



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLGIA DE PIRACICABA



Shairana Tashy Kawazoe

AVALIAÇÃO “IN VITRO” DA INFLUÊNCIA DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES ENDODÔNTICAS NA RESISTÊNCIA E LONGEVIDADE ADESIVA INTRARRADICULAR

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica, Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz

PIRACICABA

2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecária: Elis Regina Alves dos Santos – CRB-8ª. / 8099

K179a	<p>Kawagoe, Shaiana Tashy. Avaliação “in vitro” da influência de substâncias químicas auxiliares endodônticas na resistência e longevidade adesiva intrarradicular / Shaiana Tashy Kawagoe. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2010.</p> <p>Orientador: Caio Cezar Randi Ferraz. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Adesivos dentinários. 2. Hipoclorito de sódio. 3. Clorexidina. I. Ferraz, Caio Cezar Randi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. (eras/fop)</p>
-------	---

Título em Inglês: In vitro assessment of the influence of endodontic chemical irrigants on the bond strengths and durability of adhesion to root canal walls

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Dentin-bonding agents. 2. Sodium hypochlorite. 3. Chlorhexidine

Área de Concentração: Endodontia

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca Examinadora: Caio Cezar Randi Ferraz, Alyne Simões, Francisco José de Souza Filho

Data da Defesa: 20-09-2010

Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 20 de Setembro de 2010, considerou a candidata SHAIANA TASHY KAWAGOE aprovada.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Caio Ferraz".

Prof. Dr. CAÍO CEZAR RANDI FERRAZ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Alyne Simões".

Profa. Dra. ALYNE SIMÕES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Francisco José de Souza Filho".

Prof. Dr. FRANCISCO JOSE DE SOUZA FILHO

Dedicatória

A minha família e aos meus amigos pelo incentivo constante e apoio incondicional.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter colocado pessoas incríveis no meu caminho, começando pela família onde nasci. Obrigada pai, mãe, vó, vô, tia Silvana, Dozinho, Enzo, tios, tias, primos e primas pela ajuda inestimável e pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis. Amo vocês.

E se os amigos são a família que escolhemos, eu não poderia ter feito escolhas melhores. Obrigada Adriana, Fabíola, Carol, Tania, Tati, Nat e Vanê por estarem sempre do meu lado, desde a época do Agostiniano, compartilhando alegrias e ansiedades.

Não poderia deixar de agradecer a Faculdade de Odontologia da Universidade de Mogi das Cruzes, porque, afinal, “foi em Mogi que eu aprendi a viver em glórias mil” e conheci amigos para uma vida inteira. Valeu XXXI B e agregados pelos inesquecíveis momentos de delírio! Muito, muito obrigada Paty e Vanessinha, irmãs de República, pela companhia maravilhosa. Alyne, Kathia, Rê Lilla (minha companheira de aventuras no extremo norte do país), Fabião, Victor, Marcinho, Omar, Emygdio, Valeska, Rê Sato (minha dupla de clínica), Van Japa, Barrella, Karina, Mineiro, Ed, China, Sabrina, Dani Estrela e Michele foi um prazer inenarrável ter conhecido e convivido com vocês.

Agradeço a minha querida Professora e amiga Marina Tosta, pelo carinho, pela disponibilidade e paciência em compartilhar seu vasto conhecimento comigo. Ma foi com você que eu aprendi (e ainda estou aprendendo) a ensinar. Agradeço também meu grande Mestre Professor Noboru Imura pela amizade e por ter despertado em mim a paixão pela Endodontia e pela Docência. Foi fundamental para minha formação ter aprendido com os melhores. É uma honra trabalhar com vocês.

Muito obrigada Professora Alessandra Pereira de Andrade, Professor Rubens Côrte Real de Carvalho, Professor Marcio Garcia dos Santos e Professor Flávio Augusto Merichello dos Santos pelos conceitos científicos ensinados e pelo senso estético e crítico transmitidos durante a Especialização em Dentística.

Agradeço o Professor Caio Cezar Randi Ferraz por ter me aceitado como sua orientada e pela liberdade de criação e execução das nossas pesquisas. E principalmente por ter me mostrado que não são os nossos talentos que determinam quem realmente somos, mas sim as nossas escolhas.

Agradeço o Professor Francisco José de Souza Filho por ter acreditado no meu potencial e por compor a minha banca de Defesa. Obrigada Professor Zaia pela oportunidade de vivenciar, nas suas aulas, a essência do ambiente acadêmico, debatendo conceitos diferentes e controvérsias com discussões muitas vezes “inflamadas”. Muito obrigada Professor José Flávio pela confiança depositada durante meu Estágio no Plantão de Urgências e pelo acompanhamento no Estágio Clínico. Agradeço a Professora Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes por ter me mostrado um lado da Pesquisa Científica, que até então eu desconhecia. Muito obrigada Ana, Wan, Geovânia, Daiane, Eliene e Adriano pela imensa colaboração nos mais variados assuntos, aprendi demais com todos vocês.

Muito, muito obrigada Maria Rachel, Jú Melo, Carlos baiano, Thais Accorsi, Fer Signoretti, Fer Tosello, Chico, Naelka, Ana Lúcia, Marcos Endo, Letícia, Karine, Manú, Gustavo, Danna, Fred, Rogério, Morgana, Caú, Nilton, Juliana Santos, Thais Mageste, Sukita, as alunas de iniciação científica (Marina, Luciana, Flávia, Julia, Thais) e toda a galera do Laboratório de Endo pela convivência agradável, pelas parcerias formadas, pelos momentos de descontração e pelos sábios conselhos. Agradeço também a FAPESP (processos 08/52599-5 e 09/02122-0) pelo apoio financeiro e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização desse trabalho.

Epígrafe

“Eu vejo o futuro repetir o passado. Eu vejo um museu de grandes novidades.”

Cazuza

Resumo

O prognóstico do tratamento endodôntico é favorecido quando se sela corretamente o acesso coronário logo após a conclusão da terapia endodôntica, evitando, desta forma, a recontaminação do sistema de canais radiculares e minimizando o risco de fratura. Devido às suas excelentes propriedades mecânicas e de selamento, os sistemas adesivos são considerados materiais de escolha para a restauração definitiva e imediata desses dentes. No entanto, os efeitos adversos relacionados ao tipo de substância química auxiliar endodôntica utilizada, assim como sua influência na resistência e na longevidade adesiva, carecem de maiores esclarecimentos. O presente estudo teve por objetivo analisar a resistência e a longevidade adesiva de 2 sistemas (Scotchbond Multi Purpose e Clearfil SE Bond), aplicados em dentina radicular bovina tratada com diferentes substâncias químicas auxiliares (clorexidina gel 2%, EDTA a 17% e hipoclorito de sódio (NaOCl) 5,25% associado ou não ao ascorbato de sódio 10%), além de avaliar a importância das fibrilas colágenas na adesão. As amostras foram submetidas a ensaios mecânicos de cisalhamento por extrusão, após imersão em água, nos intervalos de 1 dia e 1 ano. Como controle de longevidade, parte da amostragem permaneceu imersa em óleo mineral também por 1 ano. Posteriormente, o padrão de fratura foi analisado em uma lupa estereoscópica (25X), e classificado em: adesivo (interface dentina resina), coesivo (em dentina, em camada híbrida, em resina ou no pino) ou misto (envolvendo 2 ou mais substratos). Após a análise dos resultados foi possível concluir que: O sistema Scotchbond Multi Purpose apresentou os melhores resultados. O NaOCl reduziu os valores de resistência adesiva imediata, quando utilizado como substância química auxiliar ou quando empregado na desproteção. O uso do ascorbato de sódio após a utilização do NaOCl restabeleceu os valores de adesão. A desproteção e a aplicação de clorexidina conservaram os valores de resistência adesiva inalterados após 1 ano.

Palavras-chave: Adesivos Dentinários, Hipoclorito de Sódio e Clorexidina.

Abstract

The prognosis of the endodontic treatment is improved by a correct sealing of the coronal access soon after the root canal obturation, preventing the root canal system recontamination and minimizing the risk of fracture. Due to their excellent mechanical properties and sealing ability, the adhesive systems are considered choice material for teeth restoration. However, the adverse effects related to the type of auxiliary chemical substances used during the endodontic treatment, as well as its influence on the adhesive strength and longevity need greater clarification. The objective of the present study was to examine the adhesive strength and longevity 2 adhesive systems (Scotchbond Multi Purpose and Clearfil SE Bond), applied in radicular dentin treated with different auxiliary chemical substances (2% chlorhexidine gel, EDTA 17% and 5.25% sodium hypochlorite (NaOCl) associated or not to sodium ascorbate 10%), and evaluate the importance of the collagen fibers in adhesion process. The shear bond strength was assessed after 1 day or 1 year in water immersion. As longevity control, part of the sample was kept submerged in mineral oil for 1 year. Subsequently, the fracture pattern was analyzed using a stereomicroscope (25 X), and classified as: adhesive (dentin/resin interface), cohesive (in dentin, layer hybrid resin or post) or mixed (involving 2 or more substrates). After the data analysis it was concluded that: the Scotchbond Multi Purpose presented the best results. The NaOCl reduced the immediate adhesive resistance when used as an endodontic auxiliary chemical substance or when employed in deproteinization. The use of sodium ascorbate after using the NaOCl re-established the adhesion values. The deproteinization and chlorhexidine use kept the adhesive strength values unchanged after 1 year. Keywords: Dentin-Bonding Agents, Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine.

Sumário

1) Introdução	1
2) Revisão da literatura	7
2.1) Substrato dentinário	7
2.2) Importância do selamento coronário no prognóstico de um dente endodonticamente tratado	10
2.3) Retentores intrarradiculares: retenção, resistência e modo de fratura	13
2.4) Evolução e classificação dos sistemas adesivos	27
2.5) Aspectos morfológicos da camada híbrida	30
2.6) Resistência adesiva	34
2.7) Longevidade adesiva	39
2.8) Influência das substâncias químicas auxiliares endodônticas na resistência adesiva intrarradicular e seu efeito no substrato dentinário	43
3) Proposição	51
4) Material e métodos	53
4.1) Material	53
4.1.1) Dentes	53
4.1.2) Substâncias químicas auxiliares testadas	53
4.1.3) Materiais restauradores	54
4.1.3.1) Sistemas adesivos	54
4.1.3.2) Cimento resinoso	56
4.1.3.3) Resina composta	56
4.1.3.4) Pino de fibra de vidro	57
4.1.3.5) Ácido fosfórico 37%	58
4.2) Métodos	59
4.2.1) Preparo dos dentes	59
4.2.2) Divisão dos grupos experimentais	60
4.2.3) Confecção e cimentação do retentor intrarradicular	63

4.2.4) Obtenção dos espécimes para o teste de cisalhamento por extrusão	64
4.2.5) Teste de cisalhamento por extrusão	65
4.2.6) Cálculo da área de união	66
4.2.7) Análise do padrão de fratura	67
4.2.8) Delineamento estatístico	68
5) Resultados	71
5.1) Avaliação da resistência adesiva de cada grupo nos diferentes terços	72
5.2) Avaliação da resistência adesiva de acordo com os adesivos, protocolo de irrigação e tempo de avaliação	74
5.2.1) Avaliação imediata (1 dia em água)	76
5.2.2) Avaliação mediata em óleo (1 ano)	77
5.2.3) Avaliação mediata em água (1 ano)	77
5.2.4) Avaliação da longevidade adesiva	77
5.3) Análise do padrão de fratura	78
6) Discussão	85
7) Conclusões	95
8) Referências	97

1- Introdução

Na Odontologia, os tratamentos endodônticos normalmente estão associados a extensas lesões de cárie e traumatismos dentários, que resultam em infecções pulpares e conseqüentes alterações periapicais. A Endodontia tem por objetivo promover a desinfecção e o completo selamento do sistema de canais radiculares (Wu & Wesselink, 1993), para a manutenção ou restabelecimento da saúde periapical. Essas situações, invariavelmente, levam a uma grande perda de estrutura dentária, portanto, faz-se necessária a confecção de restaurações imediatas para reabilitar a estética e a função (Cohen et al., 1992), assegurando a manutenção da cadeia asséptica (Saunders & Saunders, 1994).

Segundo Ray & Trope (1995), os efeitos da microinfiltração sobre dentes tratados endodonticamente são tão críticos que os autores chegaram a afirmar que a qualidade técnica da restauração coronária seria mais importante que a qualidade do tratamento endodôntico no que tange a saúde periapical. Dentes obturados com guta percha e cimento endodôntico, quando expostos à saliva, apresentam níveis de infiltração variando de 79 a 85% do comprimento da raiz após 56 dias (Swanson & Madison, 1987). Imura et al., em 1997, concluíram que nenhum material restaurador provisório testado foi capaz de impedir a contaminação bacteriana num período superior a 22 dias. Fato também confirmado por Torabinejad et al. (1990), que constataram 50% de contaminação das raízes expostas às bactérias em 19 dias.

A literatura sugere que o prognóstico de um dente endodonticamente tratado pode ser melhorado, selando-se corretamente o sistema de canais, imediatamente após a conclusão do tratamento, evitando desta forma a infiltração de fluídos bucais (Ray & Trope, 1995; Tronstad et al., 2000; Hommeiz et al., 2002; Imura et al., 2007). Entretanto, a real importância da contaminação coronária no sucesso do tratamento endodôntico tem sido questionada por alguns autores (Ricucci et al., 2000; Helling et al., 2001; e Ricucci & Bergenholtz, 2003). De

qualquer forma, como não há benefício algum em introduzir contaminação bacteriana no sistema de canais radiculares e, considerando que esse possa ser um fator que contribua para o insucesso endodôntico, todo o esforço deve ser concentrado no intuito de prevenir a recontaminação por meio de restaurações definitivas imediatas (Schwartz & Fransman, 2005).

No entanto, a dificuldade em selar um dente imediatamente após a obturação do sistema de canais é especialmente crítica nos casos em que mais da metade da estrutura coronária foi comprometida, sendo indicada de acordo com Gordon Christensen (1998), a instalação de um retentor intrarradicular.

O suposto aumento da resistência à fratura de um dente por meio da implantação de um pino continua sendo objeto de controvérsias, uma vez que um grupo de pesquisadores confirma e sustenta essa hipótese (Kantor et al. 1977, Trabert et al. 1978), enquanto outro grupo atesta que a instalação de tal dispositivo não influencia na resistência do dente ou pode até mesmo diminuí-la (Guzy et al. 1979, Trope et al. 1985).

Uma síntese da literatura somada às experiências clínicas sugere que as principais vantagens do uso de retentores intrarradiculares são:

- 1- Promover retenção para o material restaurador definitivo ou para o material de preenchimento, no caso de restaurações indiretas (Caputo et al. 1987).
- 2- Preservar a porção coronária remanescente, difundindo as tensões para a estrutura radicular, minimizando assim a probabilidade de fratura (Standlee et al. 1980, Burns et al. 1990, Burgess et al. 1992).

Com relação ao modo de fratura, os pinos de fibra apresentam fraturas favoráveis ao reparo (Akkayan et al., 2002), enquanto pinos metálicos e cerâmicos apresentam um grande número de fraturas não tratáveis, verticais ou oblíquas (Manning et al. 1995, Cormier et al. 2001) as quais freqüentemente resultam em conseqüências fatais (Torbjörner et al. 1995).

Esteticamente os pinos de fibra de vidro, facilitam e melhoram a estética final de restaurações “metal-free” (Quintas et al., 2000). Além das vantagens já citadas, apresenta ainda resistência à corrosão, boa relação custo-benefício, sua técnica de confecção direta elimina a fase laboratorial, assegurando assim a manutenção da cadeia asséptica e preservando a integridade do remanescente dental.

Diversos autores elegem os materiais adesivos para restauração de dentes tratados endodonticamente, devido às suas propriedades mecânicas e de selamento (Belli et al. 2001; Galvan et al. 2002; Martelli, 2000; Ceballos et al. 2007). No entanto, efeitos adversos relacionados com a incompatibilidade entre os sistemas adesivos e as substâncias químicas auxiliares endodônticas, carecem de maiores investigações (Schwartz & Fransman, 2005).

O hipoclorito de sódio (NaOCl), tradicional substância irrigadora, utilizada durante o tratamento endodôntico com o intuito de auxiliar na desinfecção radicular, possui a propriedade de dissolver tecido necrótico, remanescentes orgânicos e atividade antimicrobiana (Spangberg et al. 1973; Byström & Sundquist, 1983; Naenni et al. 2004; Carson et al., 2005; Clarkson et al., 2006). Por outro lado, apresenta desvantagens como a ineficácia contra alguns microorganismos, quando utilizados em baixas concentrações e toxicidade aos tecidos periapicais, quando em altas concentrações (Seltzer & Farber, 1994; Barnhart et al., 2005).

Inúmeras foram às teorias enunciadas com o intuito de explicar a influência do NaOCl na adesão. Dentre elas, a hipótese de que a degradação de componentes orgânicos, principalmente o colágeno, impediria a formação de uma camada híbrida adequada (Nikaido et al., 1999). Outro fator investigado foi à presença de oxigênio (O_2), resultante da dissociação do NaOCl, que inibe a reação de polimerização devido à competição dos radicais livres residuais reativos do NaOCl com os radicais livres vinílicos durante a foto polimerização, que resulta no

fechamento prematuro da cadeia polimérica (Nikaido & Nakabayashi, 1988; Morris et al., 2001; Lai et al., 2001; Yiu et al., 2002). Além disso, as “bolhas” de O₂ residual podem dificultar a infiltração dos sistemas adesivos nos túbulos dentinários e na dentina desmineralizada, afetando a formação da camada híbrida, “tags” e ramificações laterais (Ari et al., 2003).

Acreditando ser a ação oxidante do NaOCl o fator determinante no fracasso da adesão, alguns autores (Morris et al., 2001; Lai et al., 2001; Yiu et al., 2002), preconizaram o uso do ácido ascórbico (vitamina C) e o seu sal (ascorbato de sódio), freqüentemente empregados na indústria alimentícia como agentes antioxidantes, na concentração de 10%, com o objetivo de restaurar o potencial redutor da dentina após tratamento com NaOCl. No entanto, a aplicação clínica segura desses agentes antioxidantes carece de maiores investigações para averiguação do efeito dessas substâncias nas propriedades físicas e mecânicas do substrato (módulo de elasticidade, resistência flexural, microdureza e microrugosidade), além da durabilidade (longevidade) da “camada híbrida” formada após a desproteinização do substrato dentinário seguida de um agente redutor. Pois remoção parcial das fibras colágenas pode reduzir a degradação colagenolítica, o que pode aumentar a durabilidade da união adesiva.

O didigluconato de clorexidina, comumente empregado na terapia periodontal, prevenção de cáries e como agente terapêutico nas infecções bucais em geral (Fardal & Turnbull, 1986), tem sido utilizado como substância química auxiliar ao tratamento endodôntico devido ao seu amplo espectro de ação antimicrobiana, efeito residual (substantividade), baixa toxicidade, e excelentes propriedades mecânicas de limpeza (Greenstein et al. 1986; Ferraz et al., 2001; Gomes et al. 2003; Dametto et al. 2005; Ercan et al., 2004; Rosenthal et al., 2004). De fato, Jeansonne & White (1994), verificaram que o didigluconato de clorexidina a 2% tem ação antimicrobiana tão efetiva quanto o hipoclorito de sódio a 5,25%.

A clorexidina tem demonstrado não influenciar significativamente na resistência de união imediata (Silva et al., 2004; Santos et al., 2006), e por promover inibição das metaloproteinases e diminuir a atividade colagenolítica, sua utilização pode contribuir para a longevidade adesiva (Carrilho et al., 2005 a b; Carrilho et al., 2007 a b; Martin-De Las Heras et al., 2001; Sulkala et al., 2002, 2007; Mazzoni et al., 2006; Hebling et al., 2005; Tay et al., 2006; Mohammadi & Abbott, 2009). Tay & Pashley (2004), afirmaram ainda que o uso de clorexidina a 2% justifica-se pelo fato de bactérias serem comumente encontradas aderidas ou incorporadas à camada híbrida, o que pode comprometer sua performance a longo prazo.

Diante da ausência de estudos mais elucidativos e inconclusividade dos resultados, o presente estudo teve por objetivo avaliar, “in vitro”, os efeitos das substâncias químicas auxiliares endodônticas na resistência de união e na longevidade adesiva, assim como verificar a eficácia do ascorbato de sódio 10%, além de averiguar o efeito da desproteínização.

2- Revisão da Literatura

2.1- Substrato dentinário

Levine, em 1971, constatou que a quantidade de colágeno intertubular (por volume) não é constante em todo substrato dentinário; ela diminui da dentina superficial para a profunda. Provavelmente devido ao fato de que a dentina profunda apresenta túbulos de maior diâmetro do que a dentina superficial.

Carrigan et al. (1984), por meio de microscopia eletrônica de varredura, avaliaram os túbulos dentinários da coroa e da raiz nos terços cervical, médio e apical de incisivos centrais de diferentes faixas etárias. A análise dos resultados mostrou que o número de túbulos dentinários diminuía em direção ao terço apical e à medida que aumentava a idade. Verificaram, no entanto, que a quantidade de túbulos no terço cervical e médio da raiz era muito próxima e estatisticamente semelhante, independente da idade avaliada.

Van der Graaf & Ten Bosch, em 1990, afirmaram que grande parte do conteúdo de água (78% em volume) do substrato dentinário está presente dentro dos túbulos. O restante da água (22%) localiza-se na matriz mineralizada. Quanto maior a proximidade da polpa dental, maior a quantidade e o volume de túbulos dentinários, logo, maior a umidade da região.

Czonstkowsky et al., em 1990, durante um artigo de revisão, alertaram para um aspecto que deve ser considerado com muita relevância em dentina tratada com instrumentos cortantes, a presença de uma camada de esfregaço dentinário de composição e espessuras variadas, conhecida como “smear layer” ou lama dentinária. Esta camada é constituída de restos de matéria orgânica e inorgânica produzidos pela instrumentação do esmalte, dentina e /ou cimento, restos de instrumentos cortantes ou abrasivos, óleos, saliva e microorganismos. Clinicamente a camada de esfregaço tem uma média de espessura de 1 a 5 μm . No entanto, sua profundidade para o interior dos túbulos dentinários pode variar

até 40µm. Esses prolongamentos da “smear layer” que obliteram os túbulos dentinários são chamados “smear plugs”, e podem diminuir a permeabilidade dentinária dificultando a penetração dos sistemas adesivos e uma completa hibridização, o que resulta em uma baixa resistência de união entre dentina e sistema adesivo. Inicialmente, a maior preocupação com a presença dessa camada dentro do canal radicular era a possibilidade de uma contaminação presente no conduto, após a obturação. Muitas soluções irrigadoras são utilizadas para sua remoção e provável descontaminação do canal. Dentre as soluções utilizadas na Endodontia para essa finalidade, destacam-se o NaOCl, em diferentes concentrações, e o condicionamento ácido, com diferentes fórmulas e concentrações, como o tradicional EDTA (etilenodiaminotetra-acético). Atualmente, além da possível contaminação causada pela “smear layer”, muitos pesquisadores já mostraram a importância da sua remoção dentro do conduto radicular para aumentar a retenção de pinos intrarradiculares. Isso é realizado para produzir um aumento da permeabilidade da dentina buscando uma maior adesividade na cimentação com sistemas adesivos e cimentos resinosos.

Marshall Jr. et al., em 1997, caracterizaram a dentina como um composto biológico de matriz de colágeno, preenchida com cristais de apatita, com tamanhos variados, dispersos entre cilindros e os paralelos hipermineralizados (túbulos dentinários contendo dentina peritubular). A sua composição (em volume) é de cerca de 50% de matéria inorgânica, 30% de matéria orgânica (principalmente colágeno) e 20% de líquido.

De acordo com Nakabayashi & Pashley, em 2000, a constituição dentinária pode variar de dente para dente e também no mesmo dente, pois o diâmetro e o número de túbulos dentinários por mm², assim como a área total ocupada por eles, não são uniformes. Próximo à junção amelodentinária os túbulos representam 1% do conteúdo dentinário, tem o diâmetro de aproximadamente 0,9µm e apresentam-se em cerca de 20.000 por mm², em média. No entanto, próximo à polpa o seu diâmetro é maior, com 2,5 µm, existindo em torno de

45.000 túbulos por mm², em média, e representam uma área de aproximadamente 22% da dentina. A dentina peritubular, que envolve os túbulos dentinários, apresenta uma maior deposição mineral que a dentina intertubular, que fica entre os túbulos, conseqüentemente, tem uma menor quantidade de matéria orgânica.

Ferrari et al. (2000a), verificaram por meio de microscopia eletrônica de varredura a morfologia da dentina dentro dos canais radiculares com relação à orientação dos túbulos, densidade e aumento da área de superfície tubular após o condicionamento ácido. Os autores observaram que após a aplicação do ácido existiam túbulos abertos dispostos por toda a extensão da raiz, porém, o diâmetro e a densidade diminuíram em direção ao terço apical. Nos locais de baixa densidade, observaram que a camada híbrida era significativamente mais fina. E com relação à área de superfície dos túbulos, verificaram que após o condicionamento ácido houve um aumento de 202% no terço cervical, 156% no terço médio e de 113% no terço apical, mostrando que o ácido atua de maneira diferente ao longo do conduto radicular.

Lertchirakarn et al., em 2001, afirmaram que apesar das diferenças nas constituições regionais entre as dentinas, algumas propriedades mecânicas não são muito diferentes em dentina cervical e radicular. Os autores verificaram em testes de resistência à tração, que as dentinas apresentaram valores similares, tanto quando foram tracionadas perpendicularmente na direção dos túbulos dentinários (cervical: 60,3 MPa; radicular: 59,6 MPa), como quando foram tracionadas paralelamente aos túbulos (cervical: 36,7MPa; radicular: 41,1MPa).

Serafino et al., em 2004, observaram por meio de microscopia eletrônica de varredura, a limpeza das paredes intrarradiculares após preparo para pino, utilizando hipoclorito de sódio a 5,25% associado ou não ao EDTA a 10%, com diferentes técnicas de obturação (condensação lateral e condensação vertical aquecida), além de condicionamento ácido. A análise das imagens revelou grandes áreas cobertas por “smear layer”, debris, remanescentes de guta percha

e cimento endodôntico. De acordo com os autores uma superfície inadequada para hibridização e cimentação de pinos de fibras.

Rasimick et al., em 2008, analisaram a composição química do precipitado branco formado pela combinação de EDTA e clorexidina. A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) com detecção ultravioleta revelou que mais de 90% do precipitado é formado por EDTA e clorexidina, e os 10% restantes continham água e digluconato de sódio. A Paracloroanelina, produto da decomposição da clorexidina, potencialmente cancerígeno não foi detectado no precipitado.

Sauro et al., em 2009, avaliaram por meio de microscopia confocal e microscopia eletrônica de varredura os efeitos da desproteinização realizada com NaOCl no substrato dentinário. Após a análise das imagens os autores concluíram que em períodos clinicamente aceitáveis (2 e 10 minutos) o NaOCl não removeu por completo o colágeno exposto pelo condicionamento ácido. A completa remoção do colágeno ocorreu após 45 minutos de exposição ao NaOCl.

2.2- Importância do selamento coronário no prognóstico de um dente endodonticamente tratado

Martelli, em 2000, fez referências ao módulo de elasticidade de diferentes retentores intrarradiculares e estruturas relacionadas: (1) Pinos metálicos 210 GPa, (2) pinos de zircônia 178 GPa, (3) Pinos de ouro 98 a 120 GPa, (4) pinos de fibras de carbono 120 GPa, (5) pinos de fibras de vidro 40 GPa, (6) dentina 16,8 GPa e (7) cimentos à base de resina 5 a 20 GPa. Baseado nesses dados apontou como uma das principais vantagens dos pinos de fibras de vidro o seu módulo de elasticidade (40 GPa) mais próximo ao da dentina (16,8 GPa) e de alguns cimentos (20 GPa), o qual poderia formar um sistema integrado (monobloco). O autor acreditava, ainda, que o sucesso dos pinos não deveria ser avaliado em termos de tamanho e rigidez, mas sim, através de sua habilidade em respeitar as estruturas dentárias e seu potencial de adesão.

Belli et al., em 2001, por meio de ensaios “in vitro”, avaliaram quantitativamente a capacidade seladora de 04 materiais: Clearfil SE Bond - autocondicionante de 2 passos, One Step - condicione e lave de 2 passos, C&B Metabond - cimento resinoso autopolimerizável e IRM (cimento a base de óxido de zinco e eugenol), quando utilizados no assoalho da câmara pulpar pós-tratamento endodôntico. A qualidade do selamento foi avaliada nos intervalos de 1 dia, 1 semana e 1 mês. Durante todo o período de avaliação as resinas apresentaram excelente vedamento. O IRM apresentou micro infiltração significativamente maior. Após a análise dos resultados, os autores puderam concluir que as resinas adesivas devem ser consideradas como uma barreira secundária para prevenir a microinfiltração.

Galvan et al., em 2002, avaliaram de forma quantitativa, por meio de filtração de fluídos, a capacidade de selamento na câmara pulpar de 05 materiais, entre eles 04 materiais resinosos (Amalgabond - sistema adesivo autopolimerizável, C&B Metabond - cimento resino autopolimerizável, Sistema adesivo condicione e lave de 2 passos - fotopolimerizável One Step mais resina composta Aeliteflo ou Palfique) mais o IRM (cimento de oxido de zinco e eugenol). A microinfiltração foi avaliada nos intervalos de 0, 1, 7,30 e 90 dias. A análise dos resultados mostrou que as 04 resinas apresentaram melhores resultados, sendo que o Amalgabond produziu o melhor selamento em todos os períodos de avaliação. O IRM apresentou intensa infiltração com 1 e 3 meses, o que contraindicaria seu uso por longos períodos.

Schwartz & Robbins, em 2004, num artigo de revisão fizeram recomendações sobre planejamento, materiais e práticas clínicas para restauração de um dente tratado endodonticamente, destacando a significativa importância do selamento definitivo, imediato, para evitar a recontaminação bacteriana do sistema de canais. Indicaram recobrimento de cúspides em dentes posteriores, minimizando, dessa forma, o efeito de deflexão. Sempre que possível preservando ao máximo a estrutura radicular e coronária, sendo o prognóstico do

dente que possui o efeito de férula (2,0mm de remanescente vertical cervical) favorecido pelo aumento de sua resistência.

Schwartz e Fransman, em 2005, num artigo de revisão sobre materiais e procedimentos clínicos para restauração da cavidade de acesso, ressaltaram a importância de se selar o acesso imediatamente após a conclusão da terapia endodôntica com materiais adesivos, garantindo o sucesso e a durabilidade do tratamento, prevenindo dessa forma a recontaminação do sistema de canais durante os preparos protéticos. Os autores destacaram a preferência pelo uso de sistemas adesivos de 4ª geração (3 passos), devido à maior resistência adesiva proporcionada pelos mesmos. Os sistemas autocondicionantes são contraindicados, pois podem sofrer interferências pela presença de eugenol contidos no cimento endodôntico ou nos materiais restauradores provisórios. Além de serem incompatíveis com os cimentos resinosos de presa química ou dual, acarretando uma polimerização incompleta devido à interação do ácido residual do primer e as aminas catalisadoras da reação do cimento. Para a restauração direta com resina composta foto ativada a técnica de eleição deve ser a incremental, que tem por objetivo, minimizar os efeitos deletérios causados pela contração de polimerização.

Ceballos et al., em 2007, avaliaram as características mecânicas de 03 cimentos resinosos utilizados na fixação de pinos de fibras, por meio de nanoindentação. Nesse estudo foi utilizado um cimento autopolimerizável (químico), um fotoativado e um dual, do mesmo fabricante e segundo suas especificações. Os autores mensuraram a microdureza e o módulo de elasticidade. A interface dentina / cimento resinoso / pino de fibras foi observado por meio de microscopia eletrônica de varredura. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que o cimento fotoativado possui os valores mais elevados de microdureza e módulo de elasticidade, com maior tendência à fratura (mais frável). O cimento químico (autopolimerizável) apresentou os maiores valores de deformação elástica, no entanto, seu módulo de elasticidade e microdureza foram

significativamente mais baixos. Sendo o cimento resinoso dual a melhor combinação dessas propriedades.

Imura et al., em 2007, realizaram um estudo clínico retrospectivo randomizado com 2000 pacientes preservados por um período de até 30 anos. A análise multivariável utilizando modelos de regressão logística revelou que a ausência de uma restauração adequada após o término da terapia endodôntica influencia de maneira negativa no prognóstico dos dentes endodonticamente tratados.

2.3- Retentores intrarradiculares: retenção, resistência e modo de fratura

Standlee et al., em 1978, por meio de ensaios mecânicos “in vitro”, analisaram 04 fatores supostamente relacionados com a resistência à extrusão dos retentores intrarradiculares: “Design” (cônicos lisos, paralelos rugosos e rosqueáveis), comprimento (5,0 e 8,0 mm), diâmetro (0,060” e 0,070”) e cimento (fosfato de zinco, carboxilato e resina epóxica). Com base nos resultados obtidos, os autores constataram que, pinos paralelos, rugosos, longos, obtiveram os melhores resultados. O tipo de cimento influenciou apenas na força de retenção dos pinos cônicos lisos, sendo o cimento de fosfato de zinco mais retentivo que o cimento de carboxilato e resina epóxica, respectivamente, e que a variação do diâmetro não têm efeito significativo.

Guzy & Nicholls, em 1979, compararam a resistência à fratura de incisivos e caninos endodonticamente tratados restaurados com retentores intrarradiculares ou não. Os pinos metálicos pré-fabricados foram cimentados com cimento de silicato e submetidos a cargas aplicadas num ângulo de 130°. Nenhuma diferença estatística foi constatada em relação aos valores médios das cargas suportadas. Após a análise dos resultados os autores concluíram que o pino metálico não reforçou o dente, fosse ele incisivo ou canino.

Standlee et al., em 1980, avaliaram a distribuição de stress (teste de fotoelasticidade) e a retentividade (teste de tração por arrastamento) de pinos pré-fabricados, utilizando o sistema Radix-Anchor com comprimento de 5,0 e 8,0 mm e diâmetros de 1,65 e 1,85mm. Concluíram que quanto mais profundo e mais largo for o pino, mais retenção apresentará, porém, para cada aumento na retenção, há um aumento no risco de fratura radicular. Afirmaram, ainda, que pinos fundidos com formato cônico apresentam uma menor retenção e uma alta concentração de esforço na porção coronária.

Trope et al., em 1985, avaliaram a resistência e o modo de fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados por diferentes técnicas. As amostras foram submetidas a forças compressivas até o momento da fratura. Todos os dentes tiveram modos de fratura similares independentemente do método restaurador utilizado. Baseados nos resultados obtidos os autores concluíram que a preparação do espaço para pino enfraquece o dente endodonticamente tratado, e o pino não reforça a estrutura radicular, sendo a restauração do espaço para retentor com resina composta o melhor método de reconstrução.

Cooney et al., em 1986, realizaram testes de tração e foto elasticidade para avaliar a resistência adesiva e a distribuição de stress dos pinos pré-fabricados Para Post tradicional, Para Post e BCH Post, verificando dessa forma a influência do formato da extremidade de cada pino quando cimentados com fosfato de zinco. Os resultados mostraram que os pinos cilíndricos de extremidade reta (Para Post tradicional) apresentaram maior retenção na profundidade de 5,0 e 8,0 mm e na análise fotoelástica uma melhor distribuição das forças aplicadas.

Reeh et al., em 1989, compararam os efeitos dos procedimentos endodônticos e restauradores na dureza dos dentes. Registraram uma redução de 5% na dureza dental relacionada à cirurgia de acesso, e de 60% com a confecção

de uma cavidade méso-ocluso-distal, nesse caso, devido à perda da crista marginal.

Burns et al., em 1990, compararam por meio de testes de fotoelasticidade a distribuição de “stress” durante a inserção e função de 3 pinos metálicos pré-fabricados (Para Post, Para Post Plus e Flexi-Post) com diâmetros e comprimentos diferentes. Após a análise dos resultados os autores concluíram que: o Para Post e o Para Post Plus em todas as combinações de comprimento, diâmetro e carga produziram padrões similares e simétricos, exceto para carga oblíqua; o Flexi-Post apresentou padrões assimétricos de distribuição de “stress”, suportando maior carga durante a inserção e função.

Ross et al., em 1991, compararam a tensão gerada durante a cimentação de 5 tipos de pinos pré-fabricados metálicos (Para Post Plus, Flexi Post, Vlock post, Kurer Fin Lock Anchor e Radix Anchor). Os autores encontraram uma maior concentração de “stress” durante a cimentação do Kurer Fin Lock Anchor e do Radix Anchor, com maior tensão quando a extremidade do pino tocava as paredes do canal.

Assif et al., em 1991, explicaram a necessidade de 2 mm de remanescente dental sadio abaixo do nível do núcleo, sendo indicada a realização de aumento de coroa clínica nos casos onde essa condição estiver ausente. Tomando como base valores médios de comprimento de coroas e raízes, os autores estabeleceram uma proporção coroa/raiz modelo para cada grupo de dentes (incisivos, caninos, pré-molares e molares). Os dados foram reunidos em uma tabela de consulta, pela qual é possível saber se o dente é ou não restaurável. Entre os critérios citados para a construção de uma coroa, destaca-se a necessidade de uma distância mínima de 4 mm entre a crista alveolar e a margem do preparo.

Cailleteau et al., em 1992, compararam o “stress” radicular de dentes restaurados com amálgama e dentes que receberam um pino pré-fabricado

metálico por meio de testes de elemento finito. Os resultados indicaram que a alteração dos padrões de “stress” radicular é resultado da inserção do pino, especialmente na sua extremidade. Os autores concluíram também que durante a cimentação a distribuição de “stress” não é uniforme ao longo da superfície radicular.

Assif & Gorfil, em 1994, afirmaram que as manobras que tentam aumentar o comprimento e o diâmetro dos pinos metálicos fundidos comprometem a resistência e o prognóstico dos dentes. Portanto, pinos metálicos só deveriam ser indicados quando não houvesse outro meio de retenção para a restauração coronal. Verificaram também, que a presença de uma estrutura coronária hígida remanescente de 2,0 mm ao redor do pino, melhora o prognóstico de dente.

Manning et al., em 1995, verificaram que, durante décadas, os cirurgiões-dentistas acreditaram que os pinos fundidos e os pré-fabricados metálicos rosqueáveis tinham a capacidade de reforçar dentes tratados endodonticamente. No entanto, verificaram um grande número de fraturas verticais associadas aos pinos metálicos, concluindo que os pinos não reforçam a raiz e servem somente para melhorar a retenção das restaurações.

Torbjörner et al., em 1995, realizaram um estudo clínico retrospectivo de 04 a 05 anos em 638 pacientes, que receberam 788 pinos fundidos ou pré-fabricados (Para-Post). Durante o período de preservação, os autores constataram que as falhas mais comuns foram: deslocamento, fratura do pino e fratura do dente. Verificaram, também, que as causas mais freqüentes de insucesso nas próteses fixas ocorreram com os núcleos metálicos fundidos, as quais, freqüentemente, resultaram em conseqüências fatais. Os pinos pré-fabricados apresentaram uma taxa de insucesso de 8,0% contra 15,0% dos pinos metálicos fundidos, e por isso, sugeriram que para aumentar a longevidade dos dentes endodonticamente tratados dever-se-ia preservar ao máximo a quantidade de dentina sadia

remanescente e quando possível, evitar a instalação de núcleos metálicos fundidos.

Cohen et al., em 1996, por meio de um estudo que media a resistência à fratura de diferentes combinações de núcleos e pinos endodônticos, entre eles, um de fibras de carbono, afirmaram que os pinos não reforçavam as raízes, mas simplesmente promovem retenção para o núcleo e para a restauração.

Purton & Payne, em 1996 compararam as propriedades físicas de pinos de fibras de carbono (Composipost) e de pinos de aço inoxidável (Parapost). Além de testes de módulo de elasticidade, os autores realizaram também testes de tração, a fim de verificar a união entre os pinos e o preenchimento, feito com resina composta. Em relação ao teste do módulo de elasticidade com a aplicação de cargas transversas, os pinos de fibras de carbono revelaram-se mais rígidos do que os pinos de aço inoxidável. Os autores justificaram tal fato explicando que a fibra de carbono é um material anisotrópico e que o resultado pode variar de acordo com a modalidade dos testes. Devido a sua rigidez os pinos de fibras de carbono poderiam ser usados em diâmetros menores, com menor desgaste dentinário. Por outro lado, o sistema de carbono, nos testes de tração obteve resultados inferiores, e apresentando também a desvantagem radiográfica por serem pouco radiopacos.

Sidoli et al., em 1997, compararam “in vitro” a resistência e o tipo de falha apresentado por pinos de fibras de carbono (Composipost), por pinos de aço inoxidável e por pinos fundidos em ouro. Como controle, utilizaram dentes endodonticamente tratados, mas sem nenhum pino ou preenchimento. A cimentação dos pinos de fibras de carbono e de aço inoxidável foi feita com cimento resinoso; no caso dos pinos fundidos, utilizou-se cimento de fosfato de zinco. As amostras do grupo controle destacaram-se como as mais resistentes. Estatisticamente, não houve diferença significativa entre os pinos de aço inoxidável e os pinos fundidos de ouro. Os pinos de fibras de carbono, embora mais fracos

que os outros pinos testados, causaram o tipo de falha menos desfavorável para a estrutura dental remanescente.

Christensen, em 1998, enunciou parâmetros de indicação, seleção, e confecção dos retentores intrarradiculares. Relacionou a necessidade de instalação de pinos com a quantidade de estrutura coronária remanescente, indicando a utilização de tais dispositivos em casos onde mais da metade da estrutura dental estiver comprometida. Nos casos de extrema destruição coronária com remanescente dentinário de aproximadamente 1mm, recomendou a realização de tracionamento ortodôntico ou aumento de coroa clínica, alertando para maior suscetibilidade desses elementos à fratura vertical radicular, apresentando um prognóstico desfavorável.

Sirimai et al., em 1999, avaliaram “in vitro”, a resistência à fratura de dentes restaurados com pinos metálicos fundidos e cimentados com fosfato de zinco e pinos pré-fabricados associados a um cimento resinoso. A análise dos resultados mostrou que pinos metálicos fundidos fixados com fosfato de zinco apresentam maior resistência à fratura, porém, quando esta ocorre, na maioria das vezes no sentido vertical, impossibilita o aproveitamento do dente. Verificaram, ainda, que os pinos pré-fabricados cimentados com cimento à base de resina falhavam com uma carga menor. No entanto, as fraturas verticais eram significativamente menores.

Ferrari et al., em 2000b, fizeram um estudo retrospectivo clínico e radiográfico do desempenho de 1314 pinos de fibras divididos em C-Post, Aestheti Posts e Aestheti Plus Post, após um período de 01 a 06 anos de utilização clínica. As avaliações mostraram que não havia diferenças entre os grupos, embora a duração dos C-Post variasse de 18-68 meses (média 46), dos Aestheti Posts de 12-18 meses (média 14) e dos Aestheti Plus posts de 12-16 meses (média 13). Dos núcleos avaliados, 3,2% falharam, sendo 25 por decimentação, onde todas as amostras tinham menos de 2,0 mm de

remanescente dentinário e 16 por problemas endodônticos. Não foram observadas fraturas de raízes nem deslocamento da coroa.

Segundo Rijk, em 2000, a necessidade de retratamento endodôntico por diversas causas gira em torno de 8 a 15%, sendo a remoção dos retentores intrarradiculares um dos maiores obstáculos. Baseado nessas informações verificou que o uso de pinos de fibras, além das vantagens de módulo de elasticidade e união com o cimento, apresentam a grande vantagem de serem facilmente removidos. Nesse estudo descreveu a utilização de um estojo de remoção de pinos de fibras, afirmando que os mesmos podem ser removidos com sucesso em curto período de tempo.

Ferrari et al., em 2000c, compararam o desempenho de dentes restaurados com pinos metálicos e pinos reforçados por fibras, restaurados com coroas metalo-cerâmicas, após 04 anos de instalação. Foram selecionados 200 dentes com severa perda estrutural após tratamento endodôntico. No grupo I, os dentes receberam pinos Composipost (RTD) com profundidade de 9,0 mm, fixação com cimento à base de resina C&B (Bisco) e o núcleo de BIS-Core (Bisco). O grupo II recebeu pino metálico fundido e fixação com fosfato de zinco. Os exames clínicos e radiográficos foram feitos após a cimentação, com 06 meses, 01, 02 e 04 anos. Os resultados revelaram que para o grupo I, a taxa de sucesso clínico foi de 95%, sendo 2,0% de falhas devido a problemas endodônticos e 3,0% dos dentes excluídos da avaliação pelo não comparecimento dos pacientes. Para o grupo II, a taxa de sucesso clínico foi de 84%, sendo 9,0% das falhas por fratura da raiz, 2,0% por deslocamento das restaurações, 3,0% por falhas endodônticas e 2,0% não compareceram à avaliação. Os autores concluíram que o sistema de pino reforçado por fibras apresentou um resultado superior ao do núcleo convencional.

Boone et al., em 2001, por meio de estudos “in vitro”, avaliaram a retenção de pinos metálicos pré-fabricados Para Posts retidos com cimento à base de resina. Os autores analisaram possíveis interferências em relação ao momento de

instalação e tipo de cimento endodôntico. A análise dos resultados mostrou uma melhora significativa na retenção quando o preparo do espaço para pino era feito depois da obturação dos canais radiculares, removendo, portanto, qualquer dentina contaminada em contato com o pino ou com o núcleo. Não foram encontradas diferenças com relação à cimentação imediata ou tardia, bem como do tipo de cimento utilizado na obturação dos canais.

Krasteva, em 2001, reportou 03 casos clínicos, discutindo a utilização de pinos de fibras de vidro em dentes tratados endodonticamente, os quais receberiam restaurações livres de metal. A autora comenta que a utilização de pinos de fibras passou a ser uma alternativa viável em substituição aos pinos metálicos, uma vez que aumentam a resistência à flexão, e a resistência à tração. E destaca ainda a vantagem estética do sistema.

Akkayan & Gülmez, em 2002, avaliaram a resistência e o modo de fratura de 40 caninos superiores endodonticamente tratados e restaurados com retentores intrarradiculares de titânio, fibras de quartzo, fibras de vidro e zircônia, divididos em 04 grupos respectivamente. Todos os pinos foram fixados com sistema adesivo de frasco único (Single Bond) associado a um cimento de polimerização dual (Rely-X ARC). Sobre os retentores foram confeccionados preenchimentos de resina e posteriormente coroas metálicas foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro (Vitremer). Em seguida, as amostras foram submetidas às cargas compressivas num ângulo de 130°. As cargas médias que causaram fraturas foram de 66,95; 91,20; 75,90 e 78,91 Kg, respectivamente. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que os pinos de fibras de quartzo apresentam resistência à fratura significativamente maior que os demais. Verificaram, também, que os pinos de fibras de quartzo e de vidro apresentavam fraturas tratáveis, favoráveis ao reparo, enquanto nos de titânio e zircônia as fraturas foram catastróficas.

Pest et al., em 2002, verificaram por meio de teste de elementos finitos, que os núcleos menos rígidos distribuem melhor o stress do que os rígidos uma vez que esses materiais não geram forças na área de interface, mas sim na dentina ao redor do terço central do canal radicular. Isso preserva a interface crítica entre dentina e material restaurador. Os núcleos não rígidos são programados para funcionar como um monobloco, portanto, devem apresentar módulo de elasticidade (16-40 GPa) similar ao da dentina (18,6 GPa), cimentos à base de resina (6,8 – 10,8 GPa) e resina composta (5,7 – 25,0 GPa).

Heydecke & Peters, em 2002, fizeram uma revisão crítica da literatura para comparar o desempenho de pinos metálicos e dos diversos tipos de pinos pré-fabricados associados a núcleos de confecção direta. Os trabalhos foram selecionados pela busca eletrônica em base de dados, onde foram encontradas 1773 referências. Após submeter essas referências a um criterioso processo de inclusão, restaram 10 estudos laboratoriais e 06 clínicos para serem criticamente revisados. Os trabalhos laboratoriais não revelaram diferença estatisticamente significativa entre pinos fundidos e pré-fabricados, quando se compararam as cargas de fratura. A análise dos dados sugere que não há diferença entre o tipo de fratura nas duas modalidades de tratamento. Finalmente, concluíram que a técnica tradicional de pinos fundidos necessita de maior tempo de trabalho e envolve maior custo laboratorial e de metal. No entanto, é preciso realizar estudos clínicos aleatórios e controlados, para se determinar a modalidade apropriada de tratamento para os dentes com canais radiculares tratados.

Boschian et al., em 2002, comentaram que uma grande mudança vem ocorrendo no uso de materiais para a confecção de retentores intrarradiculares. Segundo eles, os materiais muito rígidos (aço inox, ouro e dióxido de zircônio), vêm sendo substituídos por materiais com características mecânicas semelhantes à dentina, tais como os pinos de fibras e as resinas compostas, viabilizando assim a criação de unidades mecanicamente homogêneas. Os novos materiais, segundo os autores, oferecem a vantagem de reduzir o risco à fratura, já que permitem

melhor distribuição de cargas, além de apresentarem valores mais compatíveis de módulo de elasticidade. A presença de fibras seria mais uma vantagem, uma vez que essas fibras teriam a capacidade de distribuir o “stress” sobre uma superfície mais ampla, aumentando o limiar a partir do qual o material começa a ganhar micro fraturas. Os autores destacaram ainda, que materiais compostos por fibras apresentariam maior resistência à fadiga e alta resistência ao impacto.

Mannocci et al., em 2002, avaliaram a taxa de sucesso clínico de 117 pré molares endodonticamente tratados restaurados com pinos de fibra de carbono e resina direta ou reconstruídos com núcleos de preenchimento em resina composta e coroas metalo-cerâmicas. Em 3 anos de acompanhamento clínico e radiográfico, os autores não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os 2 grupos. As falhas encontradas foram decimentação do pino e desadaptação da coroa. Não foram observadas fraturas radiculares nesse estudo.

Newman et al., em 2003, verificaram a resistência e o modo de fratura de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente que receberam diferentes retentores intrarradiculares (Para-post – metal, grupo controle; Fibrekor - fibra de vidro; Dentatus lucent Anchors - fibra de vidro; e Ribbond - estandardizado e não estandardizado - fibras de polietileno), observando a possível influência do alargamento do conduto. Os resultados desse estudo mostraram que o pino metálico é significativamente mais resistente que os demais, entretanto, o modo de fratura dos pinos reforçados por fibras é mais favorável, preservando o remanescente dental.

Malferrari et al., em 2003, realizaram um estudo clínico prospectivo envolvendo 180 dentes endodonticamente tratados restaurados com pinos de fibra de quartzo. Os pacientes foram reavaliados nos períodos de 6, 12, 24 e 30 meses. Durante as avaliações não ocorreram fraturas nem decimentações do pino, preenchimento ou coroa. Os pacientes permaneceram sem sintomatologia dolorosa, com tecido periodontal saudável e ausência de cárie.

Scotti & Ferrari, em 2003, reuniram em um livro bastante informação e experiência sobre a técnica, as propriedades, as indicações e as contra-indicações de todos os pinos hoje disponíveis, sem esquecer passos importantes como tratamento endodôntico, a cimentação e as possíveis complicações. Os autores enfatizaram que os fracassos são mais observados em elementos com escasso tecido coronário remanescente, menos de 2 mm. Afirmaram também, baseados em estudos clínicos, que os pinos de fibras já podem ser considerados menos danosos para as estruturas radiculares do que os pinos metálicos e núcleos fundidos.

Lassila et al., em 2004, testaram a resistência ao dobramento e à fratura de diversos pinos de fibras. Nesse mesmo estudo, os autores determinaram ainda a influência da ciclagem térmica e do contato com a umidade sobre as propriedades desses pinos. Os pinos com maior diâmetro revelaram resistência ao dobramento inferior à dos pinos com menor diâmetro. Nos testes de resistência à fratura, tal resultado se inverteu. Todos os pinos tiveram sua resistência ao dobramento reduzida após termo ciclagem em cerca de 10%, a resistência a fratura, em aproximadamente 18%. Analisando essa diminuição, os autores afirmaram que a diferença entre os coeficientes individuais de expansão térmica dos materiais que compõem os pinos pode, em longo prazo, afetar a estabilidade da combinação pino de fibra/dente, ressaltaram que há uma variação ampla entre o coeficiente de expansão térmica da fibra e da matriz polimérica.

Iglesia - Puig & Arellano Cabornero, em 2004, descreveram a técnica do pino anatômico durante a reportagem de um caso clínico. A técnica consiste basicamente na modelagem de um pino de fibra com resina composta. O que teoricamente diminui o fator C e a linha de cimentação, favorecendo a retenção do conjunto. A técnica de confecção direta permite a cimentação do núcleo em uma única sessão de atendimento.

Galhano et al., em 2005, investigaram a resistência flexural de pinos de fibras de quartzo, de carbono e fibras de vidro (C-Post, Aestheti-Post, Aestheti-Plus, Light-Post, D.T. Light-Post, Parapost White, Fiberkor e Reforpost) por meio de testes de flexão por 3 pontos. Os melhores resultados foram obtidos pelo Aestheti-Post – 677.4 MPa (fibras de carbono e quartzo) e pelo Aestheti-Plus – 666.2 MPa (fibras de quartzo). O Reforpost – 433.8 MPa (fibras de vidro) obteve desempenho inferior.

Mannocci et al., em 2005, realizaram um estudo clínico comparativo randomizado com 219 dentes endodonticamente tratados restaurados com amálgama ou com resina composta e pino de fibra de carbono. Após 5 anos de preservação a taxa de retenção para as 2 intervenções clínicas não apresentou diferenças significativas. Sendo o amálgama mais eficaz na prevenção de cárie secundária e a resina mais eficaz na prevenção de fraturas.

Grandini et al., em 2005, realizaram um estudo clínico retrospectivo com 81 pacientes que receberam restaurações diretas em resina composta e pinos de fibras de vidro. Foram incluídos nesse estudo 38 dentes anteriores com remanescentes dentinários de 50% e 68 dentes posteriores com duas ou três paredes. As amostras foram restauradas da seguinte forma: pinos de fibra translúcidos (DT post), sistema adesivo de frasco único (one step - Bisco), cimento resinoso dual (Dual Link - Bisco) e resina micro-híbrida. Os dentes foram reavaliados nos períodos de: 6, 12, 24 e 30 meses, sob os seguintes critérios: presença de lesão periapical, retenção, infiltração marginal, estabilidade de cor e resistência ao desgaste. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que a restauração de um dente endodonticamente tratado com pinos de fibra de vidro e resina composta direta é uma opção conservadora de tratamento.

Bitter et al., em 2006, avaliaram a resistência adesiva de retentores intrarradiculares de fibras de vidro e óxido de zircônia a diversos agentes cimentantes (Clearfill core multi-link, panavia-F, Permaflo DC, Rely-X unicem,

variolink II e Ketac cem). Investigaram, também, a influência de diferentes pré-tratamentos de superfície (abrasão com partículas de óxido de alumínio, Rocatec e Cojet) na resistência adesiva dos pinos de óxido de zircônia. Após análise dos testes de cisalhamento por extrusão (push-out) os autores concluíram que a resistência adesiva é significativamente afetada pelo tipo de pino e agente cimentante. A resistência adesiva para todos os cimentos foi mais alta nos pinos de fibra de vidro, com exceção do multilink e permaflo DC que obtiveram melhores resultados nos pinos de óxido de zircônia. Os pré-tratamentos de superfície aumentam significativamente a resistência adesiva, a microscopia eletrônica de varredura revelou a formação de irregularidades distintas na superfície dos pinos de óxido de zircônia.

Wegner et al., em 2006, realizaram um estudo clínico retrospectivo com 360 pacientes, onde foram avaliados 864 dentes endodonticamente tratados reabilitados proteticamente. Os autores calcularam o índice de sobrevivência baseados nos seguintes parâmetros: tipo de pino, tipo de restauração protética, tempo de preservação, e nos casos de insucesso o modo de fratura. Após a análise dos resultados os autores concluíram que: restaurações em dentes endodonticamente tratados têm alto risco de insucesso, quando utilizadas como apoio de próteses fixas (P.P.F.) ou removíveis (P.P.R.); o índice de sobrevivência foi afetado pelo tipo de dente (P.P.R.); material de preenchimento (P.P.F.); diâmetro do pino (P.P.R.); apoios de P.P.R. com pinos fixados com cimento resinoso tiveram maiores índices de sobrevivência comparados à cimentação convencional; restaurações diretas com pinos pré-fabricados e núcleos de preenchimento tiveram índices de sobrevivência maiores que dos núcleos fundidos; o comprimento do pino não afeta a sobrevivência do dente restaurado e; o índice de sobrevivência de um dente com tratamento endodôntico, quando utilizado como apoio para P.P.R. é menor que em dentes vitais.

Salameh et al., em 2006, compararam a resistência e o modo de fratura de 90 molares inferiores recém extraídos restaurados com resina composta,

utilizando-se pinos de fibras de vidro translúcidos ou não. As amostras foram divididas de acordo com o número de paredes residuais (0, 1, 2, 3, 4) e submetidas a forças axiais compressivas até o momento da fratura. As falhas foram observadas macroscopicamente e classificadas em restauráveis e não restauráveis (fraturas radiculares). Após a análise dos resultados os autores concluíram que a resistência à fratura de um dente endodonticamente tratado restaurado com resina composta é afetado principalmente pelo número de paredes residuais, e o uso de pinos reforçados por fibras otimiza o modo de fratura.

Qing et al., em 2007, realizaram um estudo “in vitro” para determinar a resistência e o modo de fratura de 30 dentes humanos unirradiculares restaurados com pinos de fibra de vidro, zircônia e núcleos metálicos fundidos em níquel cromo. Os autores concluíram que os núcleos metálicos suportam cargas significativamente maiores que os demais sistemas, sendo a fratura radicular o padrão mais frequentemente observado.

Bonfante et al., em 2007, analisaram a resistência e o padrão de fratura de diferentes técnicas de confecção de retentores intrarradiculares. Os autores não encontraram diferenças significantes entre os núcleos metálicos fundidos (NMFS) e os pinos anatômicos. No entanto, todas as fraturas radiculares associadas aos NMFS foram classificadas como desfavoráveis ao reparo. Situação observada em apenas 30% das amostras reabilitadas com pinos anatômicos confeccionados com resina composta e fibra de vidro.

Cagidiaco et al., em 2008, avaliaram se a quantidade de remanescente dental e a instalação de um retentor intrarradicular influenciou no prognóstico de 360 pré molares endodonticamente tratados. E após 3 anos de acompanhamento clínico e radiográfico os autores concluíram que a instalação de pino de fibra quartzo e a presença de pelo menos 1 parede de estrutura remanescente contribuem significativamente com a sobrevivência do elemento dental.

McLaren et al., em 2009, compararam 'in vitro' a resistência e o modo de fratura de pinos reforçados por fibras de quartzo e vidro e pinos de aço inoxidável, cimentados com 5 ou 10 mm de profundidade. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que os pinos de aço inox com 10 mm de profundidade suportam cargas significativamente maiores. Mas estão associados a um grande número de fraturas radiculares.

Nam et al., em 2010, realizaram testes de fotoelasticidade, resistência e padrão de fratura em 100 pré molares inferiores com quantidades variadas de remanescente (0 a 4 paredes). E concluíram que a instalação de um pino de fibra de vidro favorece a resistência a fratura e a distribuição de "stress" de pré molares com 2 ou mais paredes remanescentes.

2.4- Evolução e classificação dos sistemas adesivos

Em 1955, Buonocore, observou que o uso industrial de ácido fosfórico promovia uma melhor adesão de tintas e resinas às superfícies metálicas. O autor aplicou esse ácido ao esmalte de dentes extraídos, aumentando dessa forma, a energia superficial, o que proporcionou uma molhabilidade mais efetiva do adesivo. A partir desses novos conceitos, Buonocore iniciou a maior revolução da Odontologia Restauradora, inaugurando a Dentística Adesiva, com condutas mais conservadoras.

Bowen, em 1964, descobriu que o produto da reação entre um bisfenol A e glicidil-metacrilato com TEG-DMA (trietilenoglicol-metacrilato) se polimerizado em condições ideais apresentava uma contração de polimerização de apenas 5%, e resinas compostas por essa matriz apresentavam boas propriedades físicas e mecânicas. Esse sistema é chamado BIS-GMA (bisfenol A-glicidil metacrilato) sendo o sistema mais usado em resinas atualmente. As vantagens conseguidas com o BIS-GMA sugerem aumento de resistência a esforços, estabilidade dimensional e de cor, menor contração de polimerização, menor volatilidade, o que diminui a formação de porosidades e melhora a textura da superfície.

Nos primórdios da era adesiva, durante o início da década de 70, quando o condicionamento ácido era limitado à região do esmalte, a capacidade retentiva das restaurações em resina eram insatisfatórias (5 MPa) devido à diferença de composição entre esmalte e dentina e a presença da camada de esfregaço (“smear layer”), descrita por Eick et al., em 1970.

Foi então que Fusayama, em 1977, propôs o condicionamento ácido em dentina com a finalidade de remover completamente a “Smear layer”, expondo as fibrilas colágenas. Esse autor preconizou também o uso de adesivos a base de Fenil-P, HEMA e BIS-GMA (ésteres fosfonados), capazes de unirem-se ao colágeno.

A partir desses novos conhecimentos, Nakabayashi, em 1982, definiu adesão dentinária como um entrelaçamento físico-químico do adesivo com a malha de colágeno, onde os monômeros hidrófilos que compõem os adesivos interpenetram de modo micromecânico na teia de fibras de colágeno expostos, formando uma estrutura mista com fibras envolvidas por resina e cristais de hidroxiapatita, batizada como camada híbrida.

Kanca, em 1992, estudando essa interdependência entre malha de fibrilas colágenas e a camada híbrida, descreveu a técnica úmida (“wet bonding”) cujos benefícios derivam da capacidade da água manter a rede de colágeno íntegra para permitir a difusão dos monômeros. O autor aconselha apenas a remoção do excesso de água com bolinhas de algodão ou papel absorvente por capilaridade, pois os jatos de ar resultariam no colapamento das fibrilas colágenas, o que impediria à entrada dos monômeros do sistema adesivo e conseqüentemente a formação da camada híbrida.

A especificação 907 da American Society For Testing and Materials (ASTMD), define adesão como “o estado em que duas superfícies são mantidas unidas por forças interfaciais, às quais podem consistir em forças covalentes, forças de interpenetração mecânicas ou ambas” (Packham, 1992).

De acordo com Akinmade & Nicholson, em 1993, existem 03 palavras-chave que definem a adesão às estruturas dentárias: adesivo, resistência adesiva e durabilidade. O adesivo é um material geralmente líquido, que solidifica entre dois substratos, sendo capaz de transferir uma carga de um substrato para outro. Resistência adesiva é a capacidade de uma união adesiva suportar uma carga. E o período de tempo durante o qual essa adesão permanece estável é a durabilidade.

Clinicamente considerando a dificuldade em mensurar a quantidade de água que se deve deixar na superfície da dentina, alguns autores (Nakabayashi 1992, Nakabayashi & Takarada 1992, Watanabe et al. 1994) buscaram simplificar a técnica adesiva, tornando-a menos susceptível a erros; começaram a utilizar a filosofia dos adesivos autocondicionantes (“self-etching primers”), a qual exclui a etapa do condicionamento ácido do esmalte e dentina, funcionando o próprio primer como condicionador, que não é lavado com água.

Baseados na técnica de hibridização, Van Meerbeek et al. (2001 e 2003), descreveram 3 mecanismos distintos de adesão, classificando – os em: adesivos condicione e lave (“etch-and-rinse adhesives”); adesivos autocondicionantes (“self-etch adhesives”); e adesivos ionoméricos (“glass-ionomer adhesives”).

Os adesivos condicione e lave necessitam da fase de condicionamento ácido, comumente realizado com ácido fosfórico (H_3PO_4), nas concentrações de 30 - 40 %. Podendo ser dividido em 2 categorias: de 3 passos, onde o primer e o adesivo são armazenados em frascos distintos; e de 2 passos, onde o primer e o adesivo são acondicionados no mesmo frasco, por esse motivo também conhecidos como sistemas de frasco único.

Os adesivos autocondicionantes excluem a etapa do condicionamento ácido. Monômeros ácidos foram incorporados ao primer desses adesivos com a finalidade de condicionar e preparar simultaneamente o substrato para receber o adesivo. Podendo ser dividido em 2 categorias: de 2 passos, onde o primer e o

adesivo são armazenados e aplicados separadamente; e de passo único ou todos em um (“all in one”), assim denominados devido ao fato do primer e do adesivo, apesar de acondicionados separadamente, serem misturados nas devidas proporções e aplicados concomitantemente ao substrato. Os adesivos autocondicionantes podem também receber uma classificação de acordo com o seu pH (Van Meerbeek et. al., 2001): fortes (pH inferior a 1); suaves (pH de aproximadamente 2); e ultra suaves (pH de aproximadamente 2,7).

Os adesivos ionoméricos são considerados os únicos materiais auto-adesivos às estruturas dentárias. O ácido poliacrílico é utilizado como pré - tratamento de superfície, removendo a “smear layer” e expondo as fibrilas colágenas na profundidade de 0,5 – 1 µm. Posteriormente os componentes do ionômero de vidro interpenetram, estabelecendo uma adesão micro-mecânica, somada a adesão química obtida pela interação iônica do grupo carboxílico presente no ácido poliacrílico com os íons cálcio presentes na hidroxiapatita do substrato.

2.5- Aspectos morfológicos da camada híbrida

Ferrari et al., em 1996, observaram por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a formação da camada híbrida, “tags” de resina e ramificações laterais de 3 sistemas adesivos: Prime Bond 2.0, Scotchbond Multi Purpose Plus (ambos condiciona e lave de 2 e 3 passos respectivamente) e o Clearfil Liner Bond (autocondicionante de 2 passos), sob condições clínicas e laboratoriais. Após análise das imagens, os autores concluíram que todos os sistemas apresentaram formação de camada híbrida, “tags” de resina e ramificações laterais, com morfologia semelhante tanto “in vivo” quanto “in vitro”.

Mannocci et al., em 1999, por meio de estudo comparativo de microscopia eletrônica de varredura (MEV), analisaram o comportamento de retentores de fibra de vidro, de carbono e titânio, associados a cimentos resinosos (All Bond II e C&B Metabond). Verificaram também, como se comportam os pinos de fibras de

carbono cimentados com Panavia 21. Os resultados mostraram que o All Bond II formou uma camada híbrida mais uniforme, com prolongamentos de resina mais longos do que o Panavia 21. Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada nos grupos de núcleos tratados com o mesmo sistema adesivo. Na parte apical da maioria das amostras, foi observada somente a presença do adesivo, ausência completa do cimento. Finalmente, os autores concluíram que o sistema adesivo de 03 passos é o mais recomendável para se obter uma união segura entre o pino, o cimento e as paredes do canal.

Ferrari et al., em 2000d, com o consentimento de uma paciente de 58 anos de idade que apresentava um incisivo central superior condenado devido a uma fratura vertical, cimentaram um pino de fibras de carbono, utilizando um sistema adesivo condicione e lave de 02 passos (One Step) e cimento resinoso autopolimerizável químico (C&B Metabond). Uma semana depois, a raiz foi extraída e observada por meio de MEV, que revelou a formação de uma camada híbrida ao longo do canal, com espessura entre 3 - 5 μm , prolongamentos (“tags”) de resina de 10 e 20 μm , com maior densidade no terço cervical, comprovando a eficiência da cimentação sob condições clínicas.

Ferrari et al., em 2001, avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) a eficiência de diferentes técnicas adesivas (micro pincel e pincel do fabricante) nas paredes intrarradiculares de dentes humanos extraídos. Nesse estudo foram utilizados 02 sistemas condicione e lave de 02 e 03 passos (One Step e All Bond 2), um cimento resinoso dual (Dual Link) e um cimento resinoso autopolimerizável químico (C&B Metabond). Durante a análise, os autores observaram a formação da camada híbrida, “tags” de resina e ramificações laterais, concluindo que o micro pincel deve ser usado em procedimentos clínicos de adesão às paredes radiculares para promover uma zona de interdifusão dentina/resina (camada híbrida) uniforme e contínua nos terços cervical e médio.

Tay & Pashley, em 2001, por meio de microscopia eletrônica de transmissão (MET), observaram a profundidade de penetração além da camada de esfregaço (“smear layer”) dentinária de 03 sistemas autocondicionantes: Clearfil Megabond - 02 passos (camada híbrida com aproximadamente 0,4 – 0,5 µm de espessura); Non-Rinse conditioner/Prime Bond NT – 02 passos (camada híbrida com aproximadamente 1,2 - 4 – 2,2 µm de espessura); e Prompt L-Pop de passo único (camada híbrida com aproximadamente 2,5 – 5,0 µm de espessura), classificando-os em suaves, moderados e agressivos, de acordo com a capacidade de penetração na camada de esfregaço e profundidade de desmineralização da dentina adjacente. Constatou-se que os sistemas mais agressivos solubilizam completamente a camada de esfregaço e os “Smear Plugs”, formando uma camada híbrida com espessura compatível com os sistemas condicione e lave.

Pashley & Tay, em 2001, investigaram os efeitos do condicionamento em esmalte por meio de MEV; a morfologia da camada por meio de MET; e a resistência adesiva mensurada por meio de testes de microtração. Os sistemas autocondicionantes testados foram: Clearfil Megabond (02 passos), Non-Rinse conditioner/Prime & Bond NT (02 passos) e o Prompt L-Pop (passo único). O sistema condicione e lave de 03 passos (All Bond 2) foi utilizado como grupo controle. O Clearfil Megabond apresentou efeito mais suave de condicionamento; já o Prompt L-Pop obteve padrões similares ao grupo controle. A resistência adesiva dos 03 sistemas autocondicionantes foi significativamente mais baixa em relação ao sistema condicione e lave de 03 passos, mas não apresentou diferença estatística entre eles. Os autores concluíram que não existe relação entre padrão de condicionamento e resistência adesiva aceitando a hipótese nula que a eficiência dos primers autocondicionantes em esmalte não dependem do padrão de condicionamento ácido.

Vichi et al., em 2002a, investigaram a efetividade de sistemas adesivos condicione e lave de 02 passos (Scotchbond 1, One Step e All Bond) e 03 passos

(All Bond 2, Scotchbond MPP), por meio de MEV. Os autores observaram a formação da camada híbrida, “tags” (prolongamentos) de resina e ramificações laterais após a cimentação de pinos de fibras de quartzo (AESTheti-Plus com profundidade de 9,0mm) com cimentos resinosos autopolimerizáveis (C&B Metabond, Opal Luting Ciment e Post Ciment Hi-X) e um Dual (Rely-X ARC). Concluíram que o sistema condicione e lave de 03 passos forma um embricamento mecânico mais amplo, quando comparado aos sistemas condicione e lave de 02 passos.

Vichi et al., em 2002b, analisaram a influência de 02 tipos de pincéis utilizados para levar a solução “Primer-Adesivo” do sistema condicione e lave de 02 passos (Scotchbond 1) ao interior do canal radicular, observando a formação da camada híbrida, prolongamentos (“tags”) de resina e ramificações laterais, quando associados aos pinos de fibras translúcidos (RTD) e cimento resinoso dual (Rely-X ARC). A análise das microscopias eletrônicas de varredura mostrou que o tipo de pincel afeta o mecanismo de união. A utilização de um micro pincel (“microbrush”) proporciona a formação de camada híbrida, prolongamentos e ramificações laterais com forma e densidade similares em toda a extensão da raiz. Entretanto a formação de ramificações laterais só foi observada no terço cervical e a camada híbrida foi menos uniforme no terço apical.

Tay et al., em 2003, constataram via MET e infiltração com nitrato de prata a formação de árvores de água, potenciais sítios de degradação hidrolítica, após 1 ano de imersão em água. Os autores relacionaram esse tipo de nanoinfiltração à acidez dos sistemas adesivos.

Bitter et. al., em 2009, correlacionaram a resistência adesiva às características morfológicas com cimentos resinosos e sistemas adesivos. Foram utilizados os cimentos Panavia F 2.0, PermaFlo DC, Variolink II, RelyX Unicem, and Clearfil Core. A resistência adesiva foi mensurada através do teste de push-out e as amostras observadas em microscópio confocal. A resistência adesiva

bem como as características morfológicas das diferentes camadas híbridas formadas foram significativamente afetadas pelos materiais utilizados, porém estes fatores não estão correlacionados. O cimento resinoso ionomérico autoadesivo apresentou esporadicamente a formação de “tags” de resina, possuindo uma maior resistência adesiva. Estes resultados indicam que a interação química entre cimento autoadesivo e hidroxiapatita pode ser mais importante do que a capacidade do material de hibridizar a dentina.

2.6- Resistência Adesiva

Perdigão et al., em 1994 avaliaram a resistência adesiva de 4 adesivos: All Bond 2, Scotchbond MPP (ambos condicione e lave de 3 passos); e Amalgambond Plus, Prisma Universal Bond (ambos autocondicionantes de 2 passos), ao substrato dentinário com diferentes níveis de mineralização. As amostras foram submetidas a testes de microtração, e os modos de fratura foram observados por meio de MEV. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que a resistência adesiva em dentina sadia é significativamente mais alta que nos demais substratos.

Armstrong et al. , em 1998 , investigaram a resistência adesiva e o modo de fratura de 2 sistemas condicione e lave de 3 passos (All Bond 2 e Optibond FL) aplicados em dentina cervical. Os testes de microtração e MEV mostraram que não há diferença estatisticamente significativa entre os 2 sistemas. O All Bond 2 obteve média de 40,7 MPa e o Optibond FL média de 34,0 MPa, com 55% de falhas coesivas (em dentina ou resina).

Pereira et al., em 1999 , investigaram o efeito da umidade intrínseca de diferentes regiões dentinárias na resistência adesiva de um sistema autocondicionante de 2 passos (Clearfil Liner Bond 2) e outro sistema condicione e lave de 2 passos (One-Step). Após análise dos resultados dos testes de microtração e dos modos de fratura por meio de microscopia eletrônica de varredura, os autores concluíram que o sistema autocondicionante comportou-se

de forma mais regular, uma vez que não se observou influência da profundidade da dentina na qualidade da adesão promovida por esses materiais.

Koibuchi et al., em 2000, avaliaram o efeito da espessura da camada de esfregaço na resistência adesiva, por meio de testes de microtração, do Clearfil Liner Bond 2 - sistema autocondicionante de 2 passos em dentes humanos. O adesivo foi aplicado de acordo com as especificações do fabricante. Após os ensaios mecânicos, as falhas foram observadas por meio de microscopia eletrônica de varredura. A partir da metodologia aplicada e dos resultados obtidos, os autores concluíram que, quanto mais espessa a camada de esfregaço (“smear layer”), mais prejudicada fica a adesão, com as falhas adesivas ocorrendo entre o topo da dentina hibridizada e o adesivo.

Hashimoto et al., em 2001, avaliaram a resistência adesiva de 2 sistemas condicione e lave de 2 passos (One-Step e Optibond Solo), em diferentes períodos de condicionamento ácido (15, 60, 120, 180 segundos). Após análise dos testes de microtração e observação dos modos de fratura por MEV e MET, os autores verificaram, para ambos os sistemas que o aumento do tempo de condicionamento ocasionou um decréscimo significativo na resistência adesiva, e diminuição do número de fraturas coesivas em resina.

Gaston et al., em 2001, por meio de testes de microtração verificaram a resistência adesiva de cimentos à base de resina (C&B Metabond-químico e Panavia 21-polimerização por oxi-redução) nos 3 terços da raiz (cervical, médio, e apical). Para o Panavia 21 não foi feito condicionamento ácido na dentina, enquanto que para o C&B Metabond foi utilizado ácido cítrico a 10% por 20 segundos, para remoção da lama dentinária antes da aplicação do cimento. Os resultados indicam que ambos os cimentos apresentaram altas forças de adesão (12-23 MPa), e que a resistência adesiva no terço apical foi significativamente maior que nos terços cervical e médio.

Bouillaguet et al., em 2003, por meio de ensaios de microtração verificaram a resistência adesiva de cimentos resinosos e ionoméricos à dentina radicular em canais íntegros e alargados. Caninos e pré-molares humanos foram preparados para receber pinos de resina cimentados com: Single Bond (condicione e lave de 2 passos) + Rely X (dual); ED Primer (autocondicionante) + Panavia F (polimerização por oxi-redução); C&B Metabond (autopolimerizável-químico) e Fuji Plus (ionômero de vidro). Após os testes, os autores verificaram que a resistência adesiva nos canais intactos era significativamente menor do que nos canais alargados, e que os cimentos Rely X e Panavia F apresentaram maior resistência adesiva que os demais cimentos. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que o “stress” gerado durante a contração de polimerização (Fator C) ou problemas de acesso ao canal podem ter determinado uma menor adesão nos canais íntegros. Finalmente, sugeriram que os canais não devem ter uma profundidade grande e devem ter um remanescente coronário suficiente para dar suporte e facilitar os procedimentos de cimentação.

Carvalho et al., em 2004, avaliaram uma técnica adesiva experimental que reduz a permeabilidade da camada de adesivo nos túbulos dentinários. Foram utilizados os cimentos Panavia F (Kuraray) e Bistite II DC (Tokuyama) associados aos sistemas adesivos de dois passos e autocondicionantes. Os grupos experimentais foram devidamente preparados e armazenados por 24 horas e submetidos aos testes microtração. As faces fraturadas foram então levadas ao MEV para análise do padrão de fratura. O cimento Panavia apresentou uma resistência adesiva significativamente menor que o Bistite II DC. A camada adicional de LVBR aumentou significativamente a resistência adesiva do Panavia F, mas não do Bistite II DC. As imagens revelaram que a aplicação da camada adicional de LVBR reduziu a permeabilidade de ambos os sistemas.

Tay & Pashley, em 2004, durante um artigo de revisão sobre adesividade em dentina esclerótica cervical, concluíram que o uso de clorexidina a 2% ou de adesivos bactericidas justifica-se pela notável complexidade da dentina esclerótica

cervical não cariada que comumente apresentava bactérias aderidas e incorporadas à camada híbrida, o que poderia comprometer sua performance a longo prazo. A resistência adesiva em dentina esclerótica dos “primers” autocondicionantes se compara à obtida por sistemas condicione e lave, embora fosse mais baixa que em dentina sadia.

Scribante et al., em 2006, compararam a resistência adesiva de 3 sistemas adesivos utilizados para cimentação de pinos reforçados por fibras. As amostras (dentes bovinos) foram submetidas a testes de microtração. Após a análise dos resultados os autores concluíram que o Trans Bond XT (condicione e lave de 2 passos), foi significativamente ($p < 0,05$) mais efetivo que o Fuji Ortho LC (ionômero de vidro resino modificado) e que a Tetric Flow (condicione e lave de 2 passos), que não apresentaram diferença estatística entre si.

Em 2006, Sadek et al., realizaram um estudo a fim de examinar a influência do tempo de armazenamento das amostras na interface de adesão dos pinos de fibra de vidro e a dentina. Os pinos de fibra de vidro foram então cimentados nas porções radiculares com cimento resino e cimento de fosfato de zinco e seccionados em fatias que foram divididas em subgrupos de acordo com tempo de ensaio (se imediato ou em 24 horas). Os resultados revelaram uma resistência adesiva melhor depois de 24 horas de armazenagem.

Goracci et al., em 2007, realizaram um levantamento bibliográfico a fim de resumir as evidências laboratoriais relacionadas à capacidade adesiva de pinos intrarradiculares desde sua introdução na odontologia. Embora a adesão intrarradicular seja pior que a coronária, atualmente os sistemas adesivos e cimentos resinosos são capazes de promover uma união adequada. Para reforçar o vínculo entre a interface do pino, produtos químicos diversos pré-tratamentos da superfície foram testadas com resultados positivos. Cimentos resinosos auto-adesivos foram recentemente propostos para simplificar o procedimento de

cimentação, porém, no que diz respeito à durabilidade, mais estudos precisam ser realizados.

Wrbas et. al., em 2007, avaliaram a resistência adesiva a tração e o efeito da silanização de pinos de fibra de vidro cimentados com 6 diferentes sistemas adesivos. Os grupos foram divididos de acordo com os sistemas adesivos e cimentos utilizados: Prime&Bond NT/Calibra Monobond-S com Prime&Bond NT/Calibra ED Primer/Panavia 21ex, Monobond-S com ED Primer/Panavia 21ex, RelyX Unicem e Monobond-S com RelyX Unicem. O grupo dos sistemas Prime&Bond NT/Calibra apresentaram resultados significativamente melhores que os grupos do ED Primer/Panavia 21ex e do RelyX Unicem. O grupo ED Primer/Panavia 21ex apresentou valores superiores ao grupo RelyX Unicem. A resistência adesiva foi significativamente influenciada pelo tipo de cimento resinoso utilizado.

Soares et al., em 2008, analisaram a influência das distribuição de “stress” em diferentes modalidades de ensaios mecânicos de resistência adesiva radicular. As amostras preparadas para microtração em forma de palito ou ampulheta e os discos do “push-out” foram submetidos à análise por elementos finitos. Os resultados revelaram uma distribuição de forças mais homogênea nos teste de “push-out”, portanto o método mais indicado para mensurar a resistência de união, segundo os autores.

Zicare et al., em 2008, realizou um estudo comparativos de 5 cimentos resinosos por meio filtração de fluidos e teste de cisalhamento por extrusão. A análise dos resultados revelou melhores desempenhos para Clearfil Esthetic Cement e Panavia 21. Os autores não encontraram diferenças estatísticas entre os terços radiculares (cervical médio e apical).

Carvalho et al., em 2009, avaliaram o efeito da saturação com etanol na cimentação de pinos de fibra de vidro utilizando sistemas adesivos condicione e lave de 3 e 2 passos. As amostras adequadamente preparadas foram submetidas

a ensaios mecânicos de cisalhamento por extrusão e o padrão de fratura foi avaliado em MEV. Após a análise dos resultados os autores concluíram que a saturação com etanol aumentou significativamente a resistência adesiva dos sistemas condicione e lave de 3 passos e melhorou a penetração dentinária dos 2 sistemas testados.

2.7- Longevidade adesiva

Van Meerbeek et al., em 1994, durante um estudo clínico retrospectivo, avaliaram a efetividade clínica de 1.177 restaurações classe V realizadas com 10 sistemas adesivos diferentes (Scotchbond, Gluma, Clearfil New Bond, Scotchbond 2, Tenure, Tripton, Bayer EXP-1, Bayer EXP-2, Clearfil Liner Bond System e Scotchbond Multi Purpose). Nas cavidades que continham margens em esmalte, o Scotchbond 2 e o Clearfil Liner Bond System (ambos condicione e lave) apresentaram 100% de retenção no período de 01 ano. Nas cavidades que continham apenas margens em dentina, os sistemas Clearfil Liner Bond System e o Scotchbond Multi Purpose (ambos condicione e lave) apresentaram 100% de retenção no mesmo período de tempo.

Sano et al., em 1994, averiguaram a microinfiltração marginal por meio de MEV após impregnação por prata de cavidades CL V (cervicais), restauradas com sistema condicione e lave de 2 passos (Clearfil Photo Bond) e resina composta. Os autores observaram uma deposição de íons de prata entre a resina e a dentina desmineralizada na ausência de formação de fendas, concluindo que o sistema adesivo testado não penetrou por completo na dentina desmineralizada, deixando uma zona porosa susceptível a microinfiltração.

Sano et al., em 1995, investigaram por meio de MEV após impregnação por nitrato de prata o tipo de infiltração entre dentina desmineralizada e 5 sistemas adesivos na ausência de formação de fendas. Os autores batizaram esse tipo de infiltração onde não existe formação de fendas de nanoinfiltração. Em ordem decrescente de nanoinfiltração o All Bond 2 (condicione e lave de 3 passos)

obteve o pior resultado, seguido pelo Superbond C&B (condicione e lave de 2 passos), Scotchbond Multi Purpose (condicione e lave de 3 passos), Clearfil Liner Bond System (condicione e lave de 3 passos), sendo os melhores resultados do Kuraray KB 200 (autocondicionante de 2 passos).

Hashimoto et al., em 2000, investigaram a degradação da camada híbrida, que permaneceu em função (cavidade bucal) nos intervalos de 1, 2 e 3 anos. As cavidades foram preparadas em primeiros molares decíduos, hibridizadas com sistema adesivo condicione e lave de 03 passos (Scotchbond Multi Purpose), e restauradas com resina composta Z-100. Após esfoliação, as amostras foram submetidas a testes de microtração, e o modo de fratura foi avaliado por MEV. Os autores constataram um decréscimo significativo da resistência adesiva ($28,3 \pm 11,3$ MPa – controle, $15,2 \pm 4,4$ MPa – 1 a 2 anos, e $9,1 \pm 5,1$ MPa – 2 a 3 anos). Além disso, a análise das fractografias mostrou um aumento proporcional ao tempo das falhas coesivas em dentina desmineralizada. Os resultados desse estudo indicam que a degradação da camada híbrida ocorre após “envelhecimento” no meio bucal.

Hashimoto et al., em 2002, analisaram por meio de MEV e MET a hidrólise do colágeno dentinário humano exposto por ácido fosfórico a 10 e 32%. Após 500 dias de imersão em água, os autores detectaram um desarranjo na rede de fibrilas colágenas, diminuição da largura da linha de dentina condicionada, aumento do espaço interfibrilar e decréscimo do diâmetro das fibrilas colágenas.

Hashimoto et al., em 2003, avaliaram a durabilidade de um sistema adesivo condicione e lave de 03 passos (Scotchbond Multi Purpose) após 01 ano de imersão em água. Os testes de microtração revelaram um decréscimo significativo da adesão. A MEV mostrou diminuição das falhas coesivas em resina após 1 ano. A MET confirmou a presença de alterações micro morfológicas responsáveis pela degradação hidrolítica com conseqüente diminuição da resistência adesiva após 1 ano.

Armstrong et al., em 2004, avaliaram a interface dentina/resina por meio de microscopia eletrônica de transmissão, o modo de fracasso por meio de microscopia eletrônica de varredura e a resistência à tração de um sistema adesivo de condicione e lave de 3 passos (Optibond FL) após imersão em água nos períodos de 1 mês, 6 meses e 5 anos. A microscopia eletrônica de transmissão revelou degradação hidrolítica dos componentes da camada híbrida após 44 meses. A resistência à tração diminuiu significativamente 52,53; 14,77; e 23,57 MPa, respectivamente. Baseados nos resultados obtidos e mediante a metodologia empregada, os autores concluíram que os decréscimos na resistência à tração e mudanças ultra-estruturais podem ser causados pela absorção de água, resultando na degradação hidrolítica da união adesiva.

De Munck et al., em 2005, realizaram uma revisão crítica sobre durabilidade da adesão às estruturas dentárias. E concluíram que “gold standard” em termos de durabilidade adesiva são sistemas condicione e lave de 03 passos, que utilizam água e etanol como solvente. Os sistemas autocondicionantes de 02 passos também obtiveram bons resultados, além de possuírem benefícios clínicos adicionais como a facilidade de manipulação e uma técnica de hibridização menos susceptível a erros.

Tay et al., em 2006, analisaram a atividade colagenolítica da dentina intrarradicular tratada com clorexidina a 2% (10 minutos) associada ao EDTA a 17% (1 minuto), hibridizadas ou não pelos sistemas autocondicionantes de 2 passos Clearfil Liner Bond 2V (suave), e Clearfil Tri-S Bond (ultra suave). Os testes de fluorescência revelaram que a dentina intrarradicular possui baixa, mas detectável atividade colagenolítica, que foi inibida pela clorexidina a 2% e pelo EDTA a 17%. Ambos os sistemas adesivos autocondicionantes ativaram as metaloproteinases latentes aumentando a atividade colagenolítica, que foi diminuída, mas não anulada com a utilização de clorexidina a 2%. Finalmente os autores concluíram que os sistemas adesivos autocondicionantes testados

ativaram as metaloproteinases latentes, fato que pode resultar na degradação da camada híbrida e comprometer a longevidade da união adesiva intrarradicular.

Hannas et al., em 2007, durante um artigo de revisão sobre o envolvimento das metaloproteinases (MMPS) nos processos fisiológicos e patológicos do meio bucal, discutiram sobre a utilização de inibidores sintéticos de MMPS, como a clorexidina, momentos antes da hibridização dentinária. E alertaram sobre a necessidade da realização de novas pesquisas que avaliem o efeito desse procedimento em longo prazo.

Carrilho et al., em 2007b, avaliaram o efeito da clorexidina utilizada após condicionamento ácido em terceiros molares humanos hígidos que permaneceram em função por 14 meses. Para testar a durabilidade adesiva os espécimes foram submetidos a ensaios de microtração e a interface adesiva foi observada por meio de MET. Os resultados obtidos demonstraram que a clorexidina foi capaz de prevenir a degradação colagenolítica na interface adesiva.

Santos et al., em 2009, por meio de zimografia e western blot identificaram a presença de metaloproteinases na dentina radicular humana. Foram detectadas 2 gelatinases, a MMP – 2 e a MMP – 9. E uma colagenase, a MMP – 8.

Santos, em 2009, avaliou o selamento do conduto radicular por materiais obturadores endodônticos resinosos e analisou a expressão de MMPs na matriz dentinária humana e bovina. Os resultados da zimografia e do western blot revelaram a presença de MMPs 2, 9, 8.

Mohammadi & Abbott, em 2009, num artigo de revisão sobre as propriedades e aplicações da clorexidina em endodontia, discutiram sobre seu mecanismo de ação, atividade antimicrobiana e antifúngica, capacidade de dissolução tecidual, toxicidade, substantividade e atividade anticolagenolítica. E dentre as conclusões obtidas, os autores afirmaram que a clorexidina pode

melhorar significativamente a integridade da camada híbrida e a estabilidade adesiva.

2.8- Influência das substâncias químicas auxiliares endodônticas na resistência adesiva intrarradicular e seu efeito no substrato dentinário

Saleh & Ettman, em 1999, avaliaram o efeito dos irrigantes endodônticos na microdureza dos 3 terços da dentina radicular. Após a análise dos resultados os autores concluíram que todos os irrigantes testados (H₂O₂ a 3%, NaOCl a 5% e EDTA a 17%) diminuíram significativamente a microdureza dentinária em todos os níveis do conduto radicular.

Prati et al., em 1999, avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura e testes de microtração, o efeito da remoção das fibrilas colágenas pelo NaOCl a 1,5% (durante 2 minutos) após condicionamento ácido (H₃PO₄ a 35%), na resistência adesiva dentinária de 04 sistemas condicione e lave de 03 e 02 passos (Scotchbond MPP, Optibond FL, Single Bond e Prime & Bond 2.0). A microscopia mostrou a remoção das fibrilas colágenas, expostas pelo H₃PO₄, após tratamento com NaOCl, aumento do diâmetro e tamanho dos túbulos dentinários, além de uma maior formação de ramificações laterais. A camada de esfregaço (“smear layer”) não sofreu modificações significativas em sua morfologia quando o NaOCl foi utilizado isoladamente. Os testes de microtração tiveram como resultado uma redução significativa na resistência adesiva do Scotchbond MPP e do Single Bond. O Optibond FL teve sua resistência adesiva aumentada, permanecendo inalterada resistência adesiva do Prime Bond 2.0.

Sim et al., em 2001, mensuraram o efeito do hipoclorito de sódio a 0,5% e 5,25% no módulo de elasticidade e resistência flexural de segundos pré-molares humanos, recém extraídos. Os ensaios mecânicos foram realizados por meio do teste de curvatura de 03 pontos. Nesse estudo foi utilizado um total de 200 ml da solução correspondente, que permaneceu em contato com a superfície das amostras durante 2 horas, sendo renovada a cada 10 minutos. Após a análise dos

resultados, verificou-se uma diminuição estatística significativa no módulo de elasticidade e resistência flexural para as amostras irrigadas com NaOCl a 5,25%. Os autores concluíram que a alteração dentinária ocasionada pelo NaOCl a 5,25% é suficiente para alterar suas propriedades adesivas na ausência de esmalte.

Grigoratos et al., em 2001, investigaram os efeitos da exposição ao hipoclorito de sódio a 3 e 5% durante 2 horas e ao hidróxido de cálcio saturado (CaOH₂) durante 1 semana, na resistência flexural e no módulo de elasticidade da dentina humana de dentes extraídos. Os ensaios mecânicos foram realizados a partir do teste de curvatura de 3 pontos (Hounsfield). E a partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que houve um decréscimo estatisticamente significativo no módulo de elasticidade e na resistência flexural para NaOCl a 3% e 5%, não havendo diferença estatística significativa entre as duas concentrações. A exposição ao CaOH₂ saturado durante 01 semana diminuiu significativamente a resistência flexural, mas não teve efeito significativo no módulo de elasticidade. E a associação das duas substâncias não apresentou nenhum efeito adicional.

Morris et al., em 2001, investigaram os efeitos do NaOCl a 5,0%, do “RC-Prep”, do ácido ascórbico a 10,0% e do ascorbato de sódio a 10,0%, associados ou não, na resistência adesiva do cimento C&B Metabond nas superfícies radiculares de dentes bovinos. Foram realizados ensaios de microtração, e as superfícies fraturadas foram examinadas por meio de microscopia eletrônica de varredura para a classificação dos modos de fratura. A análise dos resultados mostrou uma redução significativa na resistência adesiva, tanto para o NaOCl, quanto para o RC-Prep, mas essa diminuição foi completamente revertida com a aplicação do ácido ascórbico a 10,0% ou do ascorbato de sódio a 10,0%. A microscopia eletrônica de varredura revelou que 100% das amostras tratadas somente com NaOCl a 5,0% apresentaram fraturas adesivas (interface dentina/resina). As amostras tratadas apenas com RC-Prep apresentaram ¾ de falhas adesivas e ¼ de falhas coesivas em resina. Para os demais tratamentos

associados ao ácido ascórbico a 10,0% ou ascorbato de sódio a 10,0%, $\frac{3}{4}$ das amostras apresentaram falhas coesivas em resina.

Lai et al., em 2001, realizaram um estudo “in vitro”, em dentes humanos tratados com NaOCl a 5,0%, H₂O₂ a 10,0% e ascorbato de sódio a 10,0%, antes e depois do condicionamento ácido, para investigar os possíveis efeitos dessas substâncias na resistência adesiva de 02 sistemas condicione e lave de 02 passos (Single Bond e Excite). Os ensaios mecânicos de microtração revelaram uma redução significativa para ambos os adesivos após o uso do H₂O₂ a 10,0%. O NaOCl a 5,0% reduziu apenas a resistência adesiva do Single Bond. E o pós-tratamento com ascorbato de sódio a 10,0% (agente antioxidante) restabeleceu a resistência adesiva dos 02 sistemas para ambas as substâncias. O modo de fratura foi avaliado por meio de microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, que mostraram uma remoção parcial da matriz colágena pelo NaOCl a 5,0% e predomínio de falhas mistas (adesivas e coesivas), sendo as coesivas em dentina observadas com maior freqüência. Após análise dos resultados, os autores atribuíram a redução da resistência adesiva à ação oxidante do H₂O₂ a 10,0% e do NaOCl a 5,0%.

Ishizuka et al., em 2001, investigaram por meio de testes de cisalhamento por extrusão (Push-out), e testes de microinfiltração com nanquim, a influência do NaOCl a 6,0% na adesão de um sistema condicione e lave de 02 passos (Single Bond), e de outro sistema autocondicionante de 02 passos (Clearfil Megabond), na resistência adesiva de dentes bovinos. Os ensaios “in vitro” mostraram uma redução significativa ($p < 0,05$) na adesão do Clearfil Megabond, com falhas adesivas (interface dentina/resina) proporcionalmente maiores em relação ao tempo de exposição ao NaOCl a 6,0%. Os autores concluíram que o condicionamento ácido total promovido pelo Single Bond seria capaz de remover toda a extensão da dentina alterada pelo NaOCl a 6,0%, justificando, assim, seu melhor desempenho frente ao sistema autocondicionante.

Yiu et al., em 2002, estudaram a relação entre nanoinfiltração e a presença de oxigênio na dentina, resultante da dissociação do NaOCl a 5,0%, aplicado após condicionamento ácido; e a capacidade de um agente antioxidante (ascorbato de sódio a 10,0%) em restabelecer a resistência adesiva de 02 sistemas condicionados e lavados em 02 passos (One-Step Bond e Gluma Comfort Bond). Ensaios mecânicos de microtração mostraram uma redução significativa na resistência adesiva quando o NaOCl a 5,0% foi utilizado. Esse efeito indesejável foi revertido com a aplicação do ascorbato de sódio a 10,0%. A micrografia eletrônica de transmissão, realizada após nanoinfiltração com nitrato de prata, revelou a ausência da camada híbrida com formação de porosidades entre dentina e adesivo, após tratamento com NaOCl a 5,0%. Esse tipo de nanoinfiltração foi completamente eliminado após tratamento com ascorbato de sódio a 10,0%. Após análise dos resultados, os autores concluíram que os resíduos do NaOCl a 5,0% dentro das porosidades da dentina mineralizada podem resultar na polimerização incompleta do sistema adesivo e, portanto, comprometer a resistência adesiva.

Ari et al., em 2003, pesquisaram os efeitos do NaOCl a 5,0% na adesão de 04 cimentos resinosos (C&B Metabond, Panavia F, Variolink II e Rely X). Após cimentação, os dentes humanos extraídos foram conservados em 100% de umidade, a 37°C, durante 24 horas. Posteriormente foram realizados ensaios mecânicos de microtração, e o modo de fratura avaliado por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os autores encontraram uma diminuição significativa na resistência adesiva para todos os cimentos na presença do NaOCl a 5,0%. O C&B Metabond obteve os maiores valores de adesão, tanto na presença, quanto na ausência do NaOCl a 5,0%. A microscopia eletrônica de varredura revelou 60% de falhas adesivas (interface dentina/resina) para o C&B Metabond; 80% de falhas adesivas para o Variolink II; 90% de falhas adesivas para o Panavia F; e 100% de falhas adesivas para o Rely X na presença do NaOCl a 5,0%. Baseados nesses resultados, os autores recomendaram o uso de cimentos autopolimerizáveis (químicos) para cimentação de retentores intra-radiculares.

Ozturk & Özer, em 2004, estudaram os efeitos do NaOCl a 5,0% na adesividade do Clearfil SE Bond (autocondicionante de 02 passos), Prompt L Pop (autocondicionante de passo único), Prime Bond NT (condicione e lave de 02 passos) e do Scotchbond MPP (condicione e lave de 03 passos), por meio de ensaios mecânicos de microtração e microscopia eletrônica de varredura. O NaOCl a 5,0% diminuiu significativamente a resistência adesiva de todos os sistemas utilizados, com exceção do Prime e Bond NT. Na ausência e na presença do NaOCl a 5,0% o Clearfil SE Bond obteve o melhor desempenho. O modo de fratura predominante foi o adesivo (na interface dentina/resina).

Fuentes et al., em 2004, realizaram testes de microtração e microdureza em dentina humana mineralizada tratada com EDTA a 0,5M (pH 7,0), durante 05 dias e com NaOCl a 5,0% durante 02 dias, hibridizadas ou não, com sistema condicione e lave de 02 passos (Single Bond). Os autores encontraram uma diminuição significativa na resistência adesiva e na microdureza para ambas as substâncias, sendo a maior redução observada no NaOCl a 5,0%. A hibridização aumentou moderadamente a microdureza, mas, os valores obtidos com dentina que não recebeu nenhum tratamento, ainda foram maiores.

Ari et al., em 2004, verificaram o efeito de 05 irrigantes endodônticos (NaOCl a 2,5 e a 5,25%; H₂O₂ a 3%; EDTA a 17% e clorexidina líquida a 0,2%), por meio de testes de microdureza e microrugosidade na superfície dentinária radicular de dentes humanos recém extraídos. As soluções permaneceram em contato com a superfície dentinária radicular durante 15 minutos. Nos ensaios mecânicos de microdureza, todas as substâncias testadas, com exceção do digluconato de clorexidina a 0,2%, diminuíram significativamente a microdureza da dentina radicular. Nos testes de microrugosidade, apenas o digluconato de clorexidina a 0,2% e a H₂O₂ a 3,0% não alteraram a superfície dentinária. Entretanto o NaOCl a 2,5% e 5,25% e o EDTA a 17,0%, aumentaram significativamente a rugosidade da dentina radicular. Finalmente os autores

concluíram que o digluconato de clorexidina 0,2% mostrou ser um irrigante endodôntico apropriado por manter as propriedades físicas da dentina inalteradas.

Slutzky-Goldberg et al., em 2004, analisaram os efeitos do hipoclorito de sódio a 2,5% e 6,0% em diferentes períodos de exposição (5 10 e 20 minutos). Nesse estudo “in vitro”, dentes bovinos foram submetidos ao teste de microdureza de Vickers em 03 profundidades distintas: 500 µm, 1.000 µm, 1.500 µm da luz do canal. As amostras irrigadas com NaOCl a 2,5% e 6,0% durante um período igual ou superior a 10 minutos tiveram um decréscimo significativo na microdureza da superfície dentinária radicular. Após análise dos resultados os autores aconselharam o uso do NaOCl em baixas concentrações durante um período inferior a 10 minutos, ou a utilização de clorexidina, no intuito de preservar a integridade biomecânica do substrato dentinário.

Silva et al., em 2005, averiguaram por meio de cisalhamento por extrusão (Push-out) a resistência adesiva do sistema condicione e lave de 03 passos (All Bond 2) mais cimento resinoso dual (Hi-X), para quatro substâncias químicas auxiliares (soro fisiológico, clorexidina gel a 2,0%, associação NaOCl a 1,0% / EDTA a 20,3% e o Xilol) utilizadas durante o preparo para retentor intra-radicular. A clorexidina gel a 2,0% e o Xilol obtiveram os maiores valores de adesão. Os autores concluíram que a clorexidina gel a 2,0% e o Xilol são substâncias apropriadas para auxiliarem na preparação intrarradicular protética. Somada a essa característica, a clorexidina gel a 2,0% possui, ainda, vantagens adicionais por ter ação antimicrobiana e baixa toxicidade.

Ari et al., em 2005, utilizaram a técnica atômica indutiva acoplada ao espectrômetro de emissão de plasma (ICP-AES TECHNIQUE) para checar as possíveis alterações nos níveis de cálcio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre após irrigação com diferentes soluções endodônticas, entre elas: hipoclorito de sódio a 2,5% e 5,25% e digluconato de clorexidina a 0,2%%, em dentes humanos recém extraídos. Todas as amostras permaneceram em contato com 5,0 ml da

solução correspondente durante 15 minutos. Diante das condições experimentais propostas e após a análise dos resultados, os autores concluíram que os níveis de cálcio e fósforo tiveram uma diminuição estatística significativa após o tratamento com todos os irrigantes, exceto com o hipoclorito de sódio a 5,25%.

Santos et al., em 2006, avaliaram o efeito das substâncias químicas auxiliares (NaOCl a 5,25%, clorexidina a 2,0%-na apresentação líquida e gel, associados ou não ao EDTA a 17,0%), na resistência adesiva do Clearfil SE Bond (autocondicionante de 02 passos) ao assoalho da câmara pulpar. Os testes de microtração revelaram um decréscimo significativo na adesão quando o NaOCl a 5,25% foi utilizado associado ou não ao EDTA a 17,0%. A clorexidina a 2,0%, líquida ou gel, associada ou não ao EDTA a 17,0%, não influenciou a resistência adesiva.

Baldissara et al., em 2006, avaliaram o efeito de irrigantes endodônticos (NaOCl a 5,0% e EDTA a 10,0%, associados ou não), e dos cimentos endodônticos com e sem eugenol (Pulp-Canal Sealer EWT e Top Seal à base de resina), na adesão intrarradicular. A resistência adesiva foi mensurada por meio de cisalhamento por extrusão (Push-out), pós-fadiga cíclica e não-cíclica. Os pinos de fibras de quartzo foram fixados com sistema adesivo condicione e lave de 03 passos (All Bond 2) associado a um cimento resinoso autopolimerizável (químico-Bisfil 2B). Nos testes de fadiga cíclica, as amostras com eugenol tiveram uma resistência adesiva significativamente menor. A microscopia eletrônica de varredura revelou predomínio de falhas entre o cimento e o pino. A associação NaOCl a 5,0% e o EDTA a 10,0% obteve um efeito favorável na presença do eugenol. Baseados nos resultados obtidos, os autores recomendaram o uso de cimentos endodônticos resino modificados.

Hiraishi et al., em 2009, avaliaram o efeito do pré-tratamento dentinário com clorexidina na resistência adesiva de 3 cimentos resinosos (RelyX ARC, Panavia F 2.0 e RelyX Unicem). Após a análise dos resultados obtidos nos testes de

microtração e a análise do padrão de fratura (MEV), os autores concluíram que a incompleta remoção da clorexidina pode ter influenciado na diminuição dos valores adesivos do Panavia F 2.0 e do RelyX Unicem. E verificaram também que a resistência de união do RelyX ARC permaneceu inalterada.

Cunha et al., em 2009, analisaram os efeitos da desproteção e do ácido ascórbico na resistência de união radicular de 3 sistemas adesivos (Single Bond, Clearfil SE Bond e RelyX U100). O NaOCl a 5% utilizado na desproteção e o ácido ascórbico a 10% usado como agente redutor foram aplicados durante 10 minutos. Os testes de cisalhamento por extrusão revelaram que a desproteção reduziu a resistência de união, situação restabelecida pelo ácido ascórbico. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os cimentos, mas os valores de adesão obtidos no terço cervical foram superiores as demais regiões radiculares.

Moreira et al., em 2009, realizaram uma análise estrutural da dentina bovina tratada com diferentes substâncias químicas por meio de microscopia de polarização e concluíram que a birrefringência do colágeno não foi alterada pela clorexidina gel 2% associada ou não ao EDTA 17% e o NaOCl 5,25% associado ou não ao edta 17%, provocou uma desorganização na matriz de colágeno e perda de estrutura

3- Proposição

O presente estudo teve por objetivo avaliar, “in vitro”, os efeitos das substâncias químicas auxiliares endodônticas na resistência de união e na longevidade adesiva, assim como verificar a eficácia do ascorbato de sódio 10%, além de averiguar o efeito da desproteínização.

4- Material e Métodos

4.1- Material

4.1.1- Dentes

Foram utilizados 165 incisivos inferiores bovinos monorradiculares com rizogênese completa, armazenados em solução de timol 0,2% por, no máximo, 6 meses.



Figura 1- Incisivo inferior bovino limpo com curetas periodontais.

4.1.2- Substâncias Químicas Auxiliares Testadas

Solução de hipoclorito de sódio a 5,25% - NaOCl (Drogal, Piracicaba, Brasil).

Solução de cloreto de sódio a 0,9% - NaCl (Fresenius Kabi, Campinas, Brasil).

Gel de natrosol (Drogal, Piracicaba, Brasil)

Solução de EDTA a 17% - EDTA (Dinâmica, São Paulo, Brasil).

Solução de ascorbato de sódio a 10% - ASC (Sigma, St. Louis, EUA).

Digluconato de clorexidina gel a 2% - Clorex (Endogel[®], Essencial Farma, Itapetininga, Brasil).



Figura 2- Substâncias químicas auxiliares endodônticas. A- EDTA a 17%. B- Ascorbato de sódio a 10%. C- Hipoclorito de sódio a 5,25%. D- Cloreto de sódio a 0,9%. E- Clorexidina gel a 2%. F- Gel de natrosol.

4.1.3- Materiais Restauradores

4.1.3.1- Sistemas Adesivos

Scotchbond Multi Purpose - SB (3M, St. Paul, EUA)

Clearfil SE Bond - CF (Kuraray, Kurashiki, Japão)

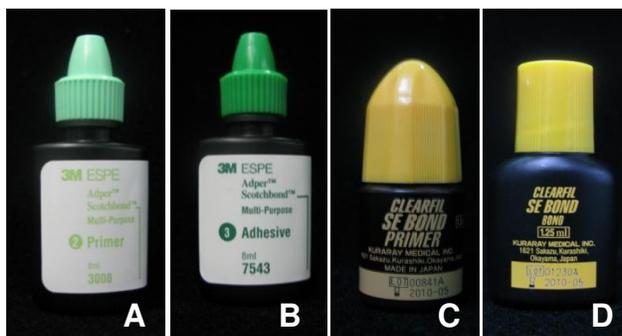


Figura 3- Sistemas adesivos. A- Primer Scotchbond Multi Purpose, B- Adesivo Scotchbond Multi Purpose, C- Primer Clearfil SE Bond, D- Adesivo Clearfil SE Bond.

Tabela 1- Marca comercial, composição, lote e fabricante dos sistemas adesivos.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO*	LOTE	FABRICANTE
Clearfil SE Bond	<u>Primer:</u> MDP ¹ , HEMA ² ,	00830A	Kuraray,
	Dimetacrilato hidrófobo, Canforoquinona, N.N – Dietanol - P- Toluidina, Água		
Scotchbond Multi Purpose	<u>Adesivo:</u> MDP ¹ , Bis-GMA ³ , HEMA ² , Dimetacrilato hidrófobo, Canforoquinona, N.N – Dietanol - P- Toluidina, Sílica Coloidal Silanizada	01212A	Kurashiki, Japão
	<u>Primer:</u> HEMA ² , Ácido polialcenóico	N101237	
	<u>Adesivo:</u> Bis-GMA ³ , HEMA ² , Aminas	9RL	3M, St. Paul, EUA

* Informação obtida do fabricante, ¹ 10- Metacriloidecila Diidrogênio-fosfato, ² Hidroxietil Metacrilato, ³ Bis-Fenol A Glicidil Dimetacrilato

4.1.3.2- Cimento Resinoso

Rely X ARC (3M, St. Paul, EUA) associado a sistema Centrix (DFL, Rio de Janeiro, Brasil).



Figura 4- A- Rely X ARC, B- Sistema Centrix.

Tabela 2- Marca comercial, composição, lote e fabricante do cimento resinoso.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO*	LOTE	FABRICANTE
Rely X ARC	Cerâmica tratada com Silício, Dimetacrilato de Trietileno Glicol, Metacrilato De Bisfenol A Diglicidil, Éter, Sílica tratada com Silício, Polímero Dimetacrilato funcionalizado	GG9JJ	3M, St. Paul, EUA

* Informação obtida do fabricante

4.1.3.3- Resina Composta

Z 250 B0,5 (3M, St. Paul, EUA)



Figura 5- Resina Composta Z 250 B0, 5.

Tabela 3- Marca comercial, composição, lote e fabricante da resina composta.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO*	LOTE	FABRICANTE
Z250	Cerâmica tratada com Silano, Bisfenol A Polietileno Glicol, Diéter Dimetacrilato (bis-Ema), Diuretano Dimetacrilato, Bisfenol A Diglicidil Dimetacrilato (bis-Gma), Éter, Dimetacrilato De Trietileno Glicol (Teg-Dma), Água	9ME	3M, St. Paul, EUA

* Informação obtida do fabricante

4.1.3.4- Pino de Fibra de Vidro

Reforpost (Angelus[®], Londrina, Brasil).



Figura 6 – Pino de Fibra de Vidro Reforpost.

Tabela 4- Marca comercial, composição, lote e fabricante do pino de fibra de vidro.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO*	LOTE	FABRICANTE
Reforpost N° 3	Fibra de Vidro (80%) Resina Epóxi (20%)	10808	Angelus Ind. De Prod. Odontológicos S/A, Londrina, Brasil

* Informação obtida do fabricante

4.1.3.5- Ácido Fosfórico 37%

Condac 37 (FGM®, Joinville, Brasil)



Figura 7 – Ácido fosfórico a 37%.

Tabela 5- Marca comercial, composição, lote e fabricante do ácido fosfórico.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO*	LOTE	FABRICANTE
Condac 37	Ácido Fosfórico a 37%, Espessante, Corante e água deionizada	090409	FGM [®] , Joinville, Brasil

** Informação obtida do fabricante*

4.2- Métodos

4.2.1- Preparo dos Dentes

Os dentes foram limpos com curetas, para remoção de tecido ósseo ou periodontal remanescentes. Posteriormente, as coroas foram seccionadas 5 mm abaixo do limite amelocementário com auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, Brasil). As raízes foram instrumentadas com brocas de Largo nº 6, seladas com Cimpat (Septodont, Paris, França) e irrigadas com a substância química auxiliar correspondente. O espaço protético reservado para o retentor intrarradicular foi de 12 mm.

A técnica utilizada para confecção do retentor foi a do pino de fibra de vidro modelado com resina composta fotoativada (pino anatômico), cimentado com cimento resinoso dual, variando-se apenas o sistema adesivo. No intuito de

amenizar as possíveis interferências relacionadas ao aprimoramento técnico do operador, as amostras foram cimentadas de forma intercalada, evitando a cimentação de todos os espécimes de um grupo em um único momento.

As amostras permaneceram imersas em água nos intervalos de 1 dia e 1 ano, sendo também armazenadas em óleo mineral, para controle da durabilidade durante 1 ano. De cada raiz foram confeccionados 6 corpos de prova, no formato de disco com 1mm de altura, esses foram submetidos aos ensaios mecânicos de cisalhamento por extrusão.

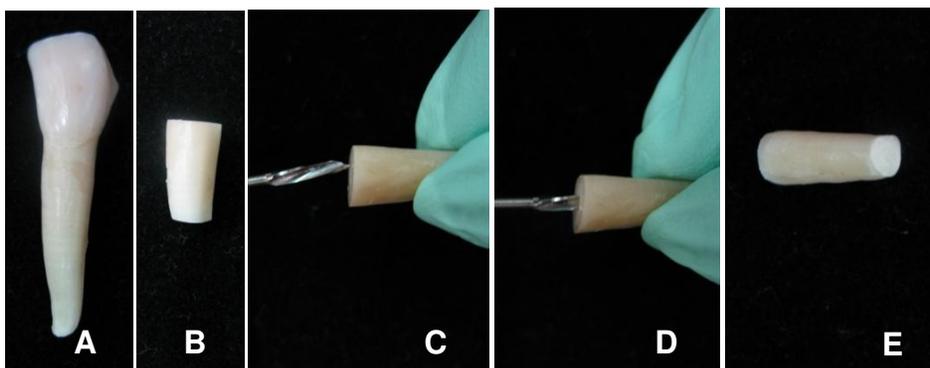


Figura 8 – Sequência técnica de preparo das amostras. A- Dente bovino, B- Amostra padronizada em 12mm, C e D- Preparo com broca de Largo nº 6, E- Selamento apical com cimento provisório Cimpat.

4.2.2- Divisão dos Grupos Experimentais

Após a confecção das amostras, estas foram divididas em 11 grupos com 15 espécimes (Tabela 6), cada grupo foi subdividido em 3 subgrupos de 5 elementos de acordo com o intervalo de tempo em que permaneceram imersos em água ou óleo mineral (1 dia e 1 ano), antes da realização dos ensaios mecânicos de cisalhamento por extrusão.



Figura 9 – Amostras armazenadas em água e óleo durante 1 ano.

Grupo 1 (controle): Solução de cloreto de sódio a 0,9%, perfazendo um total de 40 ml, e hibridização com Scotchbond Multi Purpose, aplicado segundo as recomendações do fabricante.

Grupo 2: Solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizada durante a terapia endodôntica, perfazendo um total de 40ml. Irrigação final com EDTA a 17% (1ml). E hibridização com Scotchbond Multi Purpose.

Grupo 3: Solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizada durante a terapia endodôntica, perfazendo um total de 40ml. Irrigação final com EDTA a 17%. Seguida pela aplicação de 1 ml da solução de ascorbato de sódio a 10%, durante 10 minutos. E Hibridização com Scotchbond Multi Purpose.

Grupo 4: Solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizada durante a terapia endodôntica, perfazendo um total de 40ml. Irrigação final com EDTA a 17% (1ml). Condicionamento com ácido fosfórico a 37% seguido por desproteinização com NaOCl 5,25% durante 5 minutos. E hibridização com Scotchbond Multi Purpose.

Grupo 5: Solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizada durante a terapia endodôntica, perfazendo um total de 40ml. Irrigação final com EDTA a 17%

(1 ml). Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, desproteinização com NaOCl 5,25% durante 5 minutos. Seguida pela aplicação de 1 ml da solução de ascorbato de sódio a 10%, durante 10 minutos. E hibridização com Scotchbond Multi Purpose.

Grupo 6: Digluconato de clorexidina gel a 2% (5 ml), utilizado como substância química auxiliar e solução de cloreto de sódio 0,9% (40 ml) para irrigação durante a terapia endodôntica. Irrigação final com EDTA a 17% (1 ml). E hibridização com Scotchbond Multi Purpose.

Grupo 7: Digluconato de clorexidina gel a 2% (5 ml), utilizado como substância química auxiliar e solução de cloreto de sódio 0,9% (40 ml) para irrigação durante a terapia endodôntica. Irrigação final com EDTA a 17% (1 ml). Condicionamento ácido e aplicação de clorexidina gel 2%. Hibridização com Scotchbond Multi Purpose.

Grupo 8 (controle): Solução de cloreto de sódio a 0,9%, perfazendo um total de 40 ml, e hibridização com Clearfil SE Bond, aplicado segundo as recomendações do fabricante.

Grupo 9: Solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizada durante a terapia endodôntica, perfazendo um total de 40ml. Irrigação final com EDTA a 17% (1 ml). Hibridização com Clearfil SE Bond.

Grupo 10: Solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizada durante a terapia endodôntica, perfazendo um total de 40ml. Irrigação final com EDTA a 17% (1 ml). Seguida pela aplicação de 1 ml da solução de ascorbato de sódio a 10%, durante 10 minutos. E hibridização com Clearfil SE Bond.

Grupo 11: Digluconato de clorexidina gel a 2% (5 ml), utilizado como substância química auxiliar e solução de cloreto de sódio 0,9% (40 ml) para irrigação durante a terapia endodôntica. Irrigação final com EDTA a 17% (1 ml). E hibridização com Clearfil SE Bond.

Tabela 6 – Divisão dos espécimes por grupo.

Adesivos	Grupos	Protocolos de irrigação
Scotchbond	G1	NaCl 0,9% + *
	G2	NaOCl 5,25% + EDTA 17,0% + *
	G3	NaOCl 5,25% + EDTA 17,0% + ASC 10,0% + *
	G4	NaOCl 5,25% + EDTA 17,0% + * + NaOCl 5,25%
	G5	NaOCl 5,25% + EDTA 17,0% + * + NaOCl 5,25% + ASC 10,0%
	G6	Clorex 2,0% + NaCl 0,9% + EDTA 17,0% + *
	G7	Clorex 2,0% + NaCl 0,9% + EDTA 17,0% + * + Clorex 2,0%
Clearfil	G8	NaCl 0,9%
	G9	NaOCl 5,25% + EDTA 17,0%
	G10	NaOCl 5,25% + EDTA 17,0% + ASC 10,0%
	G11	Clorex 2,0% + NaCl 0,9% + EDTA 17,0%

* Condicionamento com ácido fosfórico 37% durante 10 segundos

As combinações entre as substâncias adotadas constituíram sete tratamentos (protocolos de irrigação), dos quais quatro são comuns aos dois adesivos. As amostras hibridizadas com a técnica condicione e lave (SB), tiveram 3 tratamentos adicionais devido aos diferentes protocolos químicos a que foram submetidas após a aplicação do ácido fosfórico.

4.2.3- Confeção e cimentação do retentor intrarradicular

Após a aplicação dos sistemas adesivos correspondentes, todos os grupos receberam o mesmo tratamento. Foram restaurados com pinos de fibras de vidro, modelados em resina composta, e cimentados com cimento resinoso dual associado ao sistema Centrix (DFL, Rio de Janeiro, Brasil). O espaço reservado para o retentor intrarradicular devidamente isolado foi moldado pela resina composta envolta ao pino de fibras. A fotoativação do conjunto começou dentro do canal, e se completou fora dele. Com o modelo pronto, o conduto foi irrigado abundantemente para remoção do isolante. O cimento resinoso dual foi

espatulado segundo as recomendações do fabricante e aplicado com seringa Centrix.

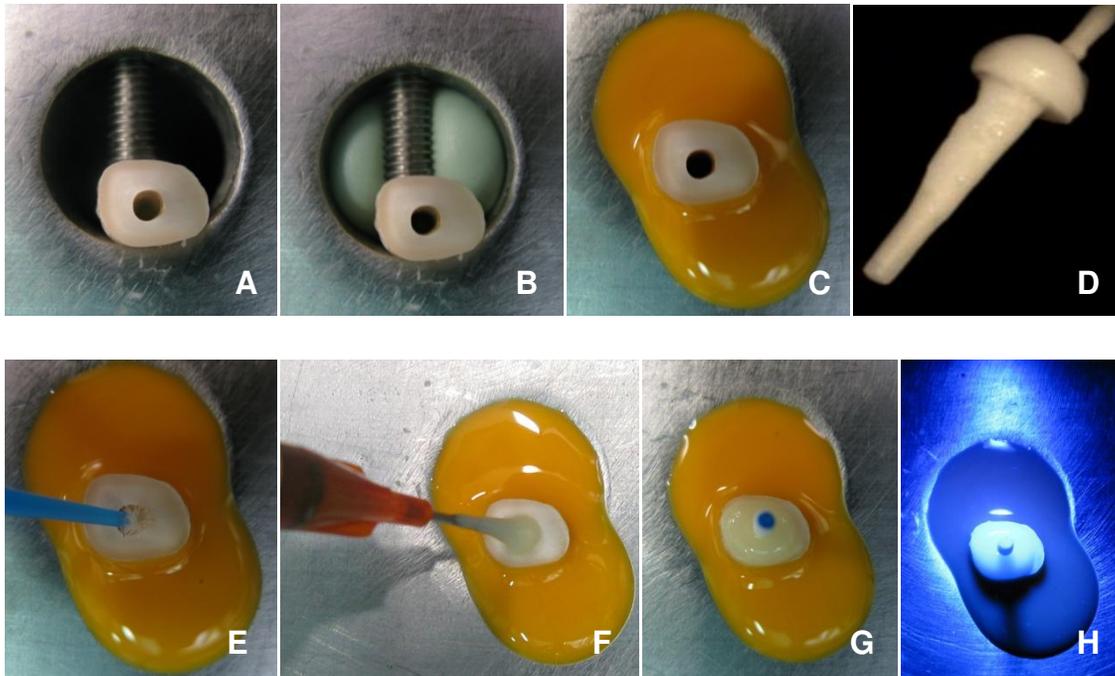


Figura 10 – Sequência de preparo das amostras. A- Apreensão da amostra no dispositivo de suporte, B e C- Fixação com silicóna de condensação pesada e leve, seguida pelo respectivo protocolo de aplicação das substâncias químicas referente a cada grupo, D- Confeccção do pino anatômico, E- Aplicação do sistema adesivo correspondente, F- Inserção do cimento resinoso com seringa Centrix, G- Cimentação de pino anatômico, H- Fotopolimerização com luz halógena (Optilux 501, Kerr, EUA).

4.2.4- Obtenção dos espécimes para o teste de cisalhamento por extrusão

De cada incisivo bovino foram confeccionados com auxílio de uma cortadeira de precisão (Isomet[®]1000, Buehler) 6 corpos de prova em formato de discos com aproximadamente 1 mm de altura. Correspondentes aos terços cervical, médio e apical do preparo para o retentor intrarradicular. As extremidades apical e cervical foram descartadas.



Figura 11- Cortadeira de precisão IsoMet® 1000.

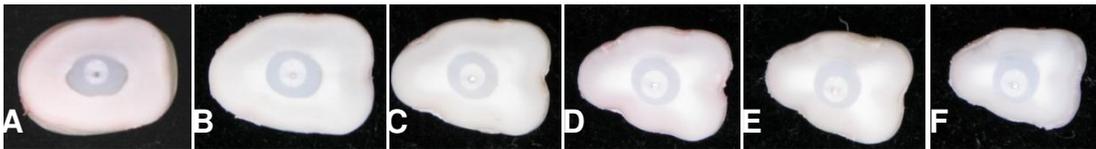


Figura 12- A e B- terço cervical, C e D- terço médio, E e F terço apical.

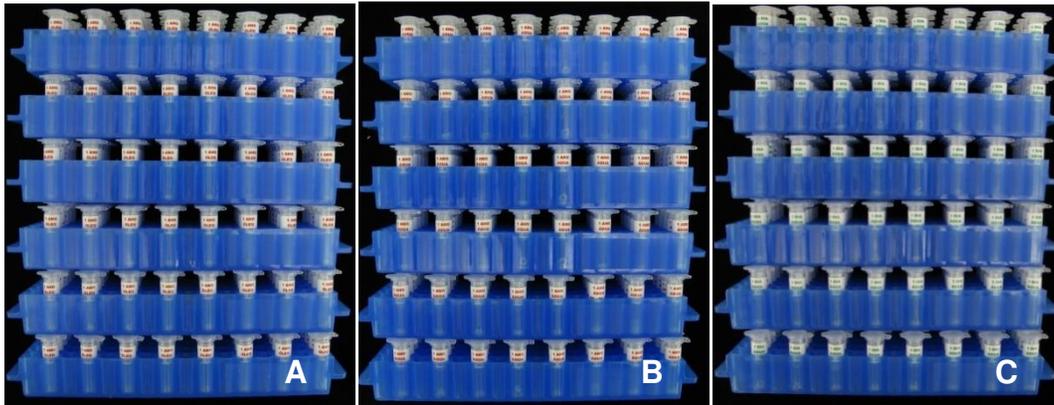


Figura 13- A- 330 espécimes armazenadas em óleo durante 1 ano, B- 330 espécimes armazenadas em água durante 1 ano, C- 330 espécimes armazenadas em água durante 1 dia. Totalizando 990 corpos de prova.

4.2.5- Teste de cisalhamento por extrusão

Os testes de cisalhamento por extrusão foram realizados nos intervalos de 1 dia e 1 ano, após imersão em água ou óleo para controle da degradação hidrolítica do colágeno, a uma velocidade de 1 mm/min., até o momento da fratura, utilizando-se uma Máquina de Ensaio Universal (Emic, São José dos Campos, SP, Brasil). As pontas e as bases de suporte utilizadas para o cisalhamento foram selecionadas de acordo com o diâmetro do espécime com o intuito de testar a resistência adesiva da interface dentinária. Finalmente os valores em Newtons (N) foram coletados para posterior análise.

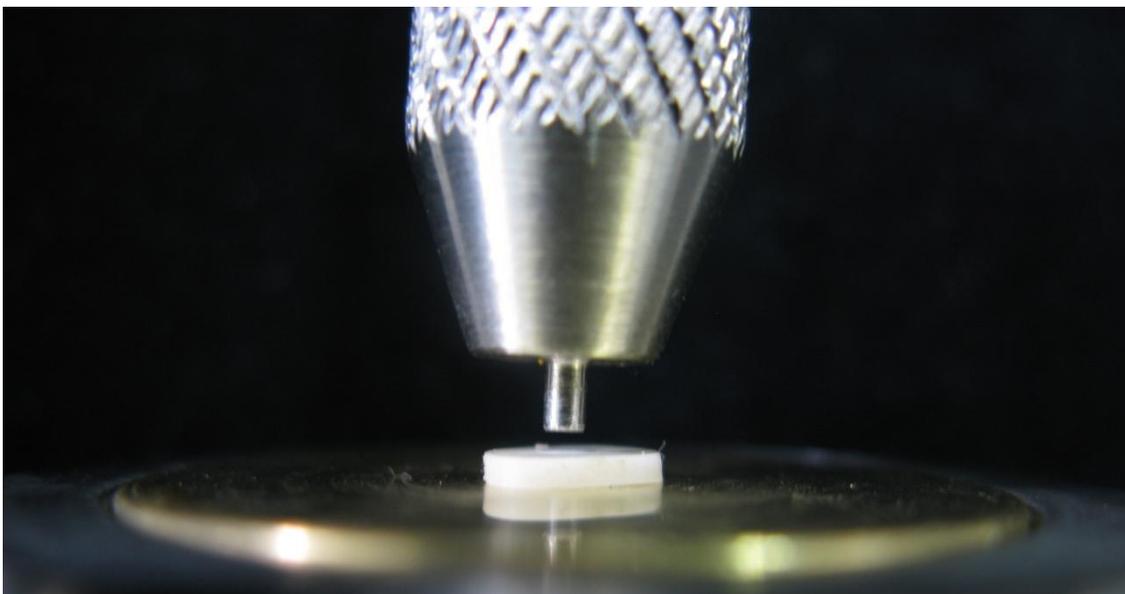


Figura 14- Teste de cisalhamento por extrusão (Push-Out).

4.2.6- Cálculo da Área de União

O cálculo da área adesiva foi obtido pelo programa IM 50 associado a uma lupa estereoscópica (25X). A média dos perímetros apical e cervical foi multiplicada pela altura mensurada por um paquímetro digital.

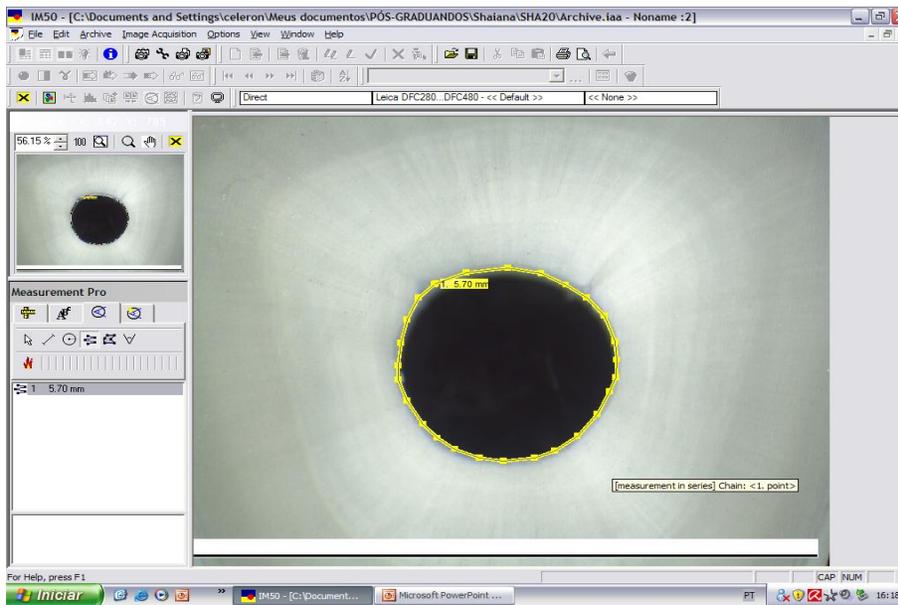


Figura 15- Perímetro calculado pelo Programa IM 50 associado à lupa estereoscópica.

Os valores em Newtons obtidos no teste de Push-Out foram divididos pela área mensurada a partir do programa IM 50 associado a uma lupa estereoscópica (25X) para conversão em Megapascals (MPa).

4.2.7- Análise do padrão de fratura



Figura 16- Espécimes após o teste de Push-Out.

O padrão de fratura foi analisado por meio de lupa estereoscópica (25X). As falhas foram classificadas em adesivas (interface dentina resina), coesivas em dentina, coesivas em resina, coesivas em cimento, coesivas no pino ou mistas (envolvendo 2 ou mais substratos). Com fins apenas ilustrativos, 6 espécimes de cada grupo (imediate e mediato em água) foram quimicamente processados para observação em microscópio eletrônico de varredura.

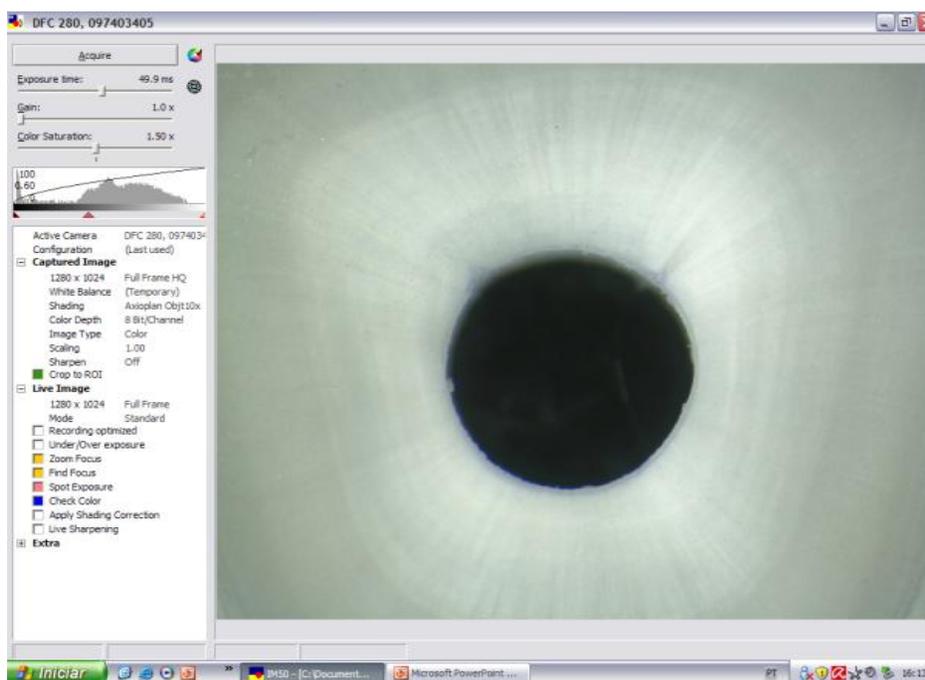


Figura 17- Classificação do padrão de fratura – mista predominantemente adesiva.

4.2.8- Delineamento estatístico

Preferencialmente foi adotada a estatística paramétrica. Os testes de hipóteses e as estimativas por intervalo (intervalos de confiança), foram precedidos por testes de dados discrepantes (Dixon-Grubbs-Neumann para outliers), de normalidade (Kolmogorov-Smirnov para amostras com mais de 30 elementos e Shapiro-Wilk para amostras menores) e de homogeneidade de variâncias (Cochran). Satisfeitas tais condições realizaram-se análises de variâncias de Fisher através do modelo

linear de Gauss-Markov e as comparações múltiplas através do critério de Tukey HSD : *Honestly Significant Difference*. Foram considerados significativos os parâmetros ou funções lineares de seus níveis, para os quais resultaram valores- $p \leq 0,05$.

5- Resultados

A análise estatística foi realizada sobre as médias das duas repetições de cada terço, totalizando uma amostra com 495 valores médios de resistência adesiva ($n = 495$). O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov aplicado à amostra completa, bem como o teste de Cochran para homogeneidade de variâncias, não foram significativos, permitindo avaliação estatística paramétrica dos resultados.

Adotou-se, para as análises de variâncias paramétricas o modelo linear normal de Gauss-Markov, representado na Tabela 7. Esta análise revela que os efeitos de todas as variáveis desse estudo foram significativos: Adesivos ($p = 0,0096$), Protocolos de irrigação ($p < 0,0001$), Terços ($p = 0,0308$) e Tempo ($p = 0,0012$); assim como interações significativas entre Adesivos x Terços ($p = 0,0315$) e, Adesivo x Protocolo de irrigação x Tempo ($p < 0,0001$).

Tabela 7 – Influência das variáveis e suas interações, nos resultados (Análise de variância – teste de Gauss-Markov).

Variações Consideradas	p-valor
Adesivo (A)	0,0096*
Protocolo de irrigação (PI)	< 0,0001*
Terço (T)	0,0308*
Tempo (Temp.)	0,0012*
A x T	0,0315*
A x Temp.	0,8732
A x PI x T	0,5145
A x PI x Temp.	< 0,0001*
A x T x Temp.	0,5205
A x PI x T x Temp.	0,4527

* *Efeito estatisticamente significativa ($p < 0,05$)*

Devido à interação tripla Adesivo *versus* Protocolos de irrigação *versus* Tempo ser altamente significativa, complementou-se as informações obtidas através da análise de variância com o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*), que comparou todas as médias de amostras, duas a duas, permitindo comparações entre os dados.

5.1 - Avaliação da resistência adesiva de cada grupo nos diferentes terços

Na Tabela 8, as linhas apresentam os valores de “p” observados na análise de variância correspondente, bem como as comparações entre médias da resistência adesiva (MPa) dos terços dentro de cada grupo.

Tabela 8 – Comparação das médias (\pm desvio padrão) de resistência adesiva (MPa) nos diferentes terços radiculares após os protocolos de irrigação (n=15).

Adesivo	Grupo	Terços			ANOVA Valor p	
		Cervical	Médio	Apical		
Scotchbond	1	Média	6,87 (a)	5,85 (ab)	5,15 (b)	0,0385
		DP	2,11	1,81	1,37	
	2	Média	2,83 (a)	2,58 (a)	2,54 (a)	0,4203
		DP	0,72	0,65	0,53	
	3	Média	5,92 (a)	5,31 (a)	4,16 (b)	0,0173
		DP	1,78	1,56	1,56	
	4	Média	4,92 (a)	4,42 (a)	4,28 (a)	0,3579
		DP	1,34	1,01	1,43	
	5	Média	9,04 (a)	8,40 (ab)	7,07 (b)	0,0447
		DP	2,11	2,37	1,85	
	6	Média	8,14 (a)	6,89 (ab)	6,33 (b)	0,0297
		DP	2,44	1,74	1,09	
	7	Média	5,41 (a)	5,04 (a)	4,78 (a)	0,1979
		DP	0,73	1,48	1,00	
Clearfil	8	Média	3,71 (a)	3,44 (a)	3,32 (a)	0,7659
		DP	1,26	1,62	1,57	
	9	Média	1,58 (a)	1,56 (a)	1,46 (a)	0,8193
		DP	0,63	0,51	0,48	
	10	Média	4,59 (a)	4,31 (a)	4,12 (a)	0,6023
		DP	1,47	1,38	0,86	
	11	Média	5,05 (a)	4,60 (a)	4,56 (a)	0,4311
		DP	1,42	0,90	1,01	

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas linhas indicam diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$).

Observa-se que não houve diferença significativa nas análises de variâncias das médias de resistência adesiva de cada grupo nos diferentes terços

quando se utilizou o adesivo Clearfil (grupos 8, 9, 10 e 11). Por outro lado, com o adesivo Scotchbond houve diferenças estatísticas nos grupos 1, 3, 5 e 6, na comparação entre os terços. Nos grupos 1, 5 e 6, o terço cervical apresentou resistência adesiva significativamente maior que o terço apical, sendo que o terço médio não diferiu significativamente de ambos. No grupo 3, os terços cervical e médio não apresentaram diferença significativa entre si, mas foram significativamente superiores ao terço apical.

5.2- Avaliação da resistência adesiva de acordo com os adesivos, protocolo de irrigação e tempo de avaliação

A Tabela 9 independentemente do protocolo de irrigação e do tempo de avaliação, os espécimes hibridizados com o sistema Scotchbond apresentaram resistências adesivas estatisticamente superiores àqueles preparados com Clearfil.

Tabela 9 – Comparação das médias (\pm desvio padrão) da resistência adesiva (MPa) dos diferentes sistemas adesivos.

Adesivo	Estimativas	Tempo		
		Imediato Água	Mediato Óleo	Mediato Água
Scotchbond	Média	6.01 (a)	5.82 (a)	4.74 (a)
	DP	(+2.11)	(+2.16)	(+2.50)
Clearfil	Média	4.01 (b)	3.72 (b)	2.84 (b)
	DP	(+1.43)	(+1.67)	(+1.74)

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$).

As influências dos protocolos de irrigação e dos tempos de armazenamento estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Comparação das médias (\pm desvio padrão) da resistência adesiva (MPa) após os diferentes protocolos de irrigação e, nos diferentes tempos de avaliação (n=5).

Adesivo	Grupo	Parâmetros	Tempos			ANOVA (2) Valor p	
			Imediato	Água	Mediato Óleo		Mediato Água
Scotchbond	1	Média	7,03 (b) (A)	6,86 (b) (A)	3,97 (b) (B)	< 0,0001	
		DP	(\pm 2,28)	(\pm 1,88)	(\pm 1,52)		
	2	Média	3,11 (e) (A)	2,90 (e) (A)	1,93 (c) (B)	< 0,0001	
		DP	(\pm 1,85)	(\pm 1,25)	(\pm 0,93)		
	3	Média	6,03 (c) (A)	5,89 (c) (A)	3,46 (b) (B)	< 0,0001	
		DP	(\pm 2,18)	(\pm 1,71)	(\pm 1,32)		
	4	Média	4,85 (d) (A)	4,80 (d) (A)	3,98 (b) (A)	0,1099	
		DP	(\pm 1,72)	(\pm 1,24)	(\pm 0,89)		
	5	Média	8,75 (a) (A)	8,20 (a) (A)	7,55 (a) (A)	0,3486	
		DP	(\pm 2,15)	(\pm 2,01)	(\pm 1,89)		
	6	Média	7,20 (b) (A)	7,04 (b) (A)	7,11 (a) (A)	0,9751	
		DP	(\pm 2,11)	(\pm 2,05)	(\pm 1,66)		
	7	Média	5,07 (cd) (A)	5,06 (cd) (A)	5,18 (b) (A)	0,9529	
		DP	(\pm 1,65)	(\pm 1,41)	(\pm 0,96)		
Clearfil	8	Média	4,61 (d) (A)	3,98 (de) (A)	1,87 (c) (B)	< 0,0001	
		DP	(\pm 1,96)	(\pm 1,47)	(\pm 0,99)		
	9	Média	2,01 (e) (A)	1,50 (f) (B)	1,08 (c) (C)	< 0,0001	
		DP	(\pm 1,36)	(\pm 1,18)	(\pm 0,77)		
	10	Média	4,68 (d) (A)	4,67 (d) (A)	3,66 (b) (A)	0,0330	
		DP	(\pm 1,55)	(\pm 1,15)	(\pm 1,03)		
	11	Média	4,72 (d) (A)	4,76 (d) (A)	4,72 (b) (A)	0,9942	
		DP	(\pm 1,29)	(\pm 1,17)	(\pm 0,88)		
	ANOVA (1) Valor p		-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	-

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e, por letras maiúsculas nas linhas indicam diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$).

Observa-se, na tabela 10, que as análises de variâncias foram altamente significativas ($p < 0,0001$) para os intervalos de tempo.

Verifica-se, independentemente do tempo de armazenamento, que as maiores médias de resistência de adesão foram observadas nos grupos 5 e 6, e que os menores foram observados nos grupos 2 e 9, para os critérios mediato com óleo e imediato com água e nos grupos 8 e 9, para o critério mediato com água.

5.2.1- Avaliação Imediata (1 dia em água)

Dentre os grupos hibridizados com Scotchbond, o G5; no qual se promoveu a desproteinização com aplicação de hipoclorito de sódio a 5,25% após o condicionamento ácido, seguida do uso de Ascorbato de sódio a 10%; apresentou a maior resistência adesiva, inclusive superior ao grupo controle do Scotchbond (G1). Nos demais grupos, apenas o que teve Clorexidina gel 2% como substância química auxiliar durante o preparo químico-mecânico (G6), manteve os valores de resistência adesiva semelhantes ao G1. No entanto, a aplicação da Clorexidina gel a 2% pós-condicionamento ácido (G7), diminuiu a resistência de união em comparação ao G1. Já a utilização do hipoclorito de sódio a 5,25% durante o preparo químico-mecânico, associado ou não ao tratamento com agente antioxidante (G2 e G3, respectivamente) reduziu significativamente a resistência adesiva em relação ao G1. O mesmo pode ser observado no grupo em que o hipoclorito de sódio foi aplicado para desproteinização pós-condicionamento ácido (G4).

Nos espécimes em que se usou o sistema Clearfil, apenas o grupo irrigado exclusivamente com hipoclorito de sódio a 5,25% (G9) apresentou redução significativa na resistência adesiva em relação ao grupo controle do Clearfil (G8). O uso do Ascorbato de sódio a 10% após uso do hipoclorito de sódio (G10) restabeleceu os valores adesivos obtidos no G8. A aplicação da Clorexidina gel

2% durante o preparo químico-mecânico, não interferiu na adesão promovida pelo Clearfil.

5.2.2- Avaliação Mediata em Óleo (1 ano)

O comportamento dos espécimes armazenado em óleo mineral, apresentou um padrão semelhante àqueles avaliados 1 dia após o preparo (avaliação imediata) com exceção do grupo 9, que apresentou menores valores de resistência estatisticamente significativa em relação a todos os demais grupos.

5.2.3- Avaliação Mediata em Água (1 ano)

Dentre os grupos hibridizados com Scotchbond, os grupos 5 e 6, apresentaram resistência adesiva superior aos demais grupos, incluindo-se o grupo controle do Scotchbond (G1). A utilização do hipoclorito de sódio a 5,25% durante o preparo químico-mecânico (G2) reduziu significativamente a força de união em relação ao G1. No entanto, a utilização do hipoclorito de sódio a 5,25% durante o preparo químico-mecânico, associado ao tratamento com agente antioxidante (G3) e seu uso para desproteinização pós-condicionamento ácido (G4), mantiveram a resistência adesiva em comparação ao G1, assim como a aplicação da Clorexidina gel a 2% pós-condicionamento ácido (G7).

Nos espécimes em que se usou o sistema Clearfil, o grupo irrigado exclusivamente com hipoclorito de sódio a 5,25% (G9) apresentou resistência adesiva sem diferença significativa ao grupo controle do Clearfil (G8). O uso do Ascorbato de sódio a 10% após uso do hipoclorito de sódio (G10) e a aplicação da Clorexidina gel 2% durante o preparo químico-mecânico, mantiveram valores de adesão superiores ao G8.

5.2.4- Avaliação da Longevidade Adesiva

Os resultados relacionados à longevidade adesiva dentro da cada grupo podem ser observados na Tabela 10 (avaliação por linhas). Na análise mediata

em óleo apenas a média da resistência adesiva do G9 reduziu de forma significativa ($p < 0,05$) em relação aos espécimes avaliados imediatamente.

Na avaliação mediata em água dos grupos hibridizados com SB; G1, G2 e G3, tiveram sua resistência de união significativamente reduzida ($p < 0,05$) em relação aos espécimes avaliados imediatamente. Os grupos G4, G5, G6 e G7 mantiveram os valores de adesão. Nos grupos do CF, o G8 e G9 apresentaram uma redução significativa na resistência adesiva ($p < 0,05$). Os grupos G10 e G11 tiveram seus valores conservados.

5.3- Análise do Padrão de Fratura

As distribuições dos padrões de fratura avaliados por meio de lupa estereoscópica (25X) encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11- Distribuição do padrão de Fratura de acordo com os períodos de avaliação.

PADRÃO DE FRATURA	MISTA / COESIVA EM RESINA	MISTA / ADESIVA	MISTA / COESIVA EM CIMENTO	MISTA / COESIVA EM DENTINA	MISTA / COESIVA NO PINO	COESIVA EM RESINA
IMEDIATO	12, 1%	77,6%	0,3%	5,3%	1,8%	2,9%
MEDIATO ÓLEO	2,8%	97,2%	0%	0%	0%	0%
MEDIATO ÁGUA	4,3%	95,4%	0%	0%	0%	0,3%

As Figuras 18 a 23 ilustram os padrões de fratura, em microscopia eletrônica de varredura encontrada, nos espécimes do presente estudo: mista/coesiva em resina, mista/coesiva em cimento, mista/coesiva em dentina, mista/coesiva no pino, mista/adesiva, coesiva em resina.

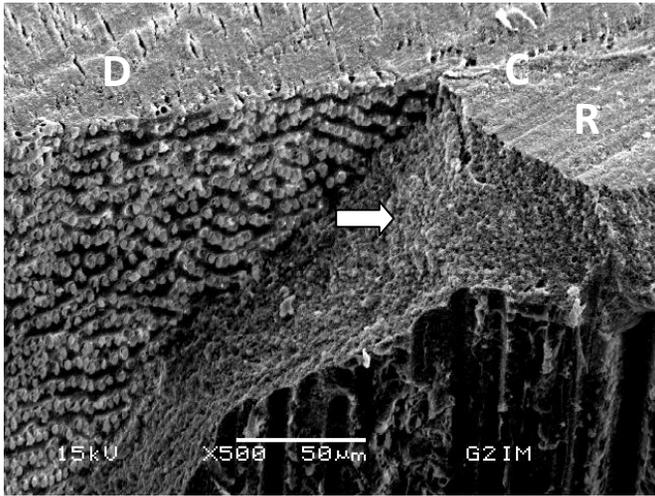


Figura 18- Espécime do G2 (imediato) com padrão de fratura misto predominantemente em coesivo em resina (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento), R (resina).

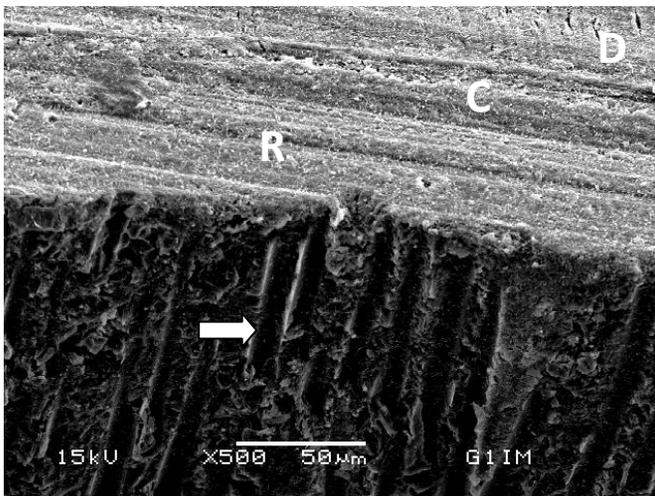


Figura 19- Espécime do G1 (imediato) com padrão de fratura coesivo em resina (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento), R (resina).

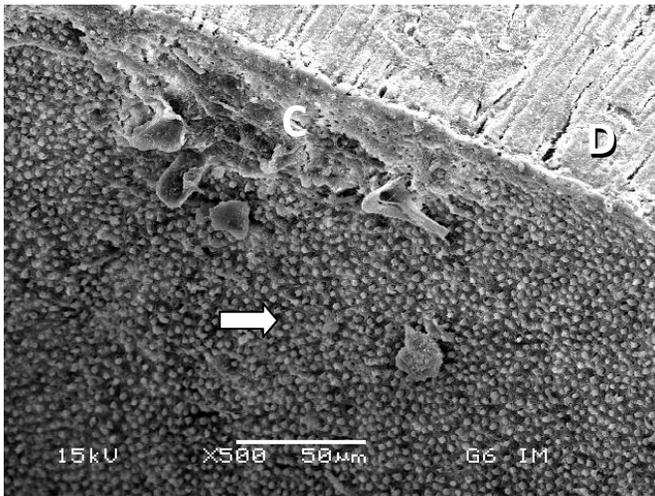


Figura 20- Espécime do G6 (imediato) com padrão de fratura misto predominantemente adesivo (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento).

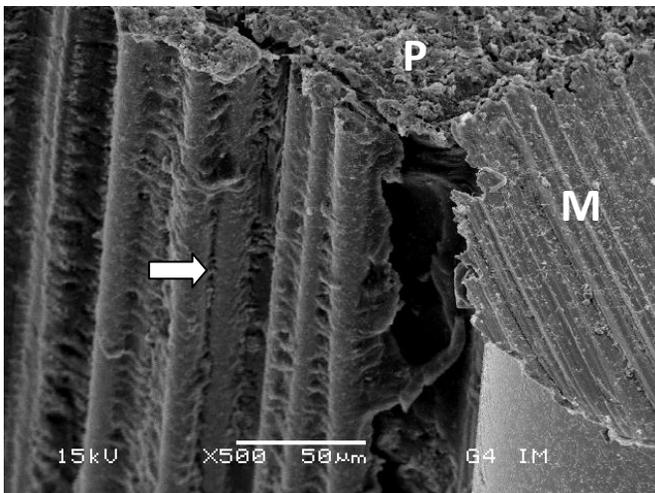


Figura 21- Espécime do G4 (imediato) com padrão de fratura misto predominantemente coesivo no pino (seta). Magnificação de 500X. P (pino), M (filamento metálico).

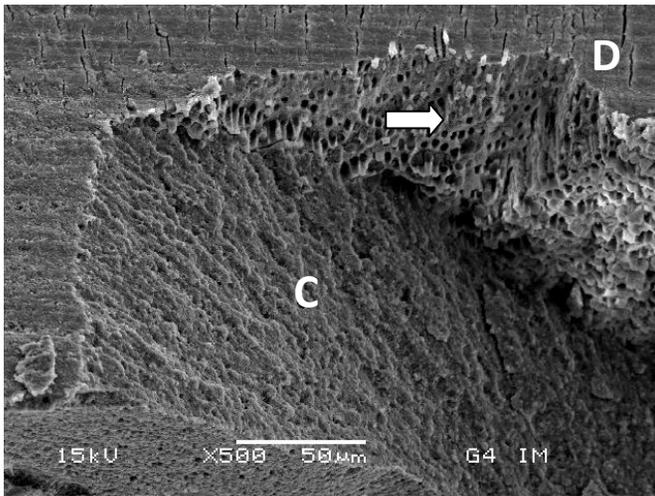


Figura 22- Espécime do G4 (imediato) com padrão de fratura misto predominantemente coesivo em dentina (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento).

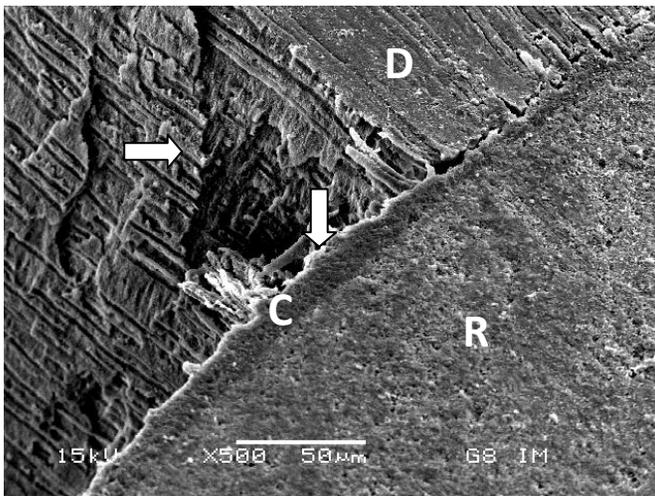


Figura 23- Espécime do G8 (imediato) com padrão de fratura misto predominantemente coesivo em cimento (seta vertical), apresentando também área de fratura coesiva em dentina (seta horizontal). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento), R (resina).

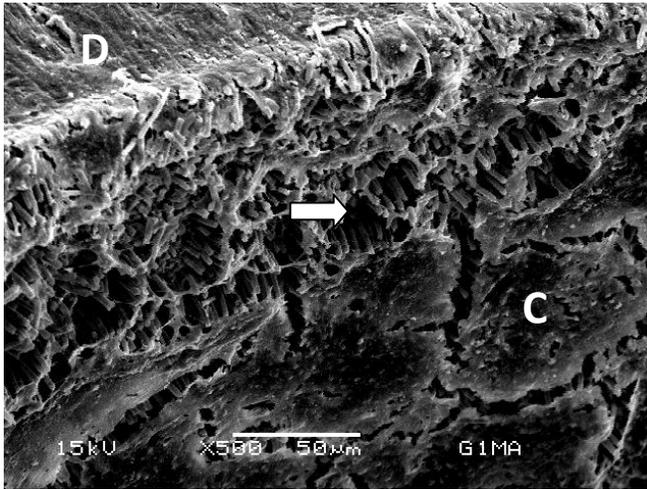


Figura 24- Espécime do G1 (mediato) com padrão de fratura misto predominantemente adesivo (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento).

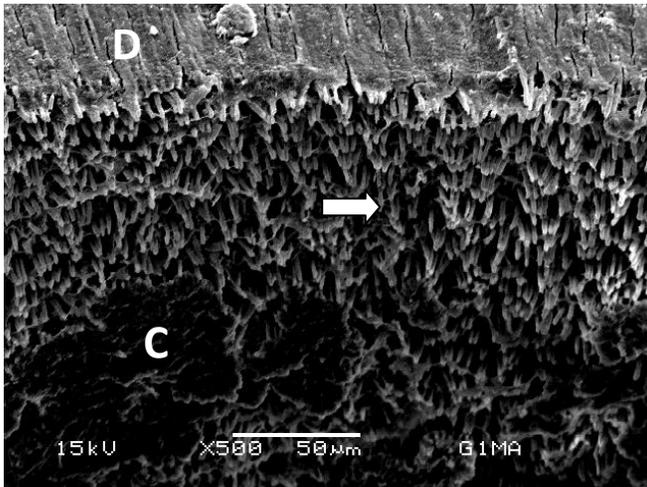


Figura 25- Espécime do G1 (mediato) com padrão de fratura misto predominantemente adesivo (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento).

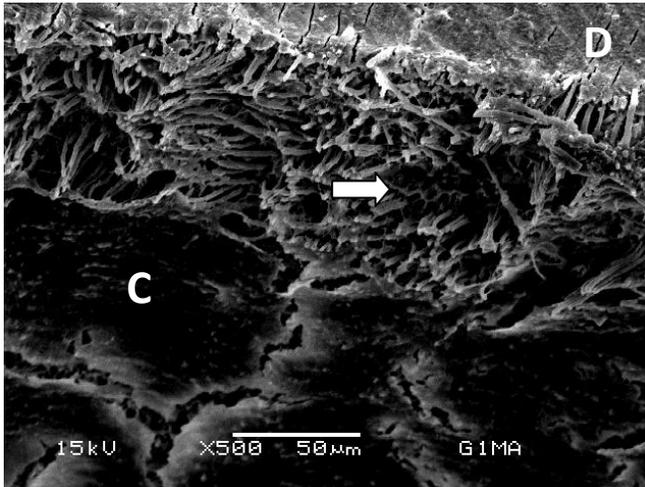


Figura 26- Espécime do G1 (mediato) com padrão de fratura misto predominantemente adesivo (seta). Magnificação de 500X. D (dentina), C (cimento).

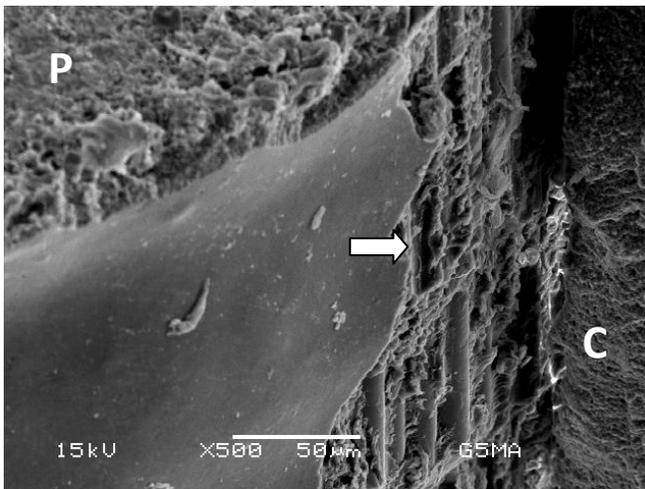


Figura 26- Espécime do G5 (mediato) com padrão de fratura misto predominantemente coesivo no pino (seta). Magnificação de 500X. P (pino), C (cimento).

6- Discussão

A resistência adesiva ou resistência adesiva foi mensurada pelos mais variados testes (microtração, microcisalhamento, cisalhamento por extrusão). O presente estudo optou pelo teste de cisalhamento por extrusão (“push-out”) baseando-se na literatura recente, a qual consistentemente lança mão desta avaliação para análise da resistência adesiva ou resistência adesiva dos retentores intrarradiculares (Ishizuka et al., 2001; Boschian et al., 2002; Silva et al., 2005; Bitter et al., 2006; Baldissara et al., 2006; Sadek et al., 2006; Zicare et al., 2008; Carvalho et al., 2009). Esta escolha se dá pelas características específicas dos corpos de provas obtidos da porção radicular. De acordo com Soares et al., em 2008, os ensaios mecânicos de “push-out” proporcionam distribuição de forças mais homogênea, que resulta em menor variabilidade dos resultados quando comparados a ensaios de microtração.

Os ensaios de microtração e microcisalhamento, apesar de largamente utilizados (Perdigão et al., 1994; Armstrong et al. , 1998; Prati et al., em 1999; Pereira et al., 1999; Morris et al., 2001; Lai et al., 2001; Hashimoto et al., 2001; Gaston et al., 2001; Yiu et al., 2002; Ari et al., 2003; Bouillaguet et al., 2003; Ozturk & Özer, 2004; Fuentes et al., 2004; Scribante et al., 2006; Santos et al., 2006), apresentam ainda, inconvenientes relacionados a tensões induzidas na interface de união durante a confecção dos espécimes, que invariavelmente resultam na perda de amostras.

A resistência adesiva é medida pela carga (em Newtons) no momento da falha, dividida pela superfície de área aderida. A análise do padrão de fratura revelou que 89,9% das amostras falharam na interface adesiva dentinária. Por esse motivo a área utilizada para o cálculo da resistência adesiva foi obtida pela média dos perímetros apical e cervical, multiplicado pela altura do espécime. Essa metodologia difere da adotada pelas pesquisas com “push-out” publicadas até o momento que utilizam o diâmetro do pino para o cálculo da área (Ishizuka et al.,

2001; Boschian et al., 2002; Silva et al., 2005; Bitter et al., 2006; Baldissara et al., 2006; Sadek et al., 2006; Zicare et al., 2008; Carvalho et al., 2009), o que subestima a real área de interface adesiva. Essa diferença no cálculo da área aderida justifica os valores numericamente inferiores do presente estudo.

Durante o processo de condicionamento do substrato dentinário pelos “primers” ácidos, a “smear layer” representa uma barreira à difusão. Quanto mais espessa, menor a resistência adesiva. Devido ao fato da “smear layer” ser constituída de dentina (Eick et al., 1970; Czonstkowsky et al., 1990), possui uma significativa capacidade tampão, que tende a neutralizar a acidez dos monômeros autocondicionantes, limitando sua profundidade de penetração. Clinicamente a espessura da “smear layer” pode ser diminuída com brocas de acabamento multi-laminadas ou diamantadas de granulação fina e extrafina. Esse procedimento aumenta significativamente a resistência dos sistemas adesivos autocondicionantes (Koibuchi et al., 2000).

A “smear layer” espessa (5 μm) formada no interior do canal radicular somada a presença de “smear plugs” (40 μm), pode ser considerada uma das explicações para o desempenho inferior obtido pelo Clearfil SE Bond. Além disso, a adesão química proporcionada pelo MDP (presente no primer e no adesivo desse sistema) pode ter sido prejudicada pela quelação dos íons cálcio promovida pelo EDTA 17%, utilizado como irrigante final de todas as amostras do presente estudo, exceto nos grupos controle.

A adesão mecânica do Scotchbond Multi Purpose garantiu resistência adesiva superior no terço cervical dos grupos 1, 3, 5 e 6 em relação ao terço apical. Provavelmente, o maior número de túbulos dentinários presentes na região cervical (Carrigan et al., 1984; Ferrari et al., 2000a), somada a fotopolimerização favorecida dessa região contribuíram para esse resultado. Em acordo com os resultados obtidos por Pereira et al., em 1999, o sistema autocondicionante não

sofreu influências relacionadas à profundidade dentinária, agindo de maneira homogênea em todos os terços do conduto radicular.

Apesar dos resultados controversos encontrados na literatura, a superioridade da técnica condicione e lave (SB) constatada no presente estudo está em conformidade com a maioria dos artigos revisados. Mannocci et al. (1999) e Vichi et al. (2002), ao observarem a morfologia da camada híbrida formada, os prolongamentos (“tags”) de resina e ramificações laterais, elegeram o sistema condicione e lave de 03 passos como o mais efetivo na formação de um embricamento mecânico intrarradicular devido a sua amplitude. A eficiência clínica da técnica úmida foi comprovada por Ferrari et al. (1996; 2000d). E a utilização ativa do “microbrush” durante o processo de hibridização proporciona a formação da camada híbrida, “tags” de resina e ramificações laterais com forma e densidade similares em toda a extensão da raiz (Ferrari et al., 2001; Vichi et al. 2002a, Vichi et al., 2002b).

Para amenizar os efeitos do fator C radicular, todas as amostras foram cimentadas com a técnica do pino anatômico (Scotti & Ferrari, 2003; Iglesia-Puig & Arellano-Carbonero, 2004). O cimento resinoso dual, RelyX ARC, foi escolhido devido as suas características mecânicas (Ceballos et al., 2006).

Os materiais adesivos, quando utilizados dentro do protocolo correto, apresentam excelentes propriedades mecânicas (Martelli, 2000; Ceballos, 2006) e de selamento (Belli et al., 2001; Galvan et al., 2002). Devido a essas características, são considerados como material de escolha para restauração imediata e definitiva após a conclusão da terapia endodôntica, prevenindo, dessa forma, a recontaminação do sistema de canais, garantindo o sucesso e a durabilidade do tratamento (Schwartz & Robbins, 2004; Schwartz & Fransman, 2005).

Entretanto, a aplicação de sistemas adesivos imediatamente após o término do tratamento endodôntico pode resultar em efeitos indesejáveis relacionados à

substância química auxiliar endodôntica utilizada. Os efeitos causados pelo NaOCl, tradicional substância irrigadora, e pelo digluconato de clorexidina, introduzido mais recentemente como substância química auxiliar, ambos nas mais diversas concentrações, foram investigados por meio de variados ensaios mecânicos “in vitro”. Os autores encontraram alterações significativas nas propriedades biomecânicas do substrato dentinário. O módulo de elasticidade e a resistência flexural tiveram um decréscimo significativo após o uso de NaOCl em altas concentrações (Sim et al., 2001; Grigoratos et al., 2001).

O NaOCl (2,5%, 5,25% e 6,0%) influencia também na microdureza e microrugosidade (Ari et al., 2004). Ari et al., (2004), recomendam o uso de digluconato de clorexidina 0,2% como irrigante endodôntico por ser inerte às paredes radiculares. Tay & Pashley (2004), concluíram também, que o uso de clorexidina a 2% justifica-se pela notável complexidade da dentina esclerótica cervical não cariada, que comumente apresenta bactérias aderidas e incorporadas à camada híbrida, o que pode comprometer sua performance a longo prazo.

Slutzky-Goldberg (2004), aconselharam o uso de NaOCl em baixas concentrações durante um período inferior a 10 minutos, ou a utilização de clorexidina com intuito de manter as propriedades físicas dentinárias inalteradas. As recomendações feitas pelos autores para utilização do NaOCl, em Endodontia, são impraticáveis devido à diminuição do poder antimicrobiano do NaOCl, quando utilizado em baixas concentrações, e do tempo necessário para instrumentação do sistema de canais radiculares superior a 10 minutos. Os níveis de cálcio, fósforo, potássio e enxofre foram mensurados por Ari et al., em 2005, por meio de técnica atômica indutiva acoplada ao espectrômetro de emissão de plasma onde se observou uma diminuição estatística significativa de cálcio e fósforo durante a utilização do NaOCl a 2,5% e clorexidina a 0,2%. O decréscimo das propriedades físicas da dentina, provavelmente resulta da dissolução da matriz colágena e da remoção parcial do conteúdo mineral, o que pode “fragilizar” um dente com tratamento endodôntico (Sim et al., 2001).

A resistência adesiva dentinária depende em grande parte da distribuição do “stress” que, por sua vez, está intimamente relacionada com as propriedades físico-mecânicas do substrato. Fuentes et al. (2004), apesar do exagero no tempo de exposição (2 dias) ao NaOCl a 5%, metodologia que não condiz com a realidade clínica, afirmaram que o decréscimo dos valores de microdureza, devido à remoção de componentes orgânicos e minerais da dentina, resultaria na presença de uma frágil camada na interface adesiva, que poderia levar a falhas prematuras. A influência do NaOCl é diretamente proporcional ao tempo, quanto maior o período de contato, mais deletérios serão seus efeitos (Ishizuka et al., 2001; Ari et al., 2003; Slutzky-Golberg, 2004).

Inúmeras foram às teorias enunciadas com o intuito de explicar a influência do NaOCl na adesão. Dentre elas, a hipótese de que a degradação de componentes orgânicos, principalmente o colágeno, impediria a formação de uma camada híbrida adequada (Nikaido et al., 1999). Outro fator investigado, foi à presença de oxigênio (O_2), resultante da dissociação do NaOCl, que inibe a reação de polimerização devido à competição dos radicais livres residuais reativos do NaOCl com os radicais livres vinílicos durante a fotopolimerização, que resulta no fechamento prematuro da cadeia polimérica (Nikaido & Nakabayashi, 1988; Morris et al., 2001; Lai et al., 2001; Yiu et al., 2002). Além disso, as “bolhas” de O_2 residual podem dificultar a infiltração dos sistemas adesivos nos túbulos dentinários e na dentina desmineralizada, afetando a formação da camada híbrida, “tags” e ramificações laterais (Ari et al., 2003). De acordo com as micrografias eletrônicas de varredura analisadas no presente estudo, a teoria enunciada por Ari et al., em 2003, parece ser pouco provável. As imagens obtidas dos grupos que utilizaram NaOCl revelaram uma intensa formação de “tags” de resina.

O decréscimo na resistência adesiva imediata do Scotchbond Multi Purpose associado à desproteinização relatado por Prati et al., em 1999, também foi constatado no grupo 4 do presente estudo. No entanto, a explicação para o ocorrido parece ser a presença do O_2 , visto que a utilização de um antioxidante

(ascorbato de sódio 10%) após a desproteíntização, seguida pela hibridização com Scotchbond Multi Purpose (G5) superou os valores de adesão atingidos pelo grupo controle (G1). A inibição da polimerização causada pela presença do O² deve ser o fator determinante no fracasso da adesão (Morris et al., 2001; Lai et al., 2001; Yiu et al., 2002). Cunha et al., em 2009, encontraram também, uma redução significativa da adesão após a desproteíntização, situação restabelecida pelo ácido ascórbico. O desempenho estatisticamente superior do G5 pode, também, estar relacionado à intensa secagem realizada antes da hibridização. A desproteíntização realizada com NaOCl, que resulta na redução da quantidade de colágeno exposto (Sauro et al., 2009), diminui a susceptibilidade da técnica de hibridização, e possibilita a remoção eficaz da umidade presente no substrato dentinário.

Ozturk & Özer ao compararem a influência do NaOCl a 5% na resistência adesiva imediata do Clearfil SE Bond (autocondicionante de 2 passos), Prompt L Pop (autocondicionante de passo único), Scotchbond Multi Purpose e Prime Bond NT (ambos condicionam e lavam de 3 e 2 passos, respectivamente), constataram diminuição significativa para todos os sistemas. Nesse estudo o Clearfil SE Bond obteve os melhores resultados tanto na ausência quanto na presença do NaOCl, fato que fez com que os autores responsabilizassem a susceptibilidade da técnica úmida como principal fator na queda dos valores adesivos no assoalho da câmara pulpar. Contudo, resultados opostos foram obtidos por Ishizuka et al. (2001), que ao compararem os efeitos do NaOCl a 6% sobre a adesão do Single Bond (condicionam e lavam de 2 passos) e do Clearfil Megabond (autocondicionante de 2 passos), encontraram diminuição significativa apenas para o Clearfil Megabond. Os autores concluíram que o condicionamento ácido total promovido pelo Single Bond seria capaz de remover toda a extensão da dentina alterada pelo NaOCl a 6%, justificando, assim, seu melhor desempenho frente ao sistema autocondicionante.

O NaOCl 5,25%, utilizado nos grupos 2 e 9, diminuiu significativamente a resistência de união dos 2 sistemas adesivos avaliados (SB e CF). A redução da resistência adesiva imediata do Clearfil SE Bond (autocondicionante de 2 passos) após tratamento com NaOCl a 5,25%, também foi constatada por Santos et al. (2006). Nesse estudo outras substâncias químicas auxiliares e suas associações também foram testadas, dentre elas a clorexidina a 2% (na versão líquida e gel), associada ou não ao EDTA a 17%, não influenciou nos valores adesivos no assoalho da câmara pulpar. Silva et al. (2004) reportaram que a clorexidina gel a 2% não influenciou na resistência adesiva do All Bond 2 (condicione e lave de 3 passos) associado ao cimento resinoso dual (Hi-X), quando utilizada durante o preparo intrarradicular protético.

Os achados das pesquisas supracitadas estão em acordo com os resultados obtidos nos grupos 6 e 11, em que a clorexidina gel 2%, utilizada como substância química auxiliar endodôntica, não influenciou na resistência adesiva imediata do SB e do CF. No entanto, ao ser aplicada após o condicionamento ácido durante 5 minutos, a clorexidina gel 2% reduziu significativamente os valores de resistência imediata. O desempenho inferior constatado pode ser relacionado à formação de um precipitado branco similar ao descrito por Rasimick et al., em 2008. Os autores analisaram a composição química do precipitado branco formado pela combinação de EDTA e clorexidina. A análise dos resultados revelou que mais de 90% do precipitado é formado por EDTA e clorexidina, e os 10% restantes continham água e digluconato de sódio. A Paracloroanelina, produto da decomposição da clorexidina, potencialmente cancerígeno não foi detectado no precipitado.

A reação da clorexidina gel 2% em dentina previamente condicionada com ácido fosfórico 37% parece ser diretamente proporcional ao tempo de aplicação, sendo observada clinicamente a partir do segundo minuto de aplicação. Talvez a utilização da clorexidina por um período de tempo reduzido (1 minuto), como o proposto por Carrilho et al., 2007b seja a conduta mais adequada. Além disso,

apesar da criteriosa remoção do gel de clorexidina 2% (hidrossolúvel), vestígios de natrosol (presente na formulação) podem ter influenciado negativamente os valores de adesão devido as suas propriedades isolantes.

A efetividade da adesão imediata dos sistemas contemporâneos (condicione e lave e autocondicionantes) parece satisfatória (Perdigão et al., 1994; Armstrong et al., 1998; Gaston et al., 2001). Entretanto, a longo prazo os valores de adesão imediata sofrem drástica diminuição (Armstrong et al., 2004), como o observado nos grupos 1, 2, 3, 8 e 9. A degradação da camada híbrida pode ser resultado da exposição à água e/ou enzimas bacterianas presentes na saliva. A água incorporada à camada híbrida inibe a reação de polimerização e degrada os componentes resinosos. Além disso, a hidrólise das fibrilas colágenas expostas, não hibridizadas e a quebra das ligações covalentes com os polímeros resinosos, comprometem fatalmente a longevidade da adesão. A plastificação dos polímeros resinosos reduz as propriedades mecânicas dos sistemas adesivos (Hashimoto et al., 2000, 2002, 2003).

Na avaliação da longevidade adesiva, apesar do desempenho significativamente superior do SB (G1) em relação ao CF (G8), ambos os sistemas tiveram decréscimos significantes na avaliação após 1 ano. A diminuição significativa da durabilidade adesiva do G9 acondicionado em óleo mineral pode estar relacionada ao caráter hidrofílico do sistema autocondicionante CF.

Santos et al. (2009) e Santos (2009) identificaram a presença de metaloproteinases 2, 8 e 9 na dentina radicular humana e bovina. Essas enzimas estão associadas à degradação dos componentes da matriz extracelular, e sua inibição pode prolongar a durabilidade adesiva. Tay et al., em 2006, reportaram um aumento da atividade colagenolítica, devido à ativação das metaloproteinases intrarradiculares latentes pelos adesivos autocondicionantes de 2 passos, o que pode resultar na degradação da interface adesiva e conseqüentemente afetar, de forma negativa, a durabilidade da adesão. A clorexidina a 2%, utilizada pelos

autores, mostrou capacidade de inibir a ativação das metaloproteinases, diminuindo significativamente, mas não por completo a atividade colagenolítica. Esse fato justifica, pelo menos parcialmente, a manutenção dos valores de resistência adesiva após 1 ano nos grupos tratados com clorexidina gel (G6, G7, e G11).

A desproteinização realizada nos grupos 4 e 5, manteve inalterados os valores de resistência adesiva após 1 ano de imersão em água. A redução do colágeno exposto (Sauro et al., 2009), pode resultar em menor degradação, prolongando assim a durabilidade da interface adesiva.

O ascorbato de sódio associado ao CF (G10), também apresentou bons resultados de longevidade adesiva. Portanto as possíveis interações relacionadas ao aumento da conversão dos monômeros resinosos após a utilização de um agente redutor merecem maiores investigações.

7- Conclusões

De acordo com a metodologia empregada e frente aos resultados obtidos foi possível concluir que:

1. O sistema Scotchbond Multi Purpose apresentou os melhores resultados de resistência e longevidade adesiva.
2. O NaOCl 5,25% reduziu os valores de resistência adesiva imediata, quando utilizado como substância química auxiliar ou quando empregado na desproteinização.
3. O uso do ascorbato de sódio após a utilização do NaOCl, melhorou significativamente a resistência adesiva do Scotchbond Multi Purpose e restabeleceu por completo os valores de adesão do Clearfil SE Bond.
4. A aplicação de clorexidina gel 2% como substância química auxiliar endodôntica, não influenciou na resistência adesiva imediata do Scotchbond Multi Purpose e do Clearfil SE Bond.
5. A desproteinização e a aplicação de clorexidina conservaram os valores de resistência adesiva inalterados após 1 ano.

Referências Bibliográficas*

1. Akinmade AO, Nicholson JW. Glass ionomer cements as adhesives. Part I. Fundamental aspects and their clinical relevance. **J Mat Sciences: Mat Med.** 1993; 4: 95-101
2. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **J Prosthet Dent.** 2002; 87(4): 431-7.
3. Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. **J Endod.** 2003; 29 (4): 248-251.
4. 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; 30 (11): 792-795.
5. Ari H, Erdemir A. Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. **J Endod.** 2005; 31 (3): 187-189.
6. Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC. Microtensile bond strength testing and failure analysis of tooth dentin adhesives. **Dent Mater.** 1998; 14: 44-50.
7. Armstrong SR, Vargas MA, Chung I, Pashley DH, Campbell JA, Laffoon JE, Qian F. Resin-Dentin interfacial ultra structure and microtensile dentin bond strength after five-year water storage. **Oper Dent.** 2004; 29 (6): 705-712.
8. Assif D, Pilo R, Marshak B. Restoring teeth following crown lengthening procedures. **J Prosthet Dent.** 1991; 65(1): 62-4.
9. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent.** 1994; 71(6): 565-7.
10. Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, Scotti R. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin. **J Endod.** 2006; 32(10): 985-8.

* De acordo com a norma UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

11. Barnhart DD, Chuang A, Lucca JJD, Roberts S, Liewebr F, Joyce AT. An in vitro evaluation of the cytotoxicity of various endodontic irrigants on human gingival fibroblasts. **J Endod.** 2005; 31(8): 613-615.
12. Belli S, Zhang Y, Pereira PNR, Pashley DH. Adhesive sealing of the pulp chamber. **J Endod.** 2001; 27 (8): 521-526.
13. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. **J Prosthet Dent.** 2006; 95: 302-10.
14. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. **Eur J Oral Sci.** 2009; 117(3): 326-33.
15. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, do Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fiber posts. **Int Dent J.** 2007; 57(3): 153-60.
16. Boone KJ, Murchison DF, Schindler WG. Post retention: the effect of sequence of post-space preparation, cementation time, and different sealers. **J Endod.** 2001; 27(12): 768-71.
17. Boschian PL, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restoration with fiber posts: push-out tests an SEM observation. **Dent Mater.** 2002; 18(8): 596-602.
18. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond Strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent Mater.** 2003; 19: 199-205.
19. Bowen RL. Effect of particle shape and size distribution in a reinforced polymer. **J Am Dent Ass.** 1964; 66: 57-64.
20. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res.** 1955; 34: 849-853.
21. Burgess JO, Summitt JB, Robbins JW. The resistance to tensile, compression, and torcional forces provided by four post systems. **J Prosthet Dent.** 1992; 68(6): 899-903.

22. Burns DA, Krause WR, Douglas HB, Burns DR. Stress distribution surrounding endodontic posts. **J Prosthet Dent.** 1990; 64: 412-8.
23. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0,5 percent sodium hypochlorite on endodontic therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1983; 55 (3): 307-312.
24. Cagidiaco MC, García-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. **Am J Dent.** 2008; 21(3): 179-84.
25. Cailleteau JG, Rieger MR, Akin JE. A comparison of intracanal stresses in a post-restored tooth utilizing the finite element method. **J Endod.** 1992; 18(11):540-4.
26. Caputo AA, Standlee JP. Pins and posts – Why, when, and how. **Dent Clin North Am.** 1976; 20(2): 299-328.
27. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. **J Endod.** 1984; 10 (8): 359-363.
28. Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Yiu C, Pashley DH. Durability of resin–dentin bonds related to water and oil storage. **Am J Dent.** 2005a; 18: 315–9.
29. Carrilho MR, Tay FR, Pashley DH, Tjaderhane L, Carvalho RM. Mechanical stability of resin–dentin bond components. **Dent Mater.** 2005b; 21: 232–41.
30. Carrilho MR, Carvalho RM, de Goes MF et al. Chlorhexidine preserves dentine bond in vitro. **J Dent Res.** 2007a; 86: 90–4.
31. Carrilho MR, Geraldeli S, Tay F et al. (2007b) In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. **J Dent Res.** 2007b; 86: 529–33.
32. Carson KR, Goodell GG, McClanaban SB. Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. **J Endod.** 2005; 31(6): 471-473.

33. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay RF , Pegoraro LF, Silva NRFA, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentine **J Dent**. 2004; 32: 55-65.
34. Carvalho CA, Cantoro A, Mazzoni A, Goracci C, Breschi L, Ferrari M. Effect of ethanol application on post-luting to intraradicular dentine. **Inter Endod J**. 2009; 42: 129–135.
35. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodriguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. **Dent Mater**. 2007; 23(1):100-5.
36. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, et al.. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentration. **Aust Dent J**. 2006; 51 (3): 245-251.
37. Christensen GJ. Post and cores state of the art. **J Amer dent Ass**. 1998; 129: 96-7.
38. Cohen BI, Deutsch AS, Condos S, Musikant BL, Scherer W. Compressive and diametral tensile strength of titanium-reinforced composites. **J Esthet Restor Dent**. 1992; 4(suppl): 50-5.
39. Cohen BI, Pagnillo MK, Condos S, Deutsch AS. Four different core materials measured for fracture strength in combination with five different designs of endodontic posts. **J Prosthet Dent**. 1996; 76(5): 487-95.
40. Cooney JP, Caputo AA, Trabert KC. Retention and stress distribution of tapered-end endodontics posts. **J Prosthet Dent**. 1986; 55(5): 540-6.
41. Cormier CJ, Burns DR, Mon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. **Int J Prosthodont**. 2001; 10(1): 26-36.
42. da Cunha LF, Furuse AY, Mondelli RF, Mondelli J. Compromised bond strength after root dentin deproteinization reversed with ascorbic acid. **J Endod**. 2010; 36(1): 130-4.

43. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. **Dent Clin Nort Amer.** 1990; 34 (1): 13-25.
44. Dametto FR, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged anti microbial action of chlorhexidine gel as endodontic irrigants against enterococcus faecalis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2005; 99: 768-772.
45. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J Dent Res.** 2005; 84 (2): 118-132.
46. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of electron microprobe. **J Dent Res.** 1970; 49: 1359-1368.
47. Ercan E, Özekinci T, Apakul F, Gül K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine digluconato and 5,25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. **J Endod.** 2004; 30(2): 84-87.
48. Fardal O, Turnbull RS. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. **J Am Dent Ass.** 1986; 112: 863-869.
49. Ferrari M, Cagidiaco MC, Kugel G, Davidson CL. Dentin infiltration by three adhesive systems in clinical and laboratory conditions. **Am J Dent.** 1996; 9 (6): 240-244.
50. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. **Am J Dent.** 2000a; 13 (5): 255-260.
51. Ferrari M, Vich A, Garcia-Godoy F. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. **Amer J Dent.** 2000b; 13(special issue): 9b-14b.
52. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber reinforced epoxy resin posts and cast posts and core. **Amer J Dent.** 2000c; 13(special issue): 15b-18b.

53. Ferrari M, Mannocci F. A “one-bottle” adhesive system for bonding a fiber post into a root canal: an SEM evaluation of the post-resin interface. **Inter Endod J**. 2000d; 33: 397-400.
54. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: An SEM investigation. **Inter J Prost**. 2001; 14 (6): 543-549.
55. Ferraz CCR, Gomes BPFA, 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; 27 (7): 452-455.
56. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res**. 1979; 58 (4): 1364-1370.
57. Fuentes V, Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Tensile strength and microhardness of treated human dentin. **Dent Mater**. 2004; 20: 522-529.
58. Galhano GA, Valandro LF, Melo RM, Scotti R, Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber, quartz fiber, and glass fiber-based posts. **J Endod**. 2005; 31(3): 209-11.
59. Galvan RR, West LA, Liewehr FR, Pashley DH. Coronal microleakage of five materials used to create an intracoronal seal in endodontically treated teeth. **J Endod**. 2002; 28 (2): 59-61.
60. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surface. **J Endod**. 2001; 27 (5): 321-324.
61. Gomes BPFA, Souza SFC, Ferraz CCR, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L, et al.. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root in vitro. **Inter Endod J**. 2003; 36: 267-275.
62. Goracci C, Grandini S, Bossu M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: A review. **J Dent**. 2007; 35: 827–835.

63. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. **Int J Prosthodont.** 2005; 18: 399-404.
64. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. **J Perio.** 1986; 57 (6): 370-377.
65. Grigoratos D, Knowles J, Ng Y-L, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. **Inter Endod J.** 2001; 34: 113-119.
66. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo post reinforced. **J Prosthet Dent.** 1979; 42(1): 29-44.
67. Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro MJ, Tjäderhane L. The role of matrix metalloproteinase's in the oral environment. **Acta Odont Scand.** 2007; 65: 1, 1 – 13.
68. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin –dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **J Dent Res.** 2000; 79 (6): 1385-1391.
69. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, Araki Y, Kubota M. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. **J Dent.** 2001; 30: 99-105.
70. Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, Yiu C, Kumagai H, Kudou Y, Kubota M, Oguchi H. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. **J Biomed Mater Res.** 2002; 66: 287-298.
71. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. **Biomaterials.** 2003; 24: 3795-3803.
72. Hebling J, Pashley DH, Tjäderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. **J Dent Res.** 2005; 84; 741–6.

73. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: Review and treatment recommendation. **J Prost Dent**. 2002; 86 (6): 674-678.
74. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: A systematic review. **J Prosthet Dent**. 2002; 87(4): 380-6.
75. Hiraishi N, Yiu CKY, King NM, Tay FR. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. **J Dent**. 2009; 37: 440-448.
76. Hommez GMG, Coppens CRM, De Moore RJG. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. **Inter Endod J**. 2002; 35: 680-689.
77. Iglesia-Puig MA, Arellano-Cabornero A. Fiber-reinforced post and core adapted to a previous metal ceramic crown. **J Prosthet Dent**. 2004; 91(2): 191-4.
78. Imura N, Otani SM, Campos MJA, Jardim Jr EG, Zuolo ML. Bacterial penetration through temporary restorative materials in root-canal-treated teeth in vitro. **Inter Endod J**. 1997; 30: 381-385.
79. Imura N, Pinheiro ET, Gomes BPFA, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. **J Endod**. 2007; 33: 1278-1282.
80. Ishizuka T, Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Iwasaki N, Takahashi H, et al.. Effect of NaOCl treatment on bonding to root canal dentin using a new evaluation method. **Dent Mater**. 2001; 20 (1): 24-33.
81. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2,0% chlorhexidine digluconato and 5,25% sodium hypochlorite as antimicrobial irrigants. **J Endod**. 1994; 20 (6): 276-278.
82. Kanca III J. Resin Bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. **Quint Inter**. 1992; 23: 39-41.

83. Kantor ME, Pines MS. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. **J Prosthet Dent**. 1977; 38(4): 405-12.
84. Kirk EC, Anthony LP. Editorial department: Pierre Fauchard. **Dental Cosmos**. 1923; 65(8): 881-4.
85. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent Mater**. 2001; 17: 122-126.
86. Krasteva K. Clinical application of a fiber-reinforced post system. **J Endod**. 2001; 27(2):132-33.
87. Lai SCN, Mak YF, Cheung GSP, Osório R, Toledano M, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. **J Dent Res**. 2001; 80 (10): 1919-1924.
88. Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. **Dent Mater**. 2004; 20(1): 29-36.
89. Lertchirakarn V, Palamara JEA, Messer HH. Anisotropy of tensile strength of root dentin. **J Dent Res**. 2001; 80 (2): 453-456.
90. Levine RS. The distribution of hydroxyproline in sound human coronal dentine. **Archs Oral Biol**. 1971; 16: 473-478.
91. McLaren JD, McLaren CI, Yaman P, Bin-Shuwaish MS, Dennison JD, McDonald NJ. The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**. 2009; 101(3): 174-82.
92. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. **Int J Prosthodont**. 2003; 16(1): 39-44.
93. Manning KE, Yu DC, Yu HC, Kwan EW. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part I: basic theoretical concepts. **J Can Dent Ass**. 1995; 61(8): 685-95.
94. Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M, Watson TF. Confocal and scanning electron microscopic study of teeth restored with fiber posts, metal posts, and composite resins. **J Endod**. 1999; 25(12): 789-94.

95. Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TR. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. **J Prosthet Dent.** 2002; 88(3): 297-301.
96. Mannocci F, Qualtrough AJ, Worthington HV, Watson TF, Pitt Ford TR. Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored with amalgam or with fiber posts and resin composite: five-year results. **Oper Dent.** 2005; 30(1): 9-15.
97. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J Dent.** 1997; 25: 441-458.
98. Martelli R. Fourth-generation intraradicular posts for the aesthetic restoration of anterior teeth. **Pract Periodont Aesthet Dent.** 2000; 12(6): 579-84.
99. Martin-De Las Heras S, Valenzuela A, Overall CM. The matrix metalloproteinase gelatinase an in human dentine. **Arch Oral Biol.** 2000; 45: 757–65.
100. Mazzoni A, Pashley DH, Nishitani Y et al. Reactivation of quenched endogenous proteolytic activities in phosphoric acid-etched dentine by etch-and-rinse adhesives. **Biomaterials.** 2006; 27: 4470–6.
101. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. **Int Endod J.** 2009; 42: 288–302.
102. Moreira DM, Almeida JF, Ferraz CC, Gomes BP, Line SR, Zaia AA. Structural analysis of bovine root dentin after use of different endodontics auxiliary chemical substances. **J Endod.** 2009;35(7):1023-7.
103. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cements to endodontic surfaces. **J Endod.** 2001; 27 (12): 753-757.
104. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. **J Endod.** 2004; 30 (11): 785-787.

105. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biom Mater Res.** 1982; 16: 265-273.
106. Nakabayashi N. Adhesive bonding with 4-Meta. **Oper Dent.** 1992; supplement 5: 125-130.
107. Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent Mater.** 1992; 8: 125-130.
108. Nakabayashi N, Pashley DH. Hibridização dos tecidos dentais duros. São Paulo: Quintessence; 2000. p.128-129.
109. Nam SH, Chang HS, Min KS, Lee Y, Cho HW, Bae JM. Effect of the number of residual walls on fracture resistances, failure patterns, and photoelasticity of simulated premolars restored with or without fiber-reinforced composite posts. **J Endod.** 2010; 36(2): 297-301.
110. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. **J Prosthet Dent.** 2003; 89(4): 360-7.
111. Nikaido T, Nakabayashi N. Relationship between polymerization and adhesion to teeth. **Adhesive Dent.** 1988; 6: 229-234.
112. Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically treated teeth. **Am J Dent.** 1999; 12 (4): 177-180.
113. Ozturk B, Özer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. **J Endod.** 2004; 30 (5): 362-365.
114. Packham DE. Adhesion. In: Handbook on the adhesion. Essex: Longman Scientific & Technical. 1992. pp 18-20.
115. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on ungrounded enamel. **Dent Mater.** 2001; 17: 430-444.
116. Perdigão J, Swift EJ, Denehy GE, Wefel JS, Donly KJ. In Vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. **J Dent Res.** 1994; 73 (1): 44-55.

117. Pereira PNR, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bonding strength. **Dent Mater.** 1999; 15: 46-53.
118. Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive posts-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observation. **Dent Mater.** 2002; 18(8): 596-602.
119. Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. **Dent Mater.** 1999; 15: 323-331.
120. Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. **Quintessence Int.** 1996; 27(2): 93-7.
121. Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. **J Prosthet Dent.** 2007; 97(2): 93-8.
122. Quintas AS, Dinato JC, Bottino MA. Aesthetic posts and cores for metal-free restorations of endodontically treated teeth. **Pract periodont Aesthet Dent.** 2000; 12(9): 875-84.
123. Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. **J Endod.** 2008; 34: 1521-1523.
124. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. **Inter Endod J.** 1995; 28: 12-18.
125. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **J Endod.** 1989; 15(11): 512-6.
126. Ricucci D, Gröndahl K, Bergenholtz G. Periapical status of root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration or caries. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2000; 90 (3): 354-359.
127. Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries- a

- histobacteriological study of treated cases. **Inter Endod J.** 2003; 36: 787-802.
128. Rijk WG. Removal fiber posts from endodontically treated teeth. **Amer J Dent.** 2000; 13(special issue): 19b-21b.
129. Rosenthal S, Spangberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2004; 98: 488-492.
130. Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. **J Endod.** 1991; 17(9): 450-6.
131. Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, BDrSc (Hons), Ferrari M. Immediate and 24-Hour Evaluation of the Interfacial Strengths of Fiber Posts. **J Endod.** 2006; 32(12):1174-1177.
132. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. **J Endod.** 2006; 32(8): 752-755.
133. Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. **J Dent.** 1999; 27(1): 43-6.
134. Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. **Oper Dent.** 1994; 19(2): 59-64.
135. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. **Oper Dent.** 1995 Jan-Feb;20(1):18-25.
136. Santos JN, Carrilho MRO, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BPF, Souza Filho FJ, et al.. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching an adhesive to pulp chamber dentin. **J Endod.** 2006; 32 (11): 1088-1090.
137. Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, Sorsa T, Breschi L, Mazzoni A, Pashley D, Tay F, Ferraz C, Tjäderhane L. Determination of matrix metalloproteinase's in human radicular dentin. **J Endod.** 2009; 35(5):686-9.

138. Santos JN. Avaliação do selamento do conduto radicular por materiais obturadores endodônticos resinosos e análise da expressão de MMPs na matriz dentinária humana e bovina. [Tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2009.
139. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. **Endod Dent Traumatol**. 1994; 10: 105-108.
140. Sauro S, Mannocci F, Tay FR, Pashley DH, Cook R, Carpenter GH, Watson TF. Deproteinization effects of NaOCl on acid-etched dentin in clinically-relevant vs prolonged periods of application. A confocal and environmental scanning electron microscopy study. **Oper Dent**. 2009; 34 (2): 166-173.
141. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. **J Endod**. 2004; 30 (5): 289-301.
142. Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: A review. **J Endod**. 2005; 31 (3): 151-165.
143. Scribante A, Cacciafesta V, Sfondrini MF. Effect of various adhesive systems on the shear bond strength of fiber-reinforced composite. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2006; 130(2): 224-7.
144. Scotti R, Ferrari M. Pinos de fibra. Considerações teóricas e aplicações clínicas. Trad. De Lavínia Bozzo Aguilar Porsíncula. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
145. Seltzer S, Farber PA. Microbiologic factors in endodontology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. 1994; 78 (5): 634-645.
146. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2004; 97: 381-387.
147. Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. **J Prosthet Dent**. 1997; 78(1): 5-9.

148. Sim TPC, Knowles JC, NG YL, Shelton J & Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **Inter Endod J.** 2001; 34: 120-132.
149. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post and core systems. **J Prosthet Dent.** 1999; 81(3): 262-9.
150. Silva RS, Antunes RPA, Ferraz CCR, 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; 99: 372-377.
151. Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium Hypochlorite on dentin microhardness. **J Endod.** 2004; 30 (12): 880-882.
152. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. **Dent Mater.** 2008; 24(10): 1405-11.
153. Spanberg L, Engstrom B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptic in vitro. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1973; 36 (6): 856-871.
154. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of endodontic dowels: Effects of cement, dowel length, diameter, and design. **J Prosthet Dent.** 1978; 39(4): 401-405.
155. Standlee JP, Caputo AA, Holcomb J, Trabert KC. The retentive and stress-distributing properties of a treated endodontic dowel. **J Prosthet Dent.** 1980; 44(4): 398-404.
156. Sulkala M, Larmas M, Sorsa T, Salo T, Tjaderhane L. The localization of matrix metalloproteinase-20 (MMP-20, enamelysin) in mature human teeth. **J Dent Res.** 2002; 81: 603–7.
157. Sulkala M, Tervahartiala T, Sorsa T, Larmas M, Salo T, Tjaderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. **Arch Oral Biol.** 2007; 52: 121–7.

158. Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. **J Endod.** 1987; 13 (2): 56-59.
159. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layer. **Dent Mater.** 2001; 17: 296:308.
160. Tay FR, M. Hashimoto, D.H. Pashley, M.C. Peters, S.C.N. Lai, C.K.Y. Yiu and C. Cheong. Aging Affects Two Modes of Nanoleakage Expression in Bonded Dentin. **J Dent Res.** 2003; 82: 537-541.
161. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. **J Dent.** 2004; 32: 173-196.
162. Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Monticelli F, Osorio R. Self-etching adhesives increase collagenolytic activity in radicular dentin. **J Endod.** 2006; 32(9): 862-8.
163. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. **J Endod.** 1990; 16 (12): 566-569.
164. Torbjörner A, Karlsson S, Ödman PA. Survival rate and failure characteristics for two posts design. **J Prosthet Dent.** 1995; 73(5): 439-44.
165. Trabert KC, Caputo AA, Abou-Rass M. Tooth fracture: a comparison of endodontic and restorative treatments. **J Endod.** 1978; 4(11): 341-5.
166. Tronstad L, Asbjornsen K, Dovig L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol.** 2000; 16: 218-221.
167. Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. **End Dent Traumat.** 1985; 1(1-3): 108-111.
168. Tylman SD. Theory and practice of crown and bridge prosthesis. 2^o ed St. Louis: C.V. Mosby; 1947. Part I, p. 1-13.
169. Van Der Graaf ER, Bosch JJ. The uptake of water by freeze- Dried human dentine sections. **Archs oral Biol.** 1990; 35 (9): 731-739.

170. Van Meerbeek B, Peuman M, Verschueren M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical status of ten dentin adhesive systems. **J Dent Res.** 1994; 73 (11): 1690-1702.
171. Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, et. al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. **Oper Dent.** 2001; 26: S119-S144.
172. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et. al. Buonocore memorial lecture: adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent.** 2003; 28: 215-235.
173. 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.** 2002a; 18: 495-502.
174. Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: A microscopic investigation. **J Endod.** 2002b; 28 (5): 355-360.
175. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. **J Dent Res.** 1994; 73 (6): 1212-1220.
176. Wegner PK, Freitag S, Kern M. Survival rate of endodontically treated teeth with posts after prosthetic restoration. **J Endod.** 2006 in press.
177. Wrbas KT, Altenburger MJ, DDS, 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; 33(7):840-843.
178. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Inter Endod J.** 1993; 26: 37-43.
179. Yiu CKY, Garcia-Godoy F, Tay FR, Pashley DH, Imazato S, King NM, Lai SCN. A nanoleakage perspective on bonding to oxidized dentin. **J Dent Res.** 2002; 81 (9): 628-632.

180. Zicari F, Couthino E , Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. **Dent Mat.** 2008; 24:967-977.