais da mesma forma que os compósitos resinosos quimicamente ativados. Teoricamente, a menor capacidade de fluidez promove maior tensão proveniente da contração de polimerização na interface resina/dentina, o que pode ser decisivo para o sucesso dos procedimentos adesivos (Carvalho et al., 1996), podendo acarretar em quebra da aderência na interface enfraquecida. Além disso, em decorrência da relação direta da intensidade da luz com a distância, provavelmente esta se torna reduzida conforme se avança além da câmara pulpar (Schwartz, 2005).

Compósitos resinosos quimicamente ativados são mais porosos devido à incorporação de bolhas de ar durante sua manipulação. Carvalho et al. (1996) salientou o papel da incorporação de ar no alívio da tensão de contração, uma vez que o aumento do volume das bolhas de ar em 5% pode reduzir o nível de tensão em aproximadamente em 50%. Entretanto, deve-se ter em mente o efeito negativo das porosidades nas propriedades mecânicas da resina. Da mesma forma que a presença de oxigênio nos espaços vazios contribui para a redução da tensão, a mesma em contato com o agente de união, pode inibir a polimerização e enfraquecer a camada adesiva, reduzindo a força de união. Além disso, compósitos autopolimerizáveis contêm aminas terciárias no catalizador as quais iniciam a reação de polimerização e possuem pH elevado. Quando estes compósitos são utilizados com sistemas adesivos autocondicionantes, há redução na capacidade adesiva, pois o ácido residual do primer ácido inibe as aminas basais e reduz a quantidade de radicais livres disponíveis para a polimerização dos cimentos quimicamente ativados, resultando numa incompleta polimerização na interface adesivo/material restaurador (Tay et al., 2003).

Visando associar os benefícios oferecidos pelos materiais auto e

fotopolimerizáveis, tais como: estender o tempo de trabalho e capacidade em alcançar alto grau de conversão tanto na presença como na ausência de luz, optou-se pelo cimento resinoso de polimerização dual RelyX ARC, fotoativado por 40 segundos nas faces vestibular e lingual de cada raiz após a inserção do pino. O cimento foi introduzido no interior do canal radicular com auxílio de espiral de Lentulo #60 por ser uma técnica bastante difundida na literatura (Goldman et al., 1984; Vichi et al., 2002; Varela et al., 2003; Mallmann et al., 2005; Muniz, Mathias, 2005; Silva et al., 2005; Bonfante et al., 2007; Silva et al., 2007; Santos Filho, 2008) a qual, segundo Vichi et al. (2002), provavelmente reduza o número de bolhas na interface cimento resinoso/pino de fibra.

Estudos morfológicos relacionados à força adesiva têm demonstrado que a adesividade ao canal radicular além de poder ser influenciada pela variabilidade da dentina intrarradicular (Mannocci et al., 2001; Mallmann et al., 2005; Muniz, Mathias, 2005), pela compatibilidade dos cimentos resinosos com os adesivos dentinários (Tay et al., 2003; Gogos et al., 2007), também pode ser afetada por procedimentos endodônticos realizados previamente à cimentação de pinos (Goldman et al., 1984; Nikaido et al., 1999; Ari et al., 2003; Varela et al., 2003; Erdemir et al., 2004; Ozturk, Özer, 2004; Muniz, Mathias, 2005; Santos et al., 2006; Wachlarowicz et al., 2007). O emprego de soluções irrigadoras representam um complemento essencial ao preparo mecânico, auxiliando na remoção de restos pulpares e na eliminação de bactérias residuais do complexo sistema de canais radiculares (Young et al., 2007). Entretanto, alguns destes agentes podem apresentar efeitos adversos quando relacionados à força de união de compostos resinosos à dentina intrarradicular (Schwartz, 2005).

A interação desfavorável do NaOCl com sistemas adesivos tem sido

relatada por diversos trabalhos (Ari et al., 2003; Erdemir et al., 2004; Ozturk, Özer, 2004; Santos et al., 2006) enquanto outros registram uma melhora na adesão após tratamento com NaOCl (Varela et al., 2003; Muniz, Mathias, 2005; Wachlarowicz et al., 2007). A indubitável importância deste agente irrigante na endodontia, tanto pelo seu amplo espectro antimicrobiano como pelas suas propriedades de solvente tecidual (Schwartz, 2006), elevam-no à posição de uma das principais soluções irrigadoras ao longo de um futuro próximo. Torna-se, portanto, uma questão pertinente à endodontia a elucidação de possíveis efeitos do NaOCl frente à degradação adesiva.

As concentrações comumente utilizadas variam de 1 a 5,25%, porém controvérsias existem a respeito da concentração mais apropriada (Young et al., 2007). Enquanto a atividade bactericida e capacidade de dissolução tecidual melhoram com o aumento da concentração (Okino et al., 2004; Mareending et al., 2007), a toxicidade tecidual e potencial cáustico também crescem (Zenhder, 2006). Segundo Baumgartner & Cuenin (1992), a efetividade de concentrações mais baixas de hipoclorito pode ser otimizada pelo maior volume do irrigante e pela maior frequência na sua substituição. Para realização deste experimento, foram investigadas as concentrações mais citadas na literatura.

Embora o NaOCl sozinho seja capaz de remover a porção orgânica da *smear layer*, ele não se mostra eficaz em sua total remoção (Mareending et al., 2007). Considerando que a efetiva adesividade dentinária requer uma superfície livre de resíduos e remanescentes pulpares (Schwartz, 2006), associou-se à todas as soluções irrigadoras testadas, irrigação subsequente com EDTA-T 17%.

O EDTA é um agente quelante que remove íons cálcio desmineralizando o componente inorgânico da dentina. Segundo Baumgartner & Cuenin (1992) e

Mareending et al. (2007), a maneira mais efetiva de remover a *smear layer* envolve a combinação de NaOCl e EDTA, com irrigação final de NaOCl. Este procedimento deve permitir que o NaOCl penetre no interior dos túbulos dentinários ou em outras áreas confinadas e anteriormente protegidas pela *smear layer* (Baumgartner, Cuenin, 1992), trazendo um benefício adicional em dentes infectados. Contudo, há evidências de que quelantes como o EDTA sejam capazes de interagir quimicamente com o NaOCl e reduzir a quantidade de cloro ativo, inibindo assim a atividade antibacteriana e o potencial de dissolução tecidual do NaOCl (Zehnder, 2006). Recomenda-se, portanto, que a irrigação com NaOCl seja feita durante toda a instrumentação sem o uso concomitante do EDTA e uma vez concluída a modelagem, irrigação com EDTA em toda a extensão do canal radicular para dissolver a *smear layer*.

Segundo Lui et al. (2007), uma sequência de irrigação final com um agente quelante, como o EDTA, associada à vibrações ultrassônicas e seguida de enxágue com NaOCl mostra-se eficiente na promoção da limpeza, tornando as paredes intrarradiculares livres de *smear layer*. O protocolo de irrigação seguido baseou-se nestes princípios, não só para o NaOCl, como também para as demais soluções irrigadoras investigadas. Fundamentado em evidências literárias, o tempo de exposição de três minutos ao EDTA foi seguido por ser considerado suficiente na dissolução de partículas inorgânicas da *smear layer* sem afetar as propriedades mecânicas da dentina (Mareending et al., 2007). O emprego de pontas ultrassônicas não cortantes visou auxiliar o deslocamento de debris das superfícies do canal radicular e permitir uma ação mais direta e eficiente do EDTA nas áreas confinadas do sistema de canais radiculares (Baumgartner et al., 1992).

Além do NaOCl em suas diversas concentrações, a clorexidina gel 2%

também foi avaliada por se tratar de um irrigante com atividade antibacteriana comparável ao primeiro (Ferraz et al., 2001). Situações específicas, tais como pacientes alérgicos ao NaOCl ou dentes com ápices demasiadamente amplos, tornam a clorexidina uma opção viável (Jeansonne, White, 1994). Em estudo de Perdigão et al. (1994), Erdemir et al. (2004) e Santos et al. (2006), não foi constatada redução na adesividade à dentina frente à irrigação com clorexidina. Entretanto, Wachlarowicz et al. (2007) observaram redução significativa da capacidade adesiva em dentes irrigados com clorexidina quando comparados ao NaOCl.

Como medida de padronização, um total de 20 mL foi utilizado para irrigação de cada espécime, exceto para o grupo irrigado com clorexidina 2%, a qual, por apresentar-se sob a forma de gel, foi colocada de forma passiva no canal num volume total de 5mL, associada à um fluxo de irrigação de 20 mL dado pelo soro fisiológico.

O cimento endodôntico AH Plus foi eleito para obturar os canais radiculares neste trabalho. Segundo Muniz & Mathias (2005), cimentos endodônticos a base de resina permitem maior compatibilidade com o sistema adesivo utilizado para a cimentação do pino.

Seguindo o critério de Kvist et al. (1989), com relação a um remanescente aceitável da obturação endodôntica, foi preservado o mínimo de 4 mm da mesma no ato do preparo intrarradicular, sendo que este foi refinado com broca de Largo nº 5 para receber pinos de fibra de vidro nº 3, conforme preconiza o fabricante. Este procedimento permite maior contato do pino com as paredes dentinárias, principalmente no terço apical, tornando possível que a retenção do pino nesta região ocorra tanto pelos procedimentos adesivos como pelo embricamento

mecânico (Muniz, Mathias, 2005).

A efetividade da união entre dentina, cimento resinoso e pino pode ser avaliada por meio de microinfiltração, testes de força adesiva (Schwartz, 2006), como também análise microscópica (Perdigão et al., 1994). Para mensurar a capacidade adesiva, são comumente empregados testes de resistência à tração e testes de cisalhamento (Goracci et al., 2005). A frequente ocorrência de falhas prematuras dos espécimes e a alta variabilidade dos valores são consideradas desvantagens do método de microtração (Wrbas et al., 2007), no entanto, ele permite uma avaliação mais ampla, pois representa valores totais da força adesiva com relação à completa união superficial dos pinos avaliados. O teste de cisalhamento depende do posicionamento do pino de impacto e apenas reflete a força de união de finas fatias do espécime como um todo (Wrbas et al., 2007). Contudo, o pequeno tamanho dos espécimes é a condição para uma distribuição uniforme da tensão desenvolvida pela carga aplicada (Goracci et al., 2005).

Esta pesquisa propôs-se a avaliar tal questão a partir de ensaio de tração em Máquina de Ensaio Universal - EMIC - modelo DL 2000 mediante mensuração da força exigida para romper a adesão entre pino e dentina radicular. Ao cimentar os pinos no interior dos canais, foi simulada uma situação mais próxima e condizente com a clínica. Todos os grupos apresentaram retenção apropriada, posto que os pinos devem apresentar uma capacidade de resistência à tração mínima de 200 N para proporcionar sucesso clínico (Bonfante et al., 2007). A configuração do pino (paralelo com conicidade apical e retenções ao longo de toda extensão) provavelmente contribuiu para os valores alcançados (médias que variaram de 24,66 a 28,83 kgf, as quais correspondem, respectivamente à 241,80 e 282,70 N).

Dos 50 corpos de prova tracionados, cinco apresentaram fratura dos

pinos antes que ocorressem falhas adesivas, situação em que foram registrados valores superiores à 40 kgf. Diante destes resultados, as referidas fraturas foram atribuídas ao fato da força de união ter superado a resistência dos pinos em questão, sendo que dois deles pertenciam ao grupo V e os demais aos grupos IV, III e II.

Os resultados desta pesquisa mostraram que o NaOCl não reduziu a capacidade adesiva quando comparado com os grupos irrigados com clorexidina e soro fisiológico. Esta similaridade na capacidade adesiva registrada pode ser atribuída, ao menos em parte, à sua capacidade em dissolver matéria orgânica. O tecido orgânico remanescente favorece a formação de *smear layer* rica em componentes orgânicos, tornando difícil o condicionamento ácido da dentina, imprescindível aos procedimentos adesivos (Muniz, Mathias, 2005). Além disso, neste trabalho foi realizado preparo intrarradicular pós uso do NaOCl, o que pode ter removido a camada superficial de dentina, minimizando a interferência da dentina contaminada por esse agente nas propriedades adesivas.

Os valores de tração necessários para a remoção dos pinos quando os espécimes foram submetidos ao tratamento com clorexidina gel 2% estatisticamente semelhantes ao NaOCl, provavelmente deveram-se à viscosidade do gel, a qual pode ter favorecido a limpeza mecânica das paredes do canal radicular e suas complexidades anatômicas, promovendo efetiva remoção de debris dentinários e remanescentes teciduais. Segundo Ferraz et al. (2001), o contato da clorexidina gel 2% com as paredes intrarradiculares, possibilita a abertura quase total dos túbulos dentinários, propriedade esta que pode ter superado sua inabilidade em dissolver tecidos orgânicos.

Apesar da diferença não ser estatisticamente significativa, os menores



valores de retenção observados para o grupo do soro fisiológico provavelmente foram decorrentes da sua incapacidade em dissolver matéria orgânica, predispondo à deposição de resíduos no interior dos túbulos dentinários (Estrela et al., 2002). Sob esta ótica, a remoção de resíduos conseguida pelos agentes irrigantes dos grupos experimentais permitiu que o cimento resinoso fluísse para o interior dos túbulos dentinários abertos promovendo melhor retenção, assegurando uma melhor performance. No entanto, o uso do EDTA associado à vibrações ultrassônicas após o emprego do soro fisiológico durante a instrumentação endodôntica, pode ter auxiliado a desobstrução dos túbulos dentinários, ao menos por componentes inorgânicos, contribuindo para a obtenção de valores de resistência à tração próximos aos demais grupos. O soro fisiológico não é utilizado como solução irrigadora durante o tratamento endodôntico. Foi utilizado neste trabalho para estabelecer um controle, permitindo a avaliação dos efeitos dos demais irrigantes.

A ausência de diferença estatística significativa entre as médias de resistência à tração das soluções testadas, apesar das particularidades que cada uma apresenta, também pode ser atribuída ao condicionamento ameno do sistema adesivo utilizado (Clearfil SE Bond), o qual possivelmente permitiu a fusão da resina com as fibras colágenas expostas na mesma profundidade da desmineralização, favorecendo o mecanismo de formação da camada híbrida. Associada à esta propriedade, a menor permeabilidade dentinária proporcionada por este sistema provavelmente reduziu o fluxo fluídico por entre os túbulos dentinários minimizando os efeitos de eventuais resíduos químicos. O sistema adesivo Clearfil SE Bond associado ao cimento resinoso RelyX ARC apresentou compatibilidade suficiente para promover adesão adequada de pinos de fibra de vidro às paredes dentinárias intracanalais, superando as adversidades anatômicas, visuais e resíduo-

medicamentosas.

A adesividade no interior dos canais pode ser estudada sobre diversas variáveis. Portanto, a interpretação dos dados por hora apresentados, sugere a concepção de novos estudos contemplando outras vertentes a serem analisadas.

## 7 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados desta pesquisa e considerando as limitações de um estudo *in vitro*, foi possível concluir que não houve diferença estatisticamente significativa entre as soluções irrigadoras testadas com relação à resistência à tração de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002 Apr;87(4):431-7.
- Al-Omiri MK, Al-Wahadni AM. An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. *Int Endod J.* 2006 Nov;39(11):890-9.
- Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod.* 2004 Nov;30(11):792-5.
- Ari H, Yaşar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. *J Endod.* 2003 Apr;29(4):248-51.
- Bansal S, Tewari S. Ex vivo evaluation of dye penetration associated with various dentine bonding agents in conjunction with different irrigation solutions used within the pulp chamber. *Int Endod J.* 2008 Nov;41(11):950-7.
- Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992 Dec;18(12):605-12.
- Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL. Tensile bond strength of glass fiber posts luted with different cements. *Braz Oral Res.* 2007 Apr-June;21(2):159-64.
- Buchanan LS. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation. *Dent Today.* 1994 Oct;13(10):80-5.
- Bueno VCPS. Influência do cimento endodôntico e dos sistemas de fixação na resistência à tração de pinos de fibra de vidro [dissertação]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2005.
- Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996 Jan-Feb;21(1):17-24.
- D'Arcangelo C, D'Amario M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M, Caputi S. Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *J Endod.* 2007 Nov;33(11):1378-82.
- D'Arcangelo C, D'Amario M, Prospero GD, Cinelli M, Giannoni M, Caputi S. Effect of surface treatments on tensile bond strength and on morphology of quartz-fiber posts. *J Endod.* 2007 Mar;33(3):264-7.
- D'Arcangelo C, D'Amario M, Vadini M, De Angelis F, Caputi S. Influence of surface treatments on the flexural properties of fiber posts. *J Endod.* 2007 July;33(7):864-7.

---

<sup>1</sup> De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses do Centro de Pós-Graduação CPO São Leopoldo Mandic, baseado no estilo Vancouver de 2007, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus.

- Erdemir A, Ari H, Güngüneş H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod.* 2004 Feb;30(2):113-6.
- Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2002;13(2):113-7.
- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. *J Prosthet Dent.* 1988 Mar;59(3):297-300.
- Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2001 July;27(7):452-5.
- Fox K, Gutteridge DL. An in vitro study of coronal microleakage in root-canal-treated teeth restored by the post and core technique. *Int Endod J.* 1997 Nov;30(6):361-8.
- Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent.* 1998 Aug;80(2):151-7.
- Galhano GA, Valandro LF, de Melo RM, Scotti R, Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. *J Endod.* 2005 Mar;31(3):209-11.
- Gogos C, Stavrianos C, Kolokouris I, Economides N, Papadoyannis I. Shear bond strength of two resin cements to human root dentin using three dentin bonding agents. *Oper Dent.* 2007 Jan-Feb;32(1):31-6.
- Goldman M, DeVitre R, Pier M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. *J Prosthet Dent.* 1984 Oct;52(4):485-8.
- Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod.* 1982 Nov;8(11):487-92.
- Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater.* 2005 May;21(5):437-44.
- Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent.* 2005 Sept-Oct;30(5):627-35.
- Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 2002 May;35(5):418-21.
- Gwinnett AJ. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *Am J Dent.* 1993 Feb;6(1):7-9.
- Hayashi M, Okamura K, Wu H, Takahashi Y, Koytchev EV, Imazato S et al. The root canal bonding of chemical-cured total-etch resin cements. *J Endod.* 2008 May;34(5):583-6.
- Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. *J Prosthet Dent.* 2002 June;87(6):674-8.

- Hornbrook DS, Hastings JH. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in an endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1995 June-July;7(5):33-42.
- Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod*. 1994 June;20(6):276-8.
- Kvist T, Rydin E, Reit C. The relative frequency of periapical lesions in teeth with root canal-retained posts. *J Endod*. 1989 Dec;15(12):578-80.
- Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod*. 2007 Apr;33(4):472-5.
- Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Mathias P, Muench A. Microtensile bond strength of light- and self-cured adhesive systems to intraradicular dentin using a translucent fiber post. *Oper Dent*. 2005 July-Aug;30(4):500-6.
- Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. *J Endod*. 2001 Dec;27(12):758-61
- Marchi GM, Mitsui FH, Cavalcanti AN. Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. *Int Endod J*. 2008 Nov;41(11):969-76.
- Marending M, Luder HU, Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine--mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J*. 2007 Oct;40(10):786-93.
- Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod*. 2007 Nov;33(11):1325-8.
- Morgan LFSA, Peixoto RT, Albuquerque RC, Corrêa MFS, Poletto LTA, Pinotti MB. Light transmission through a translucent fiber post. *J Endod*. 2008 Mar;34(3):299-302.
- Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am*. 1979;23(4):575-92.
- Muniz L, Mathias P. The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. *Oper Dent*. 2005 July-Aug;30(4):533-9.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982 May;16(3):265-73.
- Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983 Oct;62(10):1076-81.
- Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008 Aug;34(8):1006-10.
- Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent*. 1999 Aug;12(4):177-80.
- Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JA. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J*. 2004 Jan;37(1):38-41.

Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *J Endod.* 2004 May;30(5):362-5.

Perdigao J, Denehy GE, Swift Junior EJ. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am J Dent.* 1994 Apr;7(2):81-4.

Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007 May-June;16(3):154-64.

Perdigão J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, García-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater.* 2000 Sept;16(5):311-23.

Perdigão J, Van Meerbeek B, Lopes MM, Ambrose WW. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater.* 1999 July;15(4):282-95.

Pest LB, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002 Dec;18(8):596-602.

Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995 Jan;28(1):12-8.

Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. *J Adhes Dent.* 2003 Summer;5(2):153-62.

Santos Filho PC, Castro CG, Silva GR, Campos RE, Soares CJ. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth. *Int Endod J.* 2008 June;41(6):493-501.

Santos JN, Carrilho MR, Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ et al. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod.* 2006 Nov;32(11):1088-90.

Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1994 June;10(3):105-8.

Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967;11:723-44.

Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *J Endod.* 2005 Mar;31(3):151-65.

Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May;30(5):289-301.

Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod.* 2006 Dec;32(12):1125-34.

Silva ALF, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod.* 2007 Sep;33(9):1078-81.

Silva RS, Almeida Antunes RP, Ferraz CC, Orsi IA. 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.* 2005 Mar;99(3):372-7.

Soares CJ, Soares PV, Santos-Filho PCF, Castro CG, Magalhães D, Versluis A. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod.* 2008 Aug;34(8):1015-9.

Souza EM, Pappen FG, Leonardi DP, Flores VO, Berbert FLCV. O papel da anatomia radicular na colocação de pinos pré-fabricados: uma visão endodôntica. *RGO.* 2007 jan-mar;55(1):77-82.

Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: a scanning electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent.* 1996 June;9(3):109-14.

Tay FR, Gwinnett JA, Wei SHY. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater.* 1996 july;12(4):236-44.

Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):584-9.

Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2003 Spring;5(1):27-40.

Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. 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.* 2003 Summer;5(2):91-105.

Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 2000 Oct;16(5):218-21.

Varela SG, Rábade LB, Lombardero PR, Sixto JM, Bahillo JD, Park SA. In vitro study of endodontic post cementation protocols that use resin cements. *J Prosthet Dent.* 2003 Feb;89(2):146-53.

Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater.* 2002 Nov;18(7):495-502.

Wachlarowicz AJ, Joyce AP, Roberts S, Pashley DH. Effect of endodontic irrigants on the shear bond strength of epiphany sealer to dentin. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):152-5.

Weston CH, Ito S, Wadgaonkar B, Pashley DH. Effects of time and concentration of sodium ascorbate on reversal of NaOCl-induced reduction in bond strengths. *J Endod.* 2007 July;33(7):879-81.



Wrbas KT, Altenburger MJ, Schirrmeister JF, Bitter K, Kielbassa AM. Effect of adhesive resin cements and post surface silanization on the bond strengths of adhesively inserted fiber posts. *J Endod.* 2007 July;33(7):840-3.

Yamauti M, Hashimoto M, Sano H, Ohno H, Carvalho RM, Kaga M et al. Degradation of resin-dentin bonds using NaOCl storage. *Dent Mater.* 2003;19(5):399-405.

Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J.* 2007 Mar;52(1 Suppl):S52-63.

Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006 May;32(5):389-98.

## ANEXO A - FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



SÃO LEOPOLDO MANDIC  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Aprovado pelo CEP

Campinas, 31 de outubro de 2007.

A

C.D. Rina Andréa Pelegrine

Curso: Mestrado em Endodontia

Prezado (a) Aluno (a):

O projeto de sua autoria: "INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE HIPOCLORITO DE SÓDIO E CLOREXIDINA NA CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO, ESTUDO *IN VITRO*".

Orientado pelo (a) Prof. (a) Dr. (a) Carlos Eduardo da Silveira Bueno.

Entregue na Secretaria de Pós-Graduação do CPO - São Leopoldo Mandic, no dia 10/08/2007, com número de protocolo nº. 07/192 foi APROVADO pelo Comitê de Ética e Pesquisa, instituído nesta Universidade de acordo com a resolução 196 / 1.996 do CNS – Ministério da Saúde, em reunião realizada no dia 29/10/2007.

Cordialmente

Prof. Dr. Thomaz Wassall  
Coordenador de Pós-Graduação

## ANEXO B - TABELA

Tabela 3 - Tração necessária para remoção de pinos em dentes submetidos à diferentes soluções irrigadoras (Kgf).

Dente	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
1 a 5	20.07	18.37	30.07	15.34	20.24
6 a 10	19.00	52.78	18.48	27.46	27.02
11 a 15	36.88	21.37	24.75	29.72	22.79
16 a 20	43.83	32.53	21.12	24.67	22.99
21 a 25	12.95	28.15	26.35	32.94	28.92
6 a 30	24.89	45.09	47.20	27.53	26.69
31 a 35	20.49	22.74	15.52	40.33	23.00
36 a 40	31.14	23.98	32.92	18.94	25.28
41 a 45	22.01	21.96	21.2	10.05	42.08
46 a 50	15.35	18.40	37.76	28.74	49.30

Números em vermelho: fratura do pino.