



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



Vanessa Castro Pestana da Silveira Bueno

Cirurgiã-Dentista

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO, *PUSH-OUT*, DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO FIXADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS DE CIMENTAÇÃO.

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutora em Clínica Odontológica. Área de Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo.

PIRACICABA

2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

B862r	Bueno, Vanessa Castro Pestana da Silveira. Resistência ao cisalhamento por extrusão, <i>push-out</i>, de pinos de fibra de vidro fixados com diferentes técnicas de cimentação. / Vanessa Castro Pestana da Silveira Bueno. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009. Orientador: Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Cimentos de resina. 2. Adesivos dentinários. 3. Dentística. I. Paulillo, Luís Alexandre Maffei Sartini. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. (mg/fop)
-------	--

Título em Inglês: Push-out shearing resistance of fiber posts bonded with resin-based luting cement using different techniques

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Resin cements. 2. Dentin-Bonding Agents. 3. Dentistry

Área de Concentração: Dentística

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca Examinadora: Flávio Henrique Baggio Aguiar, Priscila Christiane Suzy Liporoni, Rodrigo Sanches Cunha, Fernão Hélio de Campos Leite, Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

Data da Defesa: 18-02-2009

Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 18 de Fevereiro de 2009, considerou a candidata VANESSA CASTRO PESTANA DA SILVEIRA BUENO aprovada.

PROF. DR. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

PROFa. DRa. PRISCILA CHRISTIANE SUZY LIPORONI

PROF. DR. RODRIGO SANCHES CUNHA

PROF. DR. FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR

PROF. DR. FERNÃO HÉLIO DE CAMPOS LEITE JÚNIOR

Yasmin,

Minha filha...fruto de um grande Amor, que deu à minha vida um brilho especial e uma força enorme de vencer! Tão pequenininha... mas que tomou conta de tudo com sua alegria, simpatia e sabedoria. Você é o meu melhor trabalho!

A Deus,

Quem eu mais confio, pela presença viva em todos os momentos da minha vida.

Ao meu marido,

Carlos Eduardo

pelo grande amor, compreensão e por todos os momentos felizes da minha vida...

Aos meus pais,

Elísio e Alci

...que são exemplos de amor, de referência de vida...à minha eterna gratidão.

Ao meu irmão,

Mark

por você existir e significar muito mais que você pensa...

À minha cunhada,

Vânia

pelo seu amor e dedicação com o bem mais precioso que tenho.

Aos meus avós,

Álvaro (in memoriam) e Gessy, Elísio e Elza

...que sempre demonstraram a essência de uma família feliz. Amo vocês para sempre!

Aos meus sogros,

Gilberto e Maria Aparecida

...que me acolheram como filha e que aprendi a amá-los como tal.

Ao meu cunhado,

Fábio Gilberto

...pelo convívio e amizade nos últimos tempos!!!

Agradecimento Especial

Ao meu orientador,

Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo

que apostou em mim, confiou no meu trabalho, e ofereceu a oportunidade que acrescentou muito na minha vida profissional. Mais que orientador, tornou-se um amigo que é exemplo de integridade, competência e dedicação na carreira docente. Obrigada por tudo!!!!

Agradecimentos

*À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do diretor, **Prof.Dr. Francisco Haiter Neto**, e do **Prof. Dr.Marcelo de Castro Meneghim**, diretor associado.*

*Ao **Prof.Dr. Jacks Jorge Jr.**, coordenador dos cursos de pós-graduação em Clínica Odontológica.*

*Ao **Prof.Dr. Carlos Tadeu dos Santos**, do departamento de Matemática e Estatística da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” –USP, pela realização da análise estatística.*

*Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, **Prof.Dr. José Roberto Lovadino**, **Prof.Dr. Marcelo Giannini**, **Prof.Dr. Luis Roberto Marcondes Martins**, **Prof.Dr.Flávio Henrique Baggio Aguiar** e **Profa.Dra.Gisele Maria Marchi Baron**, pelos conhecimentos transmitidos e incentivo durante o curso.*

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Dentística pela amizade e companheirismo!

*Ao meu, **Carlos Bueno**, que compreendeu meus anseios e me encorajou para atingir mais esse objetivo, exercendo o amor em todos os sentidos, como marido, amigo e professor. Esse título é nosso!*

*À minha amiga e irmã, **Déborinha Lima**, que esteve ao meu lado em momentos difíceis ao longo deste curso e em minha vida pessoal, compartilhando alegrias, tristezas e muitas vitórias! Obrigada pelo carinho e amizade!*

*À minha equipe, **Esthetic Group**, **Débora**, **Alexandre**, **Rodrigo** e **Cláudia**, pelo apoio em meio aos desafios! Obrigada!!!*

*Ao meu afilhado, **Victor**, pelas alegrias e travessuras!!! Você é especial...*

*Ao **Adriano Luís Martins** que contribuiu com muita paciência e dedicação na realização deste trabalho!*

À Mônica Aparecida Barnabé, pelas orientações e carinho com que realiza o seu trabalho.

Aos funcionários da área de Dentística, obrigada por tudo!

À Cléo, pela dedicação, apoio e competência que realiza o seu trabalho!

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

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a influência de diferentes proporções de cimentos resinosos e o uso de co-iniciadores químicos na resistência ao cisalhamento por extrusão, *push - out*, na interface de união dentina intra-radicular e pinos de fibra de vidro e ainda expressar o grau de infiltração do nitrato de prata na camada híbrida. Foram utilizadas 54 raízes bovinas, divididas em seis grupos experimentais. As técnicas de cimentação avaliadas foram: Grupo I - Clearfil SE Bond/ Panavia F na proporção base/catalisador 1:1 (CP1), Grupo II - Clearfil SE Bond/ Panavia F 1:3 (CP3), Grupo III - Clearfil SE Bond/ ED primer/ Panavia F 1:1 (CPE), Grupo IV - Scotchbond Multi-Purpose/ RelyX ARC 1:1 (SR1), Grupo V - Scotchbond Multi-Purpose/ RelyX ARC 1:3 (SR3) e Grupo VI - Scotchbond Multi-Purpose/ Catalisador/ RelyX ARC 1:1 (SRC). O teste de Tukey para comparação múltipla ($p < 0,05$) para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de sistemas para a fixação dos pinos de fibra de vidro demonstrou que a maior média foi apresentada pelo sistema SRC (130,71Kgf) e a menor média foi apresentada pelo sistema CPE (16,57Kgf). Os resultados da nanoinfiltração, através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), mostraram infiltração de prata na camada híbrida em todos os terços de todos os grupos estudados. Portanto, pôde-se concluir que o uso de co-iniciadores químicos favoreceu a técnica de cimentação com o adesivo Scotchbond Multi-Purpose e cimento RelyX ARC. Para o Clearfil SE Bond e Panavia F a alteração da proporção base/catalisador ou o uso de co-iniciadores químicos não aumentou os valores de resistência ao cisalhamento por extrusão.

Palavras-chave: pinos de fibra de vidro, cimentos resinosos, sistemas adesivos, resistência ao cisalhamento, nanoinfiltração.

ABSTRACT

The purpose of this in vitro study was to evaluate the push-out shearing resistance in the union interface of root dentin and fiber posts bonded with resin-based luting cement in different ratios between base and catalyst paste, the use of chemical catalysts and also demonstrate through nanoleakage, observed with SEM, the degree of silver nitrate infiltration in the hybrid layer. Fifty four bovine roots were divided into six experimental groups. For the fiber posts cementation, the following resin-based luting cements were used: Group I - Clearfil SE Bond+ Panavia F with 1:1 base/catalyst ratio (CP1), Group II - Clearfil SE Bond+ Panavia F with 1:3 base/catalyst ratio (CP3), Group III - Clearfil SE Bond + EDprimer + Panavia F with 1:1 base/catalyst ratio (CPE), Group IV - Scotchbond Multi-Purpose + Rely X with 1:1 base/catalyst ratio (SR1), Group V - Scotchbond Multi-Purpose + Rely X with 1:3 base/catalyst ratio (SR3) and Group VI - Scotchbond Multi-Purpose + activator + Rely X with 1:1 base/catalyst ratio (SRC). The push out test was performed using the universal essay machine EMIC D 500, capacity of 100KN in a speed up to the fracture calculated in MPa. The results were submitted to the Tukey test ($p < 0.05$). The highest average was presented by CP1 system (130,71Kgf) and the lowest average was presented by CPE system (16,57Kgf). Moreover, the nanoleakage was evaluated with SEM and it revealed in the bond region the presence of silver in all portions of roots for all groups, however, for both Clearfil SE Bond and Scotchbond Multi-Purpose systems, in which the base/catalyst ratio was increased, it was observed some areas with a more effective adhesion. In accordance with the evaluated factors and considering the obtained results, it can be concluded that the use of chemical catalysts benefited the Scotchbond Multi-Purpose system; however, for the Clearfil SE Bond system, independent of the base/catalyst ratio used, no differences were noticed in the results.

Key words: fiber posts, luting cement, adhesives, nanoleakage, push-out.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3	PROPOSIÇÃO.....	37
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
	4.1 MATERIAIS.....	38
	4.2 MÉTODOS.....	46
	4.2.1 SELEÇÃO DOS DENTES.....	46
	4.2.2 TÉCNICA ENDODÔNTICA.....	48
	4.2.3 PREPARO INTRA-RADICULAR.....	51
	4.2.4 GRUPOS EXPERIMENTAIS.....	53
	4.2.5 CIMENTAÇÃO DO PINO.....	54
	4.2.6 SECCIONAMENTO DAS RAÍZES EM TERÇOS.....	66
	4.2.7 ENSAIO MECÂNICO DE CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO.....	68
	4.2.8 NANOINFILTRAÇÃO.....	69
5	RESULTADOS.....	75
	5.1 RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMNETO.....	75
	5.2 RESULTADOS DA NANOINFILTRAÇÃO.....	78
6	DISCUSSÃO.....	85
7	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	91

1 INTRODUÇÃO

Os dentes tratados endodonticamente podem apresentar considerável destruição da porção coronária devido a cáries, restaurações anteriores, erosão/ abrasão, fraturas, ou em razão do próprio acesso para o tratamento endodôntico (Caputo & Standley, 1976; Saupe *et al.*, 1996). Em grande parte desses casos, pinos pré-fabricados intra-radulares necessitam ser utilizados para promover retenção e resistência à restauração. (Johnson *et al.*, 1976; Tjan & Nemetz, 1992; Imura *et al.*, 1998) Para isso podem ser empregados pinos pré-fabricados metálicos ou não metálicos – estéticos.

Entre os pinos estéticos se destaca os pré-fabricados de fibra de vidro por apresentarem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, translucidez natural, excelente estética, além de aumentar a resistência do remanescente (Vichi *et al.*, 2002). Para fixação desses pinos podem ser utilizados cimentos resinosos associados a sistemas adesivos, uma vez que a técnica adesiva permite uma união efetiva com o substrato dentinário. (Goldman *et al.*, 1984; Naumann *et al.*, 2008).

No entanto, devem-se considerar as características dos sistemas adesivos na retenção desses pinos intra-radulares, pois devido à presença de monômeros ácidos na composição do adesivo, que não se polimerizam pela presença do oxigênio na camada superficial do mesmo, ocorre uma diminuição na qualidade da reação de polimerização dos cimentos resinosos de dupla ativação ou química, impedindo, assim, que ocorra a reação entre a amina terciária e o peróxido de benzoíla que são responsáveis pelo início da reação de polimerização da porção química do cimento resinoso (Sanarens *et al.*, 2001; Tay *et al.*, 2003a, Silva *et al.* 2007).

Outra dificuldade encontrada na cimentação de pinos é a contração de polimerização do cimento resinoso no interior do canal radicular, devido ao alto fator de configuração cavitária no interior da raiz (Tay *et al.*, 2005), somado

a isso, a impossibilidade de dissipação das tensões geradas por essa contração do cimento resinoso, podendo gerar a ruptura ou fendas na interface de união. (Feilzer *et al.*, 1987).

Além dos problemas relacionados aos sistemas adesivos que contém monômeros ácidos, bem como o alto fator C, na cimentação de pinos ainda há a dificuldade de ativação da polimerização do cimento através da luz nas regiões mais profundas do canal radicular.

Portanto, devido à dificuldade da cimentação adesiva dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro no interior do canal radicular, foi testada a hipótese de que o aumento da efetividade da polimerização através de diferentes proporções da pasta catalisadora em relação à pasta base e do uso de catalisadores químicos melhoraria a união entre o pino de fibra de vidro e as paredes do canal radicular.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em estudo realizado no ano de 1976, Caputo & Standlee descreveram detalhadamente todos os aspectos positivos e negativos dos pinos, as indicações e a técnica de utilização dos mesmos visando à manutenção de um elemento dental na cavidade bucal. Para os autores, os pinos retêm e protegem a estrutura remanescente dos dentes, sendo indispensáveis à prática da dentística conservadora. A utilização efetiva dos mesmos requer a aplicação dos princípios biomecânicos particulares a cada caso clínico. Nenhuma forma de pino é adequada a todas as situações clínicas. Um pino paralelo, serrilhado, bem adaptado ao canal radicular é uma associação ideal de características. Segundo os autores, quando a morfologia do elemento dental ou sua função requer retenção extra, a mesma pode ser conseguida através do aumento do comprimento do pino, diâmetro e número a ser utilizado. Entretanto, os mesmos também citam a importância da conscientização do profissional a respeito dos riscos que os procedimentos para obtenção de maior retenção podem representar à estrutura dental. Ótimos resultados em longo prazo poderão ser obtidos quando da utilização de pinos em conjunto com restaurações do tipo coroa total Veneer.

Johnson *et al.* (1976) descreveram vários métodos e técnicas capazes de proteger a estrutura dental de possíveis fraturas e assegurar retenção à restauração final. Foram feitas considerações a respeito de pinos cimentados e pinos rosqueáveis de forma bastante detalhada. Para os autores, o aumento do número de dentes posteriores preservados na cavidade bucal através da realização da terapia endodôntica em situações complexas, faz com que a técnica para a restauração coronária desses elementos apresente dificuldades ao profissional. Quando 25% ou mais da estrutura coronária tenha sido destruída, alguma forma de dentina artificial será necessária para prover adequado suporte e retenção à restauração final. Através deste trabalho, os autores também apresentaram diversos critérios que devem ser cuidadosamente observados durante a avaliação pré-restauradora.

Concluíram que os pinos cimentados promoveram melhor resistência às forças verticais e horizontais e menor tensão interna na estrutura dentária quando da sua inserção no canal radicular, devendo os profissionais utilizá-los sempre que possível.

Nakamichi & Fusayama (1983) compararam a força de adesão, utilizando cimento de fosfato de zinco, ionômero de vidro, cimento de policarboxilato e resinas compostas em dentes humanos e bovinos. Para tanto, cavidades padronizadas foram confeccionadas em primeiros molares superiores e incisivos centrais humanos e bovinos, extraídos há menos de 5 dias ou há mais de 6 meses. Essas cavidades foram preenchidas com os materiais citados e as amostras foram armazenadas, em primeiro lugar em caixa termostática a 37°C por 10 minutos e, em seguida, em água a 37° C por uma semana. Para metade das amostras, nas quais as resinas foram aplicadas, o condicionamento ácido foi realizado por um minuto, para posterior comparação. Todas as amostras foram submetidas aos testes de adesão em uma máquina autográfica a uma velocidade de 0,8 mm/min. Os valores de união ao esmalte e à camada superficial da dentina mostraram não haver diferença estatística significativa entre os dentes humanos e bovinos. Os autores também verificaram que a adesão à dentina bovina diminui consideravelmente nas camadas mais profundas deste tecido mineralizado. Os valores médios de adesão à dentina foram sempre mais elevados nos dentes extraídos há um período de tempo maior, em relação aos recém-extraídos. Entretanto, houve diferença estatística significativa somente para a metade dos dentes na qual o condicionamento ácido foi realizado. Essa diferença dos valores de união entre os dentes recém-extraídos e aqueles que foram extraídos há mais tempo, poderia ser explicada pela degeneração dos processos odontoblásticos e com isso abertura dos túbulos há mais tempo, aumentando o embricamento micromecânico.

Goldman *et al.* (1984) compararam a força de retenção de pinos de 4 e de 7 mm de comprimento, cimentados com 3 diferentes agentes de fixação em estudo “in vitro”. No grupo I, a limpeza do canal foi realizada com hipoclorito de sódio a 5,25% e no grupo II, foi utilizado EDTA a 17% seguido de hipoclorito de sódio a 5,25%. Os resultados mostraram que o pino de 4 mm cimentado

com agente resinoso no grupo EDTA-NaOCl apresentou 1,5 vezes maior retenção do que o pino de 7 mm cimentado com fosfato e zinco e 2 vezes maior retenção do que o pino de 7 mm cimentado com cimento de policarboxilato. O pino de 7 mm fixado com resina após a aplicação de EDTA-NaOCl mostrou-se 2 vezes maior retenção do que o pino de 7 mm cimentado fosfato de zinco e 3 vezes maior retenção do que o cimento de policarboxilato. Portanto, o cimento resinoso apresentou melhor desempenho e o uso de EDTA corroborou para melhor performance dos agentes cimentantes.

Em 1987, Feilzer *et al.*, avaliaram o efeito do fator de configuração cavitária sobre as tensões geradas pela contração de polimerização das resinas compostas, Silar e P10. Essas resinas foram inseridas entre dois discos planos previamente silanizados, onde um deles foi conectado a uma célula de carga e outro a um tensiômetro. Foi estabelecida através de cálculos matemáticos, a altura de diferentes cilindros que deveriam circundar as amostras de resina reduzindo o fator de configuração cavitária através do aumento do volume do material. Os compósitos apresentaram o mesmo comportamento e todas as falhas foram coesivas. Os autores observaram que grande parte das cavidades encontradas apresentou o fator de configuração cavitária entre 1 e 2, como cavidades classe II e III. Quando o fator C é igual ou menor a 1, libera tensão por escoamento permitida pelas superfícies livres que é suficiente para manter a coesão das amostras e sua ligação com os adesivos.

Swanson & Madison (1987) estudaram a microinfiltração coronária após diferentes períodos de tempos de exposição do material obturador aos fluídos bucais. Assim, setenta dentes anteriores humanos extraídos unirradiculares foram obturados endodonticamente e expostos à saliva artificial. As amostras foram divididas em 6 grupos, conforme o tempo de exposição: grupo I - 0 dia de exposição à saliva artificial; grupo II - 3 dias; grupo III - 7 dias; grupo IV - 14 dias; grupo V - 28 dias e grupo VI - 56 dias. Em seguida, as amostras foram imersas em corante para se observar a microinfiltração. Os resultados mostraram que ocorreu infiltração em todos os dentes, variando de 79% a 85%, não havendo diferença estatística entre os mesmos. Os autores salientam em seu trabalho a importância da manutenção da cadeia asséptica

durante a execução dos procedimentos endodônticos e protéticos, também através da redução do número de sessões clínicas, o que pode garantir o melhor prognóstico clínico.

Lacy *et al.* (1988) investigaram o efeito de seis diferentes tratamentos da superfície da porcelana feldspática na força de resistência ao cisalhamento da interface de união entre o compósito e a porcelana tratada. Assim, foram obtidos 6 grupos experimentais de acordo com o tratamento superficial da porcelana: Grupo A – diamante irregular; Grupo B – diamante + silano; Grupo C - diamante + gel de ácido fluorídrico fosfatado (AFF) a 1,23%; Grupo D - diamante + gel de ácido fluorídrico fosfatado (AFF) a 1,23% + silano; Grupo E – diamante + gel de ácido hidrofúorídrico a 9,5%; Grupo F - diamante + gel de ácido hidrofúorídrico a 9,5% + silano. Em todas as amostras foi aplicado um sistema adesivo fotopolimerizável, sendo as mesmas submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina Instron a uma velocidade de 5 mm/min. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os Grupos A, C, e E, sendo que todas as amostras desse grupo houve falhas na interface de união entre resina e a dentina. Houve diferença estatística entre os Grupos B e A, indicando efeito positivo da aplicação do silano. Não houve diferença estatística entre os Grupos D e F, mas os valores de resistência foram mais altos em relação aos outros grupos testados. Os autores concluíram que independente do tipo de tratamento de superfície em porcelanas, a força adesiva entre a resina composta e a mesma é relativamente maior que nas amostras onde o silano foi empregado, e que este associado ao condicionamento ácido propiciou um aumento significativo dessa união.

Sjögren *et al.* (1990) estudaram os resultados do tratamento endodôntico a longo prazo e determinaram a influência de vários fatores no prognóstico do tratamento quando o mesmo foi submetido a um controle bacteriológico. Para isso, a terapia endodôntica, realizada no período de 8 e 10 anos em 356 pacientes foi avaliada através de exames clínicos e radiográficos. Os resultados do tratamento foram diretamente dependentes do estado pré-operatório da polpa e tecidos periapicais. A taxa de sucesso para os casos de vitalidade ou necrose, ambos sem radilúscência periapical, excedeu 96%,

enquanto que apenas 86% dos casos com radiolusência apresentaram boa resposta ao tratamento. A possibilidade de instrumentação completa do canal e o nível de obturação afetaram de maneira significativa o prognóstico dos dentes avaliados. Os autores concluíram que a presença de restaurações inadequadas ou falhas nas técnicas de cimentação de pinos são dados relevantes que determinam o insucesso do tratamento endodôntico. A taxa de sucesso do tratamento endodôntico em dentes com lesão periapical pré-operatória ou necrose pulpar e aqueles com lesão periapical sob retratamento representam os principais problemas terapêuticos, como pode ser visto na baixa taxa de sucesso de apenas 86% e 62%, respectivamente.

Watanabe *et al.* (1990) avaliaram o efeito dos monômeros promotores da adesão (Phosmer – M, e 4-MET, MDP), dissolvidos nos agentes adesivos fotoativados, na adesão à dentina. Os autores compararam tal efeito com aquele do Fenil-P. Os agentes adesivos apresentavam canforoquinona como um foto-sensível e trietilenoglicol dimetacrilato (TEDGMA) como um monômero de base. Os resultados mostraram que o Fenil-P foi o melhor promotor da adesão dentre todos os monômeros avaliados. Não houve uma polimerização adequada do MDP para proporcionar uma resistência adesiva adequada. O phosmer –M pôde penetrar a smear layer, porém, sem constituir uma dentina estável reforçada de resina. Já o monômero 4-MET não conseguiu penetrar e não aderiu à dentina.

Tjan & Nemetz, em 1992, investigaram o efeito do eugenol residual na retenção de pinos Parapost cimentados com cimento resinoso Panavia. Além disso, determinaram e identificaram o procedimento mais efetivo de limpeza do canal radicular que poderia anular os efeitos adversos do eugenol. Desta maneira, setenta pré-molares inferiores extraídos receberam preparos intra-radulares para pinos e foram contaminados com aproximadamente 0,04 ml do líquido do cimento endodôntico contendo eugenol exceto o grupo controle. Os dentes foram armazenados em umidificador a 37°C por 7 dias antes da cimentação dos pinos serrilhados Parapost. Após armazenamento em incubadora a 37°C por 7 dias e 100% de umidade, os conjuntos dente/pino foram submetidos aos testes de resistência à tração em uma Máquina de Ensaio Universal (Instron, modelo 122) a uma velocidade de 0,1 cm/min. Os

resultados mostraram substancial decréscimo na retenção de pinos cimentados com Panavia na presença de eugenol – 6,5 kg, porém, quando foi previamente feita irrigação com álcool etílico a média de resistência foi de 21,5 kg ou quando o canal foi condicionado com gel de ácido fosfórico a 37% a média foi de 19,2 kg, sendo a resistência ao deslocamento dos pinos foi restaurada. Os autores concluíram que os pinos cimentados com Panavia, nos quais o procedimento de limpeza dos canais foi realizado de maneira adequada, mostravam-se de 30% a 46% mais retentivos que os pinos cimentados com fosfato de zinco sem tratamento prévio (14,7 kg).

Van Meerbeek *et al.* (1993a) examinaram através de microscópio eletrônico de varredura e de microscópio eletrônico de transmissão (MET), a zona de interdifusão resina-dentina produzida por um sistema adesivo que promove a remoção da smear layer e descalcifica a dentina superficial, ao mesmo tempo. Para isso, discos de dentina com aproximadamente 1-1,5 mm de espessura foram preparados a partir de terceiros molares humanos extraídos, nos quais o sistema adesivo Clearfill (Kurakay) foi aplicado conforme as instruções do fabricante para a formação de camadas híbridas padronizadas. Os autores salientaram que antes da aplicação desse sistema adesivo, a dentina foi condicionada com solução ácida aquosa 10-20%. Os resultados mostraram a presença de uma zona de interdifusão dentina/resina composta na junção entre a estrutura profunda da dentina inalterada e resina composta. Dentro dessa zona de interdifusão, 3 subcamadas de estrutura e coloração características, foram visualizadas através da MET, sendo facilitada pela aplicação prévia de EDTA. Uma camada difusa negra superior continha poucas configurações estruturais. A terceira camada densa contendo cristais de hidroxiapatita separou a camada de dentina superficial desmineralizada daquela camada mais profunda, inalterada. Os autores concluíram que quanto maior a profundidade da dentina, menor a difusão dos monômeros através deste tecido, deixando cristais de hidroxiapatita na base da zona de interdifusão. Esses cristais foram resistentes ao tratamento com EDTA, o que sugere que os mesmos foram encapsulados pela resina.

Van Meerbeek *et al.* (1993b) determinaram a dureza e o módulo de elasticidade das camadas sucessivas da junção resina/dentina através da

nano-endentação de quatro sistemas adesivos, dos quais dois eram também aplicados com diferentes agentes condicionantes. Os resultados mostraram que a dureza da zona de interdifusão resina/dentina foi significativamente mais baixa do que aquela a dentina inalterada. Foi observado um gradiente do módulo de elasticidade da camada da dentina mais rígida acima da zona de interdifusão mais elástica e da camada do adesivo para o compósito resinoso. Esse gradiente foi mais evidente nos sistemas que produziram camadas adesivas relativamente espessas ou promoveram uma camada intermediária de resina de baixa viscosidade entre o adesivo e a massa do compósito. Os autores citaram em suas conclusões que a camada híbrida pode agir como uma camada elástica amortecedora, absorvendo todas as tensões desenvolvidas durante a contração de polimerização dos cimentos resinosos e melhorando a adaptação marginal das restaurações.

Watanabe *et al.* (1994) realizaram um estudo a fim de demonstrar a penetração de um sistema resinoso experimental através da smear layer, na dentina adjacente, para formar a camada híbrida que incluía tanto a smear layer, quanto a matriz dentinária adjacente. Para isso, foram utilizados dentes bovinos extraídos, dos quais foram preparadas amostras para o teste de resistência adesiva e para análise em microscopia. Os autores utilizaram concentrações maiores de Phenyl-P em HEMA a 30% como condicionadores de dentina para melhorar a adesão à smear layer. O maior valor de resistência adesiva (10.40 MPa) foi obtida em uma concentração de Phenyl-P a 20%. A microscopia eletrônica de transmissão (MET) das amostras de dentina fraturada, com smear layer leve e compacta mostrou que Phenyl-P a 20% em HEMA a 30% desmineralizou a sua superfície dissolvendo parcialmente os cristais minerais ao redor do colágeno. Quando aplicado a smear layers, este sistema de resina desmineralizou a smear layer e a incorporou à resina aplicada, a qual penetrou uma curta distância na dentina adjacente, criando uma camada híbrida que continha a smear layer original. O *primer*/condicionador de passo único oferece muitas vantagens sobre os sistemas de adesão prévios, permitindo que uma única solução atue como condicionador e *primer* ao mesmo tempo.

Ray & Trope (1995) avaliaram a relação da qualidade da restauração coronária e a obturação do canal radicular sobre o estado periapical de dentes tratados endodonticamente através do exame radiográfico. Para isso, foram analisados um mil e dez dentes tratados endodonticamente, com restaurações permanentes. Foram excluídos da avaliação dentes com núcleos e pinos. Os autores classificaram a qualidade da obturação (EB – endodontia boa; EP – endodontia pobre); a qualidade da restauração (RB – restauração boa; RP – restauração pobre) e a condição perirradicular (PIP - presença de inflamação perirradicular; AIP - ausência de inflamação perirradicular). Os resultados mostraram ausência de lesão periapical em 61,07% dos dentes examinados. A associação de RB e EB mostrou maior taxa de AIP (91,4%), em relação à combinação RP e EP. Os autores concluíram que um tratamento endodôntico de qualidade é fator essencial à devolução da normalidade perirradicular e que a restauração coronária é fator *sine qua non* para o sucesso do tratamento endodôntico.

Perdigão *et al.* (1996) investigaram a interação de 6 sistemas adesivos, experimentais e comerciais, com a estrutura dentinária através de um estudo “in vivo”. Para tanto, One Step, Clearfill Liner Bond2, OptiBond, Permagem associado ao condicionamento dentinário com ácido fosfórico a 10%, Permagem associado ao ácido fosfórico a 35% e Prime & Bond foram aplicados em cavidades Classe I padronizadas em pré-molares indicados à exodontia por razões ortodônticas, sendo associados com uma resina de polimerização química ou fotopolimerizável. Os dentes foram cuidadosamente extraídos 5 minutos após a polimerização da resina e fixados em glutaraldeído a 2,5%. Após a fixação, as amostras foram desidratadas, seccionadas e preparadas para estudo em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados mostraram que apesar de alguns sistemas terem produzido interfaces livres de gaps em algumas amostras, todos apresentaram desunião na transição entre a zona de interdifusão resina/dentina a resina fluida aplicada sobre a mesma. Foi observada a presença de bolhas de ar e/ou camadas espessas de resina fluida polimerizada, o que resultou em áreas de separação menos freqüentes na interface resina/dentina, fortalecendo o conceito de paredes cavitárias elásticas. Foi também verificado que alguns sistemas

adesivos não formaram uma camada espessa acima da dentina, caso contrário à resina não teria penetrado nos túbulos dentinários. Os autores também ressaltaram a importância do condicionamento ácido previamente a utilização dos sistemas adesivos para remover a smear layer e ampliar a entrada dos túbulos dentinários, através da desmineralização da dentina intertubular até uma profundidade de cerca de aproximadamente 5 µm.

Saupe *et al.* (1996) realizaram estudo in vitro a respeito da validade do reforço intra-radicular. O comportamento de dois sistemas de pino/núcleo distintos cimentados com cimentos resinosos foi estudado em dentes tratados endodonticamente com paredes radiculares comprometidas estruturalmente. Os sistemas restauradores envolveram (1) o uso de pinos e núcleos metálicos fundidos, fixados com cimento resinoso e (2) o reforço intra-radicular da raiz com resina seguida pela cimentação de pino e núcleo metálico fundido com cimento resinoso. Além disso, a influência do uso da virola, reforço metálico em forma de anel, na resistência à fratura da restauração final. Após a remoção da coroa, quarenta incisivos centrais com estrutura coronária enfraquecida foram divididos em 2 grupos: grupo 1 – dentes reabilitados com pinos/núcleos fundidos e grupo 2 – dentes reabilitados com reforços de resina composta somados aos pinos e núcleos fundidos. A metade dos dentes de ambos os grupos recebeu reforço metálico em forma de anel. Todos os pinos foram cimentados com agentes de fixação resinosos. A resistência à simulação das forças mastigatórias apresentada pelo dentes do grupo 2 foi significativamente maior do que aquela apresentada pelo grupo 1. Não houve diferença estatística entre os valores de resistência à fratura dos dentes pertencentes ao grupo 2 que receberam reforço metálico – virola - e os que não receberam esse reforço extra, também pertencentes ao grupo 2. Os autores concluíram que o sistema de reforço resinoso Luminex pode substituir o uso de um reforço metálico em forma de anel em dentes extensamente destruídos, uma vez que este último requer muito tempo clínico para sua confecção.

Marshall *et al.* (1997) realizaram um estudo a respeito das variações dos componentes estruturais e propriedades do tecido dentinário conforme sua localização, ocorrência de fenômenos patológicos e fenômenos fisiológicos. Os autores citaram que, quanto a sua localização, a permeabilidade dentinária é

maior próxima à polpa em função das diferenças na densidade e diâmetro dos túbulos dentinários. Já a ocorrência de processos patológicos, tais como cárie dental, abrasão, lesões cervicais não cariosas, induzem a formação da dentina reacional, constituída por túbulos menos regulares e em menor número. Os fenômenos fisiológicos estão representados pela movimentação do fluido dentinário através dos túbulos, o que pode representar um problema aos procedimentos adesivos. Os autores também discutiram a influência dessas propriedades e características do substrato dentinário normal e alterado nos processos de adesão. Uma revisão dos principais trabalhos que utilizaram métodos de estudo microestrutural foi realizada, além da descrição das propriedades mecânicas básicas da dentina e da relação das mesmas com seus elementos de constituição. Muitos sistemas adesivos utilizam alguma forma de tratamento da *smear layer* para removê-la completamente, condicionando a dentina peritubular e intertubular ou reter somente os *smear plugs*, condicionando a dentina intertubular apenas, sendo uma forma de aumentar a permeabilidade da dentina tubular no processo de adesão. Concluíram também que variações estruturais locais em função da idade ou de processos patológicos podem influenciar as propriedades e a forma de apresentação clínica desse tecido mineralizado e, conseqüentemente, alterar todas formas de tratamento preventivo e/ou restaurador a ser realizado.

Em 1998, Imura *et al.* determinaram o período de tempo necessário à penetração bacteriana através de 3 materiais restauradores temporários e através de todo canal radicular obturado com a técnica da condensação lateral. Para isso, sessenta pré-molares inferiores humanos extraídos foram divididos em 3 grupos conforme o material restaurador utilizado: grupo I - guta-percha; grupo II - IRM; grupo III - Cavit-G. Todas as amostras foram colocadas em contato com a saliva humana proveniente de um único doador, trocada inicialmente a cada 20/40/80 min/2h e 24 horas; em seguida, a saliva foi trocada somente a cada 24 horas, durante o período de duração do experimento. Os resultados mostraram uma média de 7,85 dias para a contaminação das cavidades de acesso para o grupo I; 12,95 dias para o grupo II e 9,80 dias para o grupo III. A análise estatística dos dados (LSMEANS) mostrou que o material restaurador utilizado no grupo II apresentou melhor

desempenho em relação aos demais analisados ($p < 0,05$). Entretanto, nenhum material restaurador temporário foi capaz de impedir a microinfiltração coronária durante um período experimental de 22 dias.

Sano *et al.* (1999) realizaram um estudo in vivo para avaliar a durabilidade da união dentina-resina na cavidade oral, assim como as mudanças morfológicas da interface adesiva in vivo, com o tempo. Para isso, foram preparadas cavidades na dentina de 12 dentes de uma macaca (*Macaca fuscata*), sob anestesia geral. As cavidades foram restauradas com Clearfil Liner Bond II e resina composta Clearfil Photo Posterior. Os dentes foram extraídos em 3 momentos distintos: imediatamente, 180 e 360 dias após a confecção das restaurações. Todas as amostras foram submetidas ao teste de micro-tração, a uma velocidade de 1 mm/min. As superfícies das uniões resina-dentina foram observadas em microscopia eletrônica de varredura de emissão (FE-SEM). Os resultados da microscopia mostraram que havia porosidade na parte superior da camada híbrida e no interior da resina, a qual aumentou com o tempo e então, concluíram que é necessária uma aplicação de um adesivo separadamente para promover uma união estável.

Schilke *et al.* (1999) avaliaram a possibilidade da dentina coronária e radicular bovina serem substitutas da dentina humana decídua e permanente no que diz respeito à força de resistência ao cisalhamento quando adesivos dentinários são aplicados a esse substrato. Para tanto, trinta incisivos centrais bovinos, trinta dentes decíduos e trinta terceiros molares permanentes humanos foram seccionados no sentido méso-distal. As faces vestibular e pulpar das porções vestibulares foram desgastadas com broca até uma espessura de 1 mm. Um adesivo dentinário e um compósito híbrido foram aplicados exatamente de acordo com as instruções do fabricante em cada face vestibular e pulpar, exceto nos dentes decíduos, onde só a face vestibular foi utilizada. A força de resistência ao cisalhamento foi medida após horas de armazenamento em solução aquosa. Os resultados foram estatisticamente analisados através dos testes de Wilcoxon ou Mann-Whitney-U e concluiu que não existe diferença estatística entre dentina permanente humana e dentina coronária bovina sendo viável a sua substituição.

Ferrari et al. (2000) realizaram um estudo in vitro para avaliar a morfologia da dentina nos canais radiculares quanto à orientação dos túbulos dentinários, densidade e aumento na área superficial após o condicionamento. Para isso, trinta dentes anteriores foram divididos em 3 grupos de forma aleatória: as amostras do grupo 1 foram utilizadas para avaliar a morfologia tubular através de MEV; as amostras dos grupos 2 e 3 receberam pinos condicionadas com ácido fosfórico a 32%. Os dentes no grupo 2 foram avaliados através de MEV, não recebendo nenhum tratamento posterior. As amostras no grupo 3 foram tratadas com sistema adesivo e receberam pinos de fibra. Em seguida, os dentes foram processados para a avaliação da formação da camada híbrida e dos tags de resina. Os resultados mostraram variabilidade na densidade tubular e orientação dentro de diferentes áreas de qualquer amostra. A área de superfície dentinária disponível para a adesão aumentou 202% após o condicionamento no terço cervical, 156% no terço médio e 113% no terço apical da dentina radicular. Nos cortes com densidade baixa dos túbulos, a camada híbrida foi significativamente mais fina do que nas áreas com densidade maior.

Tay et al. (2000) realizaram um estudo para determinar se as fibrilas de colágeno na dentina das interfaces resina-dentina sofrem ruptura mecânica durante o teste de micro-tração. A dentina de terceiros molares foi condicionada com ácido previamente a aplicação Single Bond (S) ou One-Step (O), sob a dentina úmida (M) ou seca por 5 s (D). Foi confeccionada uma reconstrução em resina composta, sendo o conjunto armazenado por 24 horas em água. Os dentes foram seccionados para a realização do teste de micro-tração. As amostras que apresentaram falhas adesivas foram preparadas para avaliação através de MEV e MET. Os resultados mostraram que os valores de resistência adesiva foram melhores para os procedimentos realizados sob a dentina úmida, porém, não houve diferença entre os adesivos. A análise em MEV mostrou a presença de fibrilas colágenas soltas dentro das camadas híbridas fraturadas nos grupos da dentina seca. Nos grupos da adesão úmida, apenas algumas áreas de desagregação mecânica foram vistas ao longo das fibrilas colágenas. Os autores concluíram que as fibrilas colágenas nas

camadas híbridas pouco infiltradas sofrem vários graus de desagregação mecânica irreversível dependendo da forma como o estresse é dissipado.

Mjor *et al.*, em 2001, pesquisaram a região apical da raiz principalmente os túbulos dentinários. As amostras de dentina radicular foram coradas e desmineralizadas para análise em microscopia óptica. Essas amostras desmineralizadas foram observadas em microscopia eletrônica de varredura e as outras preparadas com condicionamento ácido em microscopia confocal. Na porção da região apical humana demonstrou possuir variações quanto à estrutura, presença de canais acessórios, áreas de reabsorções e áreas que sofrem nova deposição de tecido, calcificações, dentina secundária e tecido cementóide recobrindo as paredes do canal radicular. Também observaram túbulos dentinários primários com irregularidades na direção e densidade. Concluíram que essa porção apical da raiz apresenta estrutura variável e irregular e que é um desafio na terapia endodôntica e que as técnicas de obturação que se baseiam na aplicação e penetração de adesivos nos túbulos dentinários são difíceis de serem bem sucedidas porque dependem da formação de uma camada híbrida de qualidade.

Sanares *et al.* (2001) avaliaram o efeito da acidez de adesivos de frasco único na adesão às resinas compostas com ativação da reação de polimerização química e física. Para tanto, vinte e quatro terceiros molares humanos extraídos foram utilizados e na superfície dentinária desses dentes foi aplicado, após o condicionamento ácido, 4 marcas comerciais de sistemas adesivos, em seguida foram inseridas o compósito fotopolimerizável ou polimerização química. Todas as amostras foram submetidas à microtração em uma Máquina de Ensaio Universal- Instron, modelo 4440 - à uma velocidade de 1 mm por minuto e os tipos de falhas foram classificados através de um estereomicroscópio. Quatro amostras de cada grupo foram posteriormente preparadas para estudo em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados mostraram não haver diferença estatística na força de adesão entre os 4 adesivos quando os mesmos foram utilizados com compósito fotopolimerizável. Entretanto, quando esses adesivos foram utilizados com os compósitos de polimerização química, os valores de resistência à microtração foram mais baixos. Também foi encontrada uma correlação entre a acidez dos

adesivos e a força de adesão dos sistemas de polimerização química. As falhas ocorreram principalmente ao longo da interface compósito/adesivo, devido à presença de microporosidades na superfície do adesivo e fendas dentro do compósito químico. Os autores concluíram que monômeros ácidos não-polimerizados, provenientes da camada de inibição do oxigênio do adesivo interagiram com componentes iniciadores presentes nos compósitos de polimerização química.

Em estudo realizado por Vichi *et al.*, em 2002, foram avaliados cinco sistemas adesivos usados na cimentação de pinos de fibra de quartzo branco, por possuírem importantes características como módulo de elasticidade similar ao da dentina, sob condições clínicas. Através da microscopia eletrônica de varredura, foi analisada a formação de tags de resina, de ramificações laterais do adesivo e da zona de interdifusão dentinária do composto resinoso (ZIDR). Para isso, cinquenta dentes humanos tratados endodonticamente foram selecionados e divididos em 5 grupos com 10 amostras cada, de acordo com os diferentes sistemas empregados na cimentação: grupo 1 – All-Bond 2 com C & B (Bisco); grupo 2 - ScotchBond Multipurpose Plus com Opal Luting Composite (3M); grupo 3 - ScotchBond 1 em conjunto ao cimento resinoso RelyX ARC ARC (3M); One-step com cimento resinoso C & B (Bisco); grupo 5 – All-Bond 2 com Post Cement HI-X (Bisco). As instruções dos fabricantes quanto à forma de trabalho com os sistemas adesivos e cimentos resinosos foram seguidas rigorosamente. Na semana seguinte à extração, os elementos dentais foram adequadamente preparados para posterior estudo utilizando a microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que todos os sistemas apresentaram tags e zona de interdifusão dentinária de resina (ZIDR), além de ramificações laterais do adesivo; porém, os grupos 1 e 2 desenvolveram uma elevada porcentagem de ZIDR, em comparação aos demais. Os grupos 3 e 4 mostraram menor quantidade de formação de tags de resina nos terços apical e médio das raízes, quando comparados aos grupos-controle 1 e 2 e ao grupo experimental 5. Os autores concluíram que os sistemas adesivos "three-step" proporcionaram maior embricamento micromecânico entre os materiais adesivos e a dentina radicular.

Bouillaguet *et al.* (2003) avaliaram a resistência adesiva de cimentos adesivos, sendo determinadas às relações com o fator de configuração, processo de polimerização e tipo de agente de cimentação. Para isso, caninos e pré-molares humanos foram preparados para a posterior cimentação de pinos intra-radulares utilizando-se Single Bond/RelyX ARC ARC, ED Primer/Panavia F, C e B MetaBond, e Fuji Plus. Para metade das amostras (raízes intactas), os pinos foram cimentados procedimentos clínicos padronizados; para a outra metade (raízes seccionadas), os pinos foram cimentados diretamente nos canais radiculares. Em seguida, realizou-se o teste de tensão até a falha, sendo calculada a $m\mu$ TBS para cada amostra. Os resultados mostraram que todos os cimentos apresentaram resistências adesivas menores para o grupo de raízes intactas, sendo os valores da adesão significativamente menores para Single Bond/RelyX ARC ARC e Panavia F, em comparação a C e B MetaBond e Fuji Plus. Considerando a união formada com Single Bond/RelyX ARC ARC e Fuji Plus, houve uma queda significativa na resistência na dentina mais próxima ao terço apical. Na cimentação de pinos intra-radulares, a área de superfície aderida é superior à não aderida, determinando um fator C de 200. Os autores concluíram que o stress da contração de polimerização e os problemas relacionados ao acesso adequado ao canal radicular podem complicar a formação de uma união de alta resistência.

Tay *et al.* (2003a) investigaram se a incompatibilidade entre um adesivo de passo único, autocondicionante e um compósito de polimerização dual ou química é devido à interação química entre ambos e à permeabilidade do adesivo. Para isso, os procedimentos de adesão foram realizados na superfície oclusal da dentina coronária profunda de terceiros molares extraídos não cariados. Esses dentes foram divididos em sete grupos experimentais, conforme a metodologia executada: Grupo I (controle) – adesivo aplicado na dentina hidratada + compósito fotoativado imediatamente; Grupo II – adesivo aplicado na dentina hidratada + compósito fotoativado após vinte minutos; Grupo III – adesivo aplicado na dentina desidratada + compósito fotoativado após vinte minutos; Grupo IV – adesivo aplicado na dentina hidratada + compósito polimerizado quimicamente; Grupo V – adesivo aplicado na dentina

desidratada + compósito polimerizado quimicamente; Grupo VI – adesivo aplicado na dentina hidratada + co-iniciador químico + compósito polimerizado quimicamente; Grupo VII – adesivo aplicado na dentina desidratada + co-iniciador químico + compósito polimerizado quimicamente. Todas as amostras foram submetidas ao teste de microtração em Máquina de Ensaio Universal a uma velocidade de 1mm por minuto. Além disso, foi realizado o estudo ultra-estrutural da interface resina/dentina, em quatorze terceiros molares adicionais, não submetidos ao teste de microtração, sendo avaliada a microinfiltração da solução de nitrato de prata amoníacal através da microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados mostraram que para o modo de polimerização através da luz, o grupo 2 apresentou queda na resistência à tração; para o modo de polimerização química, os menores valores de força de adesão foram apresentados pelo grupo IV. O uso de um co-iniciador aumentou a força de união nas amostras do grupo VI. Duas formas anormais de deposição de prata foram observadas na interface resina/dentina. Uma camada contínua de prata foi observada nos grupos IV e V; bolhas de água impregnadas de prata foram observadas nos grupos IV e VI. Os autores concluíram que as interações químicas entre um adesivo de passo único, autocondicionante e um compósito de polimerização química foram as principais causadoras da redução das forças de resistência à tração, sendo a permeabilidade do adesivo bem menos importante neste sentido.

Tay *et al.* (2003b) estudaram a hipótese de que a cobertura com adesivo de frasco único com compósitos duais/fotopolimerizáveis é comprometida pela permeabilidade do adesivo, mesmo quando co-iniciadores são utilizados em conjunto. Para tanto, duas versões de co-iniciadores foram utilizadas (A e B), sendo realizado o teste de microtração tanto na dentina hidratada (H) como na dentina desidratada (D). Em ambos os substratos foram aplicados o compósito dual testado em seu modo de polimerização química (Q) e fotopolimerização (F). Para simular o menor grau de polimerização de compósitos de ativação química, sem a interferência de reações químicas adversas, foi realizada a ativação pela luz tardia (FT) em algumas amostras. Assim, foram testados 9 grupos: 1) F-H; 2) FT-H; 3) FT-D; 4) Q-H; 5) Q-D; 6) AQ-H; 7) AQ-D; 8) BQ-H; 9) QB-D. Para estudo em microscopia eletrônica de

transmissão (TEM), um compósito fotopolimerizável e um compósito experimental de polimerização química da mesma composição foram utilizados para os nove grupos. Os resultados mostraram que somente os grupos 3 e 9 não apresentaram diferenças estatísticas nos valores de força de união em relação ao grupo 1 (controle). A avaliação através de TEM revelou discreta presença de bolhas de água preenchidas com prata na interface adesivo/compósito nos grupos 2, 6 e 8 e no interior do compósito do grupo 4. Interações químicas adversas foram verificadas nos grupos 4 e 5, em razão da presença de uma linha de deposição de prata ao longo da interface adesivo/compósito. Em suas conclusões, os autores citaram que a adesão entre pino intra-radicular e a estrutura dental pode ser prejudicada em função da permanência de monômeros ácidos residuais, pela incompleta polimerização do sistema adesivo.

Para Van Meerbeek *et al.* (2003), a união química entre a hidroxiapatita e os monômeros resinosos que apresentam o grupo funcional ácido carboxílico ou fosfórico parece contribuir muito pouco para os valores de união, aproximadamente 7%, sendo que a sua maior importância pode ser atribuída à proteção das fibrilas colágenas de uma degradação hidrolítica, o que poderia prolongar a união. Os autores também classificaram os sistemas adesivos em três grandes categorias: convencionais (etch-and-rinse), que são aqueles que requerem o condicionamento prévio do substrato, sendo o ácido removido antes da aplicação do adesivo; autocondicionantes e ionoméricos. Os sistemas auto-condicionantes “moderados” apresentam um pH em torno de 2 e desmineralizam a dentina até uma profundidade de 1 μ m. A porosidade superficial criada por estes sistemas permite a obtenção de um embricamento micromecânico através da hibridização. A espessura da camada híbrida é, contudo, muito menor do que aquela produzida pelos sistemas auto-condicionantes considerados “fortes”, cujo pH 1 ou inferior a 1.

Carvalho *et al.* (2004) avaliaram os efeitos de uma técnica de adesão experimental que reduz a permeabilidade da camada do adesivo na união dos cimentos de resina à dentina. Foram construídas overlays de resina composta, que foram cimentadas nas superfícies de terceiros molares humanos com Panavia F (Kuraray) ou Bistite II DC (Tokuyama), com os seus respectivos

adesivos de um passo ou autocondicionante de dois passos. Testes de resistência adesiva foram realizados, além da análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Algumas amostras adicionais também foram preparadas e avaliadas em microscopia eletrônica de transmissão (MET). Os resultados mostraram que o cimento Panavia F produziu valores de resistência adesiva inferiores ao cimento Bistite II DC, quando utilizado de acordo com as instruções do fabricante. A aplicação de uma camada extra do adesivo ScotchBond Multi-Purpose Plus seguida da fotoativação aumentou de forma significativa às resistências adesivas do cimento Panavia F, sugerindo uma menor permeabilidade do adesivo, mas não do cimento Bistite II DC.

Goracci *et al.* (2004) empregaram a metodologia de microtração e cisalhamento por extrusão, *push - out*, na avaliação da resistência adesiva de pinos pré-fabricados de fibra de vidro no interior do canal radicular. Foram utilizados trinta dentes extraídos anteriores superiores que foram tratados endodonticamente e posteriormente restaurados com pinos de fibra de vidro com os seguintes agentes de fixação: Exite DSC/ Variolink II e RelyX Unicem. Observaram que a resistência adesiva obtida pelo sistema Exite DSC/ Variolink II foi significativamente maior que a do RelyX Unicem e que o ensaio de resistência ao cisalhamento, *push - out*, é o mais apropriado para avaliação da resistência adesiva dos pinos pré-fabricados intra-radiculares. Ainda, relataram que a qualidade da adesão às paredes do canal na interface pino/ agente de fixação/ adesivo possivelmente podem ser influenciadas pela ação de substâncias irrigadoras, condições da dentina após o tratamento endodôntico, tipo de agente condicionante do substrato, tensões geradas pela contração de polimerização do sistema de fixação resinoso juntamente ao fator de configuração cavitária desfavorável e as propriedades físicas e químicas dos pinos pré-fabricados de fibra de vidro.

Reis *et al.* (2004) avaliaram os padrões de nanoinfiltração nas interfaces de adesão utilizando-se dois adesivos de passo único auto-condicionantes (Adper Prompt-AD, e One-up Bond F-OB), dois adesivos de dois passos auto-condicionantes (Clearfil SE Bond-CF, and Unifil Bond-UB), e um adesivo de dois passos de condicionamento total (Single Bond-SB). Para isso, foram preparadas amostras de 0.8 mm de espessura a partir de dentes,

que receberam os sistemas adesivos e foram armazenados em água à 37° C por 1 semana e 6 meses. Posteriormente, as amostras foram preparadas para avaliação em MET e MEV. Os padrões de nanoinfiltração foram qualitativamente comparados entre os períodos. Os resultados mostraram a presença da nanoinfiltração em todas as amostras e em ambos os Períodos. Não houve diferença entre o padrão de nanoinfiltração verificado em 7 dias e 6 meses para o sistema UB. Foi verificada a presença de áreas maiores de impregnação por prata após 6 meses para o sistema CF. O sistema SB apresentou acúmulo de partículas de prata principalmente dentro da camada híbrida em 7 dias, havendo intensificação após 6 meses. Os sistemas AD e OB apresentaram acúmulo de prata dentro da camada híbrida e na camada de adesivo de recobrimento.

Em 2004, Zmener *et al.* avaliaram in vitro a capacidade de selamento de três materiais restauradores provisórios: cimento à base de policarboxilato, cimento à base de óxido de zinco reforçado e cimento à base de óxido de zinco com presa através da água. Desta maneira, cavidades de acesso endodôntico padronizadas foram preparadas em quarenta e cinco molares humanos hígidos extraídos, sendo os mesmos divididos em 3 grupos de acordo com o material utilizado para selamento. Em 5 dentes, grupo controle negativo, o selamento coronário foi feito com cera pegajosa. Após a termociclagem, inclusão em cera pegajosa fundida até a união esmalte-cimento, as amostras foram imersas em solução de azul de metileno a 2%. Através do seccionamento dos dentes, a profundidade de penetração do corante pôde ser determinada, através de sua medição em milímetros, utilizando um estéreomicroscópio calibrado. Os resultados mostraram não haver diferença estatística entre os materiais testados, no que diz respeito à infiltração marginal. Todos os materiais restauradores apresentaram infiltração de corante junto à interface material/dentina, sendo importante o selamento total da cavidade de acesso logo após o tratamento endodôntico.

De Munch *et al.* (2005) realizaram um estudo visando avaliar a eficácia da adesão e a interação com o esmalte/dentina de 3 adesivos autocondicionantes de um passo e de dois passos, através do teste de microtração, MEV E MET, em relação a um adesivo de controle de dois passos

auto-condicionante e um adesivo de três passos. Os resultados mostraram que o adesivo auto-condicionante de um passo Adper Prompt (3M ESPE) apresentou o menor valor de resistência adesiva. Os adesivos de dois passos autocondicionantes Clearfil SE (Kuraray) e OptiBond Solo Plus Self-Etch (Kerr) apresentaram valores semelhantes aos do controle (OptiBond FL, Kerr). A morfologia da interface e o pH do adesivo/ *primer* autocondicionante apresentam forte relação. A interação com a dentina variou desde a formação de uma camada híbrida contendo hidroxiapatita, para o adesivo “moderado” Clearfil SE, até uma camada híbrida de 3-5 μm , sem hidroxiapatita, para o adesivo considerado forte Adper Prompt. Os adesivos AdheSE e OptiBond Solo Plus Self-Etch foram responsáveis pela formação de uma camada superior livre de hidroxiapatita e uma parte inferior sem hidroxiapatita, sendo classificados como adesivos auto-condicionantes de força “intermediária”. Os autores também afirmaram que o pH do ácido fosfórico, em torno, de 0.6 tem maior rapidez na ação desmineralizadora que o auto condicionante, que possui o monômero ácido com pH mais alto.

King *et al.* (2005) realizaram um estudo para avaliar a possibilidade da conversão de adesivos auto-condicionantes de um passo único para adesivos auto-condicionantes de dois passos, através do uso conjunto de uma camada de resina relativamente hidrofóbica. Para isso, foram aplicadas camadas múltiplas ou mesmo uma única camada de iBond, Xeno III Adper Prompt; em seguida, foi aplicada uma camada de otchBond Multi-Purpose Plus para a união com resinas foto e autopolimerizáveis. Foi realizada a comparação da permeabilidade da dentina que recebeu iBond, em relação àquela da smear layer original. Além disso, foram realizados testes de resistência adesiva para os dois protocolos, quanto à compatibilidade dos mesmos com a resina autopolimerizável, além de estudos em microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados mostraram que iBond e Xeno III apresentaram incompatibilidade aparente com as resinas autopolimerizáveis. De forma contrária, observou-se a incompatibilidade verdadeira para Adper Prompt, causada pela interação ácido-base adversa. Com a transformação de adesivos auto-condicionantes de um passo único para adesivos auto-

condicionantes de dois passos, foram eliminadas as incompatibilidades aparente e verdadeiras.

Tay *et al.* (2005) realizaram um estudo visando avaliar as variáveis importantes que influenciam a adesão dos materiais adesivos às paredes do canal radicular, através de um modelo de cone invertido. Os fatores C nos canais mostraram uma correlação negativa com a espessura do cimento. Para um canal de 20 mm preparado com uma lima de tamanho #25, os valores do fator C variaram de 46 a 23,461, com uma espessura de cimento decrescente (500 - 1 μ). Quando os canais eram preenchidos apenas com cimento, o valor do fator C foi de 32. Com a redução da espessura do adesivo, a contração volumétrica é reduzida, o que resulta na diminuição do estresse de contração (fator-S). Os fatores C acima de 954 calculados com uma espessura de cimento menor que 25 μ m são parcialmente compensados pelo aumento na área de adesão e pela redução no volume de contração. Contudo, a interação destes dois fatores geometricamente relacionados (fatores C e S) mostra que a adesão dos materiais de cimentação aos canais radiculares é altamente desfavorável em comparação à adesão dos materiais restauradores indiretos, com uma espessura de resina semelhante.

Vano *et al.* (2006) avaliaram a influência de vários tratamentos da superfície de pinos de fibra de vidro na resistência adesiva às resinas compostas. O pré-tratamento foi realizado com: grupo 1 - 24% H₂O₂ por 10 min e silanização por 60 s; grupo 2 - 10% H₂O₂ por 20 min e silanização por 60 s; grupo 3: 4% ácido hidrofúorídrico em gel por 60 s e silanização por 60 s; grupo 4: silanização por 60 s e aplicação do agente adesivo G-Bond; grupo 5: silanização por 60 s (controle). Cinco tipos de resina composta diferentes foram utilizados para a posterior construção do núcleo. Os resultados mostraram que as resistências dos grupos 1 e 2 foram maiores que dos demais e que o silano por ser uma molécula bifuncional potencializou a união química entre os pinos e as resinas compostas utilizadas. Os autores concluíram que o peróxido de hidrogênio e o ácido hidrofúorídrico modificaram a morfologia de superfície dos pinos de fibra e com o silano, houve um aumento significativo da resistência da interface entre os mesmos e o material de núcleo.

Silva *et al.* (2007) avaliaram o efeito do modo de aplicação do adesivo e a translucidez do pino de fibra na resistência adesiva *push-out* à dentina. Raízes bovinas foram tratadas endodonticamente e 10 raízes foram usadas para cada modo de aplicação do adesivo: PB (Prime & Bond 2.1), PB + SC (ativador de autopolimerizável), PB + SBM (sistema Scotchbond multi-purpose), BB (Brush & Bond), BB + CAT (catalisador químico), e BB + SBM. Os pinos Light-Post e Aesthetic Post foram cimentados. As raízes/ pinos cimentados foram seccionados de modo a serem obtidos fatias dos 3 terços radiculares (cervical, médio e apical). O teste *push-out* foi realizado e o modo de falha das amostras fraturadas foi analisado. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os pinos de fibra. Para PB e BB, o uso de SBM aumentou a resistência adesiva do pino. O uso de SC e CAT não afetaram os valores de resistência adesiva *push-out*. O terço apical apresentou os menores valores de resistência adesiva.

Naumann *et al.* (2008) avaliaram a influência dos sistemas não-adesivos, auto-adesivo, e de condicionamento e enxágüe, na resistência à aplicação de carga das restaurações após o tratamento endodôntico. Incisivos centrais humanos foram divididos em 4 grupos (n = 10). Os dentes foram tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro com diferentes combinações de Cimentos / resina composta: (1) RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) / Clearfil Core (Kuraray Europa, Duesseldorf, Alemanha), (2) RelyX Unicem / LuxaCore, (3) cimento de fosfato de zinco / Clearfil, e (4) LuxaCore (DMG, Hamburgo, Alemanha) / Clearfil. Um preparo em virola de 2 mm foi realizado. Todas as amostras receberam coroas em cerâmica total e foram expostas a ciclos térmicos e submetidas à carga mecânica antes da aplicação de carga estática. Diferenças significativas entre os grupos experimentais quanto à resistência às cargas e padrões de fratura foram observadas. A cimentação dos pinos convencional não-adesiva é menos confiável para resistir a forças funcionais simuladas, em comparação à abordagem adesiva.

3 PROPOSIÇÃO

- a - O propósito deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a resistência ao cisalhamento por extrusão, *push - out*, na interface de união dentina radicular/ pinos de fibra de vidro fixados com cimentos resinosos com diferentes proporções entre a pasta base e catalisadora e o uso de co-iniciadores químicos nos terços cervical, médio e apical da raiz.
- b - Mostrar através da nanoinfiltração a qualidade da camada híbrida formada na interface de união dentina radicular/ pinos de fibra de vidro fixados com cimentos resinosos com diferentes proporções entre a pasta base e catalisadora e o uso de co-iniciadores químicos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados nesse estudo estão apresentados nas **tabelas I, II e III e nas figuras de 1 a 10**.

Tabela I: Material, composição e fabricante.

Material	Composição	Fabricante
Reforpost	Fibra de vidro e resina epóxica	Angelus Soluções em Odontologia
Silano	radicais silico-funcionais e radicais organo-funcionais	Angelus Soluções em Odontologia
Ácido gel	ácido fosfórico a 35%	3M/ ESPE

Tabela II: Material, composição e fabricante dos sistemas adesivos e catalisadores químicos.

Material	Composição	Fabricante
Clearfil SE Bond	Primer ácido: MDP, HEMA, dimetacrilatos Hidrófilos, canforoquinona, N dietanol p-toluidina, água. Bond: MDP, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos hidrófobos, N dietanol p-toluidina, canforoquinona sílica coloidal.	Kuraray Co., Osaka Japão
ED Primer A e B	A: HEMA, MDP, ácido aminosalicílico, dietanol P-toluidina e água B: sulfinato benzínico de sódio, ácido aminosalicílico, dietanol P-toluidina e água	Kuraray Co., Osaka Japão
Adper Scotchbond Multi-Purpose		3M/ ESPE
Primer:	solução aquosa de 2 – hidroxietilmetacrilato (HEMA) e copolímero de ácido polialcenóico	
Bond:	solução de Bis glicidildimetacrilato (Bis-GMA), 2 – hidroxietilmetacrilato (HEMA) e canforoquinona	
Ativador:	solução etílica de um sal de ácido sulfínico e um componente fotoiniciador	3M/ ESPE
Catalisador:	Bis-GMA, HEMA e peróxido de benzoíla	3M/ ESPE

Tabela III: Material, composição e fabricante dos cimentos resinosos.

Material	Composição	Fabricante
Panavia F	Pasta A: sílica coloidal, Bis-GMA, MDP, dimetacrilatos hidrófilos e hidrófobos, peróxido de benzoíla e canforoquinona Pasta B: vidro de bário silanizado, óxido de titânio, fluoreto de sódio, Bis-GMA, dietanol P – toluidina, dimetacrilatos hidrófilos e hidrófobos, sulfinato de sódio trisopropílico benzênico (78% em peso)	Kuraray Co.,Osaka Japão
RelyX ARC	Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, partículas de sílica e zircônia (68% em peso), pigmentos, aminas e foto iniciadores Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, peróxido de benzoíla e partículas de sílica e zircônia (67% em peso)	3M/ ESPE



Figura 1 – Pinos pré-fabricados de fibra de vidro número 3.



Figura 2 – Agente de união - Silano.



Figura 3 – Ácido fosfórico 35%.



Figura 4 – Sistema Adesivo Autocondicionante Clearfil SE Bond.



Figura 5 – Catalisador químico ED Primer.



Figura 6 – Sistema Adesivo Convencional ScotchBond Multi-Purpose.



Figura 7 – Ativador e Catalisador Adper ScotchBond Multi-Purpose Plus.

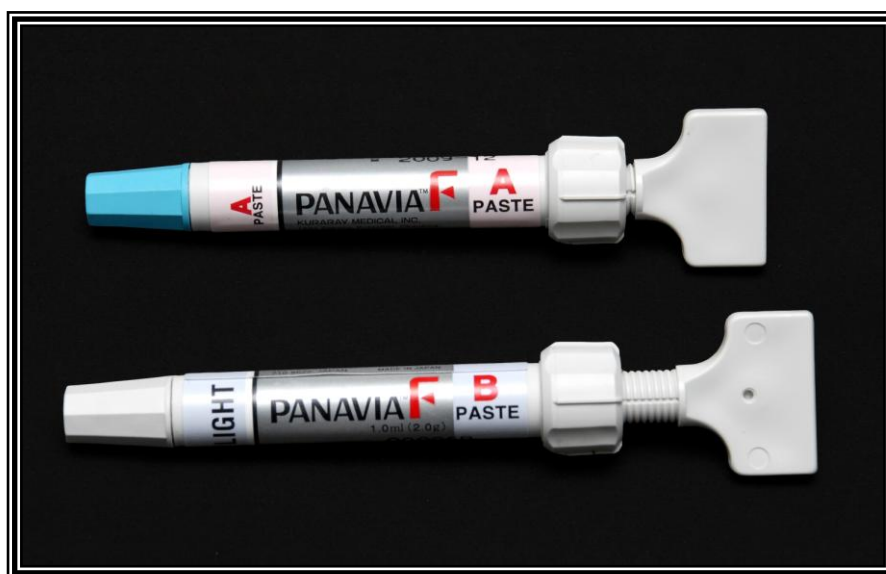


Figura 8 – Cimento Resinoso Dual Panavia F.



Figura 9 – Oxiguard II.

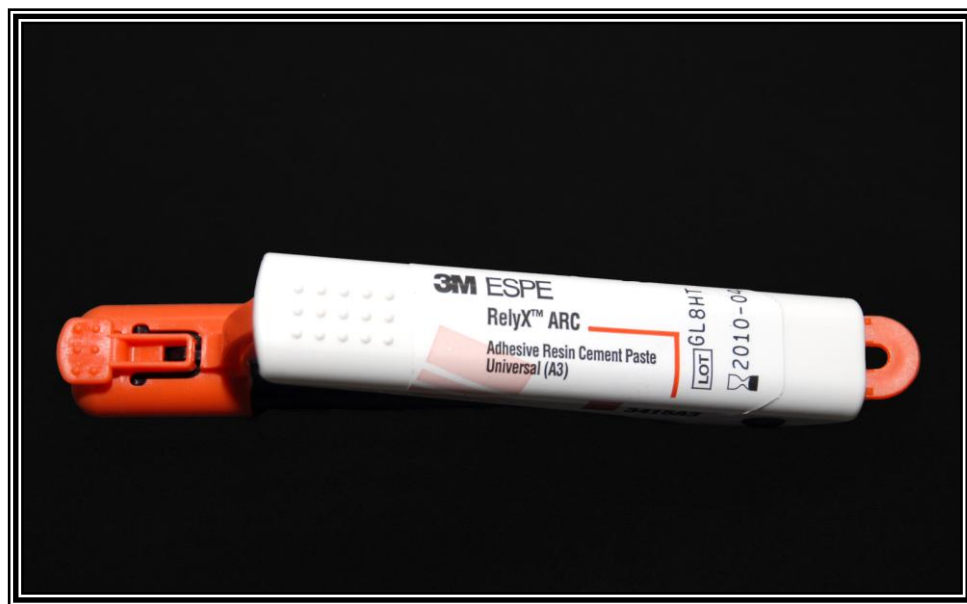


Figura 10 – Cimento Resinoso Dual RelyX ARC.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Seleção dos dentes

Foram selecionados 54 incisivos bovinos inferiores, com raízes retas, forma e tamanhos semelhantes (Figura 11), mantidos em timol 0,1% até a limpeza, em seguida, os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 0,9% por um período máximo de dois meses.



Figura 11 - Incisivos bovinos.

Os dentes foram raspados e alisados com curetas periodontais (Duflex-SS White Artigos dentários Ltda) e limpos com jatos de bicarbonato de sódio e água (Profi II Dabi Atlante Ltda). Após esta limpeza, a coroa foi separada da raiz através de discos adiamantados dupla-face (KG - Sorensen), refrigerados com jatos de ar/ água e padronizados no comprimento de 18 mm (Figuras 12 e 13).

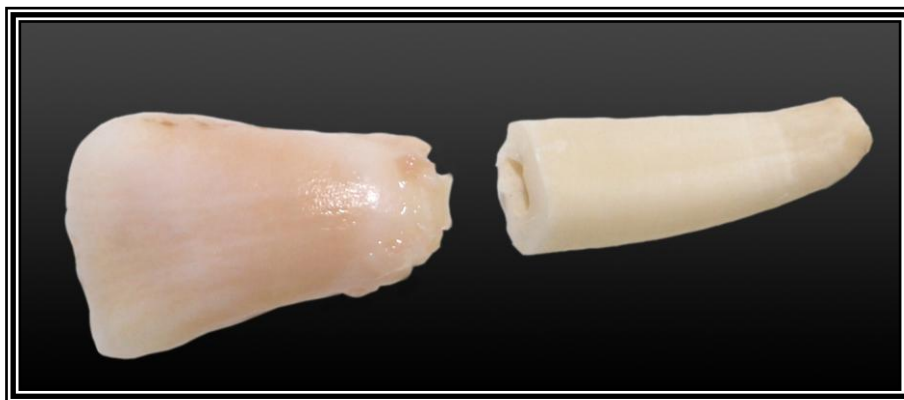


Figura 12 – Separação da porção radicular.



Figura 13 – Seleção das raízes.

Em seguida para se padronizar o desgaste do canal radicular foram selecionadas as raízes em que a broca de Largo número 5, fornecida pelo fabricante do pino, não penetrasse na embocadura do mesmo (Figura 14).

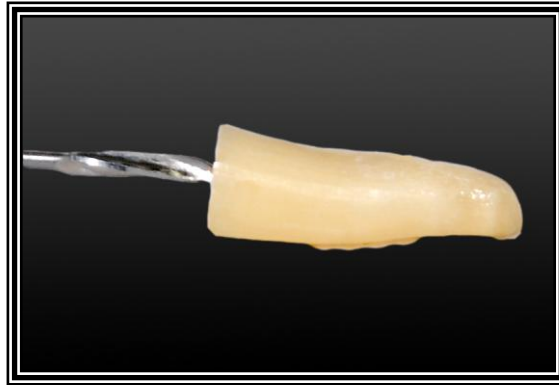


Figura14 – Padronização do canal radicular com broca de Largo nº5.

Depois disto, o terço cervical foi desgastado com lixas de carbetto de silício números 400 e 600 em politriz elétrica giratória (South Bay technology) até o comprimento final de 17mm.

A seguir, as raízes selecionadas foram identificadas com algarismos arábicos, através de marcador para retro projetor, e foram novamente armazenadas em soro fisiológico a 0,9%.

4.2.2 Técnica Endodôntica

Todas as raízes receberam preparo endodôntico através de brocas de Gates-Glidden 4 e 5 respectivamente (Dentsply/Maillefer), Figura 15.

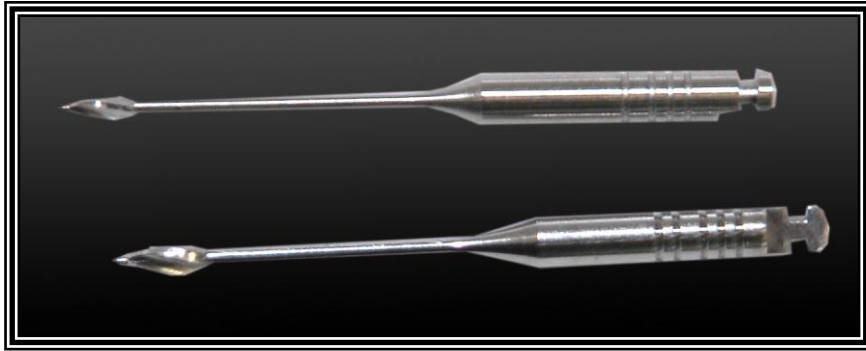


Figura 15 – Brocas de Gates-Glidden 4 e 5.

Para irrigação dos canais radiculares foi utilizada água destilada e secagem com cones de papel nº55 (Figuras 16 e 17).



Figura 16 – Irrigação do canal radicular e cânula de aspiração.



Figura 17 – Secagem do canal radicular com cone de papel absorvente.

Em todas as raízes apenas os cones de guta-percha TP (Dentsply/Maillefer) termoplastificados foram utilizados na obturação do canal radicular (Figura 18).

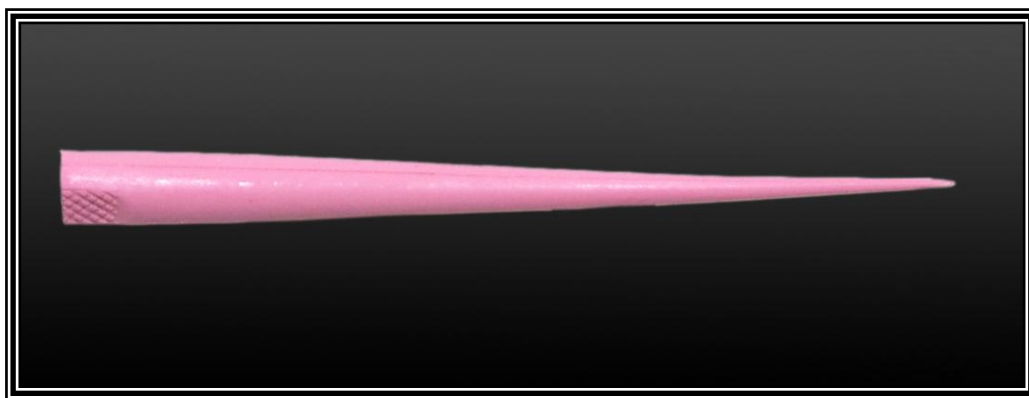


Figura 18 - Cone de guta-percha TP L.

O excesso de obturação foi removido com um condensador vertical aquecido sobre a obturação utilizando-se a ponta M do aparelho Touch N` Heat (Sybron Endod) até 12 mm, o que permitiu um remanescente de obturação endodôntica de 5 mm. O preparo intra-radicular e a fixação do pino foram realizados imediatamente após o tratamento endodôntico.

4.2.3 Preparo intra-radicular

Para o preparo intra-radicular foi utilizada a broca Gates-Glidden número 5 para a remoção de guta-percha no comprimento de 12 mm, controlado por cursor, que correspondeu ao comprimento do pino no interior da raiz, permanecendo 5 mm de pino acima do terço cervical da mesma. Em seguida, a broca Largo número 5 foi utilizada para o preparo do canal (Figura 19), inserida em movimento único, também no comprimento de 12 mm, para não alterar a padronização do sistema. Encerrado o preparo intra-radicular, foi realizada a remoção de debris dentinários do canal com irrigação/ aspiração com água destilada e secagem com cones de papel absorvente, e o pino foi posicionado no interior do mesmo para se avaliar o correto preparo do canal (Figura 20).

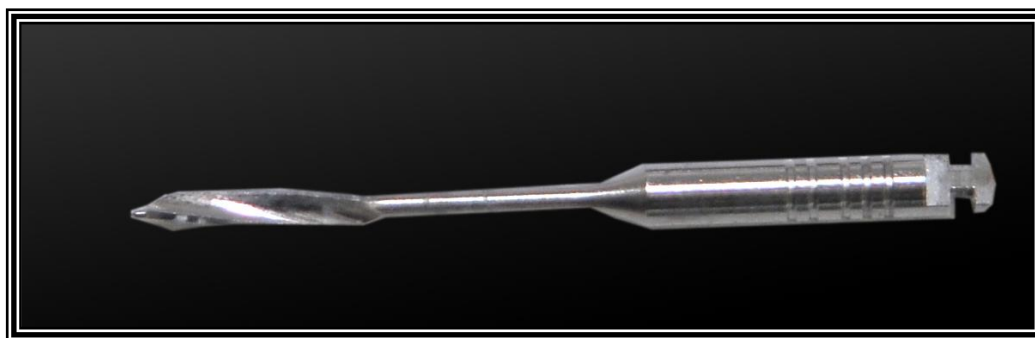


Figura 19 - Largo nº 5.



Figura 20 - Preparo intra-radicular concluído e guta-percha apenas no terço apical.

4.2.4 Grupos Experimentais

As raízes foram distribuídas aleatoriamente nos grupos experimentais, através de sorteio, formando 06 grupos com 07 amostras de cada.

Grupo I – o pino de Fibra de vidro Reforpost foi fixado com Sistema **Clearfil SE Bond** e o cimento **Panavia F** na proporção **1:1**.

Grupo II – o pino de Fibra de vidro Reforpost foi fixado com Sistema **Clearfil SE Bond** e o cimento **Panavia F** na proporção **1:3**.

Grupo III – o pino de Fibra de vidro Reforpost foi fixado com Sistema **Clearfil SE Bond/ ED Primer** e o cimento **Panavia F** na proporção **1:1**.

Grupo IV – o pino de Fibra de vidro Reforpost foi fixado com *primer* e adesivo do Sistema **Scotchbond Multi-Purpose** e o cimento **RelyX ARC** na proporção **1:1**.

Grupo V – o pino de Fibra de vidro Reforpost foi fixado com *primer* e adesivo do Sistema **Scotchbond Multi-Purpose** e o cimento **RelyX ARC** na proporção **1:3**.

Grupo VI – o pino de Fibra de vidro Reforpost foi fixado com ativador, *primer* e catalisador do Sistema **Scotchbond Multi-Purpose** e o cimento **RelyX ARC** na proporção **1:1**.

4.2.5 Cimentação do pino:

4.2.5.1 Grupo I – Clearfil SE Bond/ Panavia F (1:1)

No interior do canal radicular foi aplicado o *primer* do agente de união autocondicionante Clearfil SE Bond por 20 segundos, através de pincel (*Microbrush Co.-U.S.A.*) de diâmetro compatível com o diâmetro do canal e, em seguida, aplicado um leve jato de ar. Com auxílio de outro pincel, foi aplicado o Bond, do agente de união autocondicionante Clearfil SE Bond, em seguida, pontas de papel absorvente número 55, foram utilizadas para a remoção de possíveis excessos de adesivo no interior do mesmo (Figura 21).

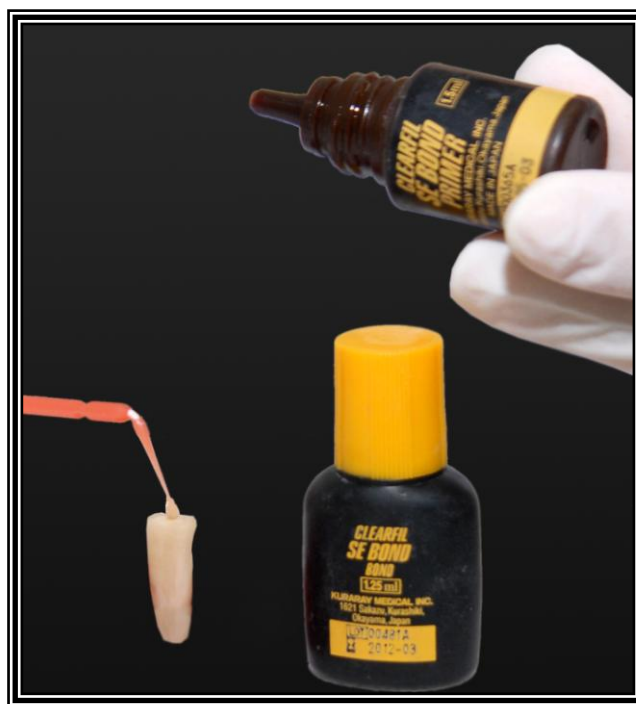


Figura 21 – Aplicação do adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond.

Após 20 segundos, foi aplicado um leve jato de ar por 3 segundos e o adesivo foi fotoativado por 10 segundos pelo aparelho Demetron (Kerr) com potência 800 mw/cm² de acordo com as recomendações do fabricante.

Os pinos de fibra de vidro foram previamente condicionados com ácido fosfórico a 35 por 15 segundos, lavados com água pelo mesmo tempo, e secados cuidadosamente com jatos de ar, em seguida, foram silanizados por 1 minuto conforme as recomendações do fabricante do pino (Figura 22).



Figura 22 – Silanização do pino de fibra de vidro.

A pasta catalisadora **A** e a pasta base **B** do cimento resinoso Panavia F foram dispensadas na proporção 1:1 sobre um bloco de papel impermeável e misturada por 10 segundos (Figura 23). O agente resinoso foi inserido no canal através de Lentulo número 45 (Figura 24), e o pino, imediatamente posicionado e estabilizado manualmente no interior do canal radicular. Os excessos do cimento foram removidos com pincel do tipo *microbrush* e o agente de cimentação foi fotoativado por 40 segundos na face vestibular e lingual da raiz, em seguida, aplicado o Oxiguard II por 60 segundos (Figura 25).



Figura 23 – Cimento Panavia F na proporção 1:1.

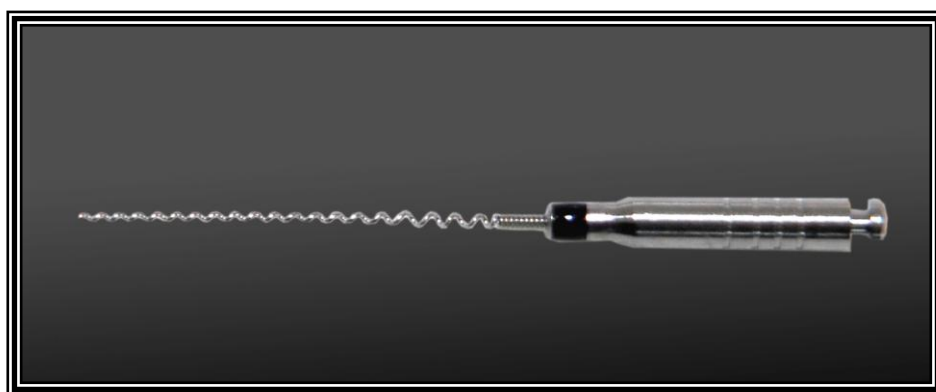


Figura 24 – Lentulo n°45.



Figura 25 – Aplicação do Oxyguard II.

4.2.5.2 Grupo II – Clearfil SE Bond/ Panavia F (1:3)

Todos os procedimentos descritos no item 4.2.5.1, foram repetidos com exceção da proporção entre a pasta base **B** a pasta catalisadora **A** do cimento resinoso Panavia F foram dispensadas em quantidades distintas, isto é, uma porção da pasta base para três porções da pasta catalisadora (proporção base/ catalisador 1:3), Figura 26.



Figura 26 – Cimento Panavia F na proporção 1:3.

4.2.5.3 Grupo III – Clearfil SE Bond/ ED Primer/ Panavia F (1:1)

No interior do canal radicular, foi aplicado o *primer* do agente de união autocondicionante Clearfil SE Bond por 20 segundos, através de pincel de diâmetro compatível com o diâmetro do canal e, em seguida, aplicado um leve jato de ar. Com auxílio de outro pincel, foi aplicado o Bond, em seguida, pontas de papel absorvente número 55, foram utilizadas para a remoção de

possíveis excessos de adesivo no interior do mesmo. Após 20 segundos, foi aplicado um leve jato de ar por 3 segundos e o adesivo foi fotoativado por 10 segundos pelo aparelho Demetron (Kerr) de acordo com as recomendações do fabricante.

Uma gota de cada frasco do sistema ED Primer (A e B) foi dispensada em recipiente plástico fornecido pelo fabricante, e após a mistura foi aplicado por 60 segundos no interior do canal, com auxílio de pincel (Figura 27). Em seguida, pontas de papel absorventes número 55 foram utilizadas para a remoção de possíveis excessos do catalisador no interior do mesmo.



Figura 27 – Aplicação do ED Primer.

Os pinos de fibra de vidro foram previamente condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados com água pelo mesmo tempo, secados cuidadosamente com jatos de ar e após, silanizados por 1 minuto conforme as recomendações do fabricante do pino.

A pasta catalisadora **A** e a pasta base **B** do cimento resinoso Panavia F foram dispensadas na proporção 1:1, sobre um bloco de papel impermeável e misturada por 10 segundos. O agente resinoso foi inserido no canal através de Lentulo número 45. Apesar do fabricante não recomendar esse procedimento, por diminuir o tempo de trabalho, o mesmo foi feito para se padronizar a confecção das amostras. Após a inserção do cimento o pino foi

imediatamente posicionado e estabilizado manualmente no interior do canal radicular. Os excessos do cimento foram removidos com pincel do tipo *microbrush* e o agente de cimentação foi fotoativado por 40 segundos na face vestibular e lingual da raiz, em seguida, aplicado o Oxiguard II por 60 segundos.

4.2.5.4 Grupo IV – Scotchbond Multi - Purpose/ RelyX ARC (1:1)

O canal radicular foi condicionado com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavado com água pelo mesmo tempo, e secado cuidadosamente com pontas de papel absorvente (Figura 28). O *Primer* do agente de união ScotchBond Multi-Purpose foi aplicado nas paredes dentinárias do canal radicular com auxílio de pincel, sendo aguardado 20 segundos para a sua total penetração. O canal foi secado por 5 segundos. O adesivo do agente de união ScotchBond Multi-Purpose foi aplicado na superfície previamente tratada com o *primer* e realizada a fotoativação por 10 segundos de acordo com a recomendação do fabricante (Figura 29).



Figura 27 – Condicionamento do canal radicular com ácido fosfórico.



Figura 29 – Aplicação do sistema adesivo ScotchBond Multi-Purpose.

Os pinos de fibra de vidro foram previamente condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados com água pelo mesmo tempo, e secados cuidadosamente com jatos de ar, em seguida, foram silanizados por 1 minuto conforme as recomendações do fabricante do pino.

O agente de cimentação resinoso RelyX ARC foi dispensado, na proporção 1:1 sobre um bloco de papel impermeável e espaturado de acordo com as recomendações do fabricante (Figura 30).



Figura 30 – Cimento RelyX ARC na proporção 1:1.

Ao final da espatulação, o agente resinoso foi inserido no canal através de Lentulo número 45, e o pino posicionado imediatamente no canal radicular sendo os excessos removidos com pincel do tipo *microbrush*. O agente de cimentação foi fotoativado por 40 segundos na face vestibular e lingual da raiz.

4.2.5.5 Grupo V - Scotchbond Multi- Purpose / RelyX ARC (1:3)

Todos os procedimentos descritos no item 4.2.5.4, foram repetidos com exceção da proporção entre a pasta base e pasta catalisadora do cimento resinoso RelyX ARC que foram dispensadas em quantidades distintas, isto é, uma porção da pasta base para três porções da pasta catalisadora (proporção base/ catalisador 1:3), Figura31.



Figura 31 – Cimento RelyX ARC na proporção 1:3.

4.2.5.6 Grupo VI - Scotchbond Multi-Purpose/ Ativador/ Catalisador/ RelyX ARC (1:1)

O interior do canal radicular foi condicionado com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavado com água pelo mesmo tempo, e secado cuidadosamente com pontas de papel absorvente.

O ativador Adper ScotchBond Multi-Purpose foi aplicado no canal radicular com auxílio de pincel. Em seguida, o canal foi secado através de jato de ar por 5 segundos (Figura 32).

O *Primer* do agente de união foi aplicado nas paredes dentinárias do canal radicular com auxílio de pincel *microbrush*. Em seguida, o canal foi

secado através de jato de ar por 5 segundos. O catalisador foi aplicado também com auxílio de pincel (Figuras 33 e 34).



Figura 32 - Aplicação do Ativador Adper ScotchBond Multi-Purpose.



Figura 33 - Aplicação do Primer Adper ScotchBond Multi-Purpose.



Figura 34 - Aplicação do Catalisador Adper ScotchBond Multi-Purpose.

Os pinos de fibra de vidro foram previamente condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavado com água pelo mesmo tempo, e secados, em seguida, foram silanizados por 1 minuto conforme as recomendações do fabricante do pino e em seguida, foi aplicada uma camada do catalisador sobre o pino.

O agente de cimentação resinoso RelyX ARC foi dispensado na proporção 1:1 sobre um bloco de papel impermeável e espatulado de acordo com as recomendações do fabricante. Ao final da espatulação, o agente resinoso foi inserido no canal através de Lentulo número 45, e o pino posicionado imediatamente no canal radicular e os excessos removidos com pincel *microbrush*. O agente de cimentação foi fotoativado por 40 segundos na face vestibular e lingual da raiz.

4.2.6 Seccionamento das Raízes em Terços

Após a fixação dos pinos de fibra de vidro, as raízes foram mantidas em umidificador com abrigo de luz. Todas as raízes foram fixadas com cera pegajosa em placas de acrílico e posteriormente seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo através do disco EXTEC DIA WAFER BLADE 4" x .012 x 1/2 (102 mm X 0,3 mm X 127 mm) que foi acoplado à recortadora metalográfica - Isomet 1000 (Figura 35), a fim de se obter fatias com espessura de aproximadamente 1 mm dos terços cervical, médio e apical de cada raiz. Logo após a realização de cada corte, as fatias foram identificadas com lápis na face voltada para apical e mantidas em água destilada em *eppendorfs* conforme o respectivo grupo e terço (Figuras 36 e 37). As amostras obtidas foram armazenadas em água destilada a 37° em recipientes que não permitem a passagem de luz por 24 horas. Na superfície do pino que ficou voltado para apical foi aplicado o carregamento de resistência ao cisalhamento por extrusão.

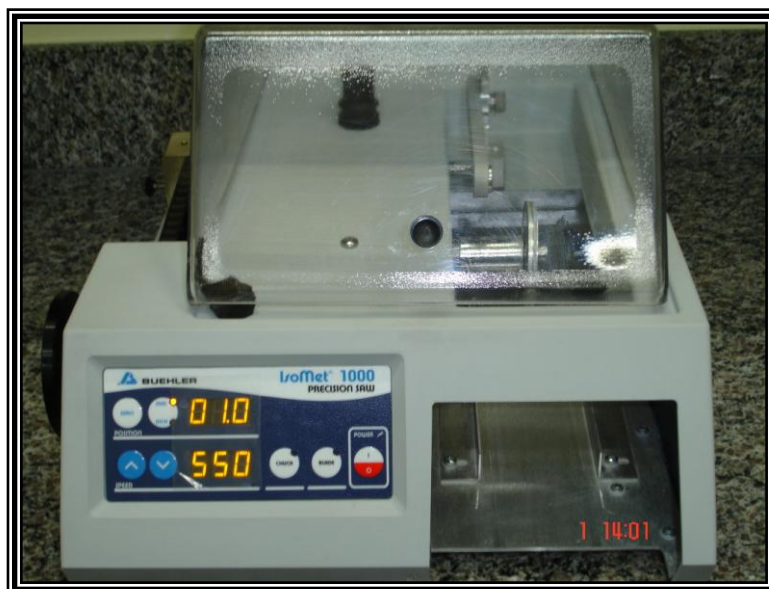


Figura 35 – Recortadeira Metalográfica - Isomet 1000.

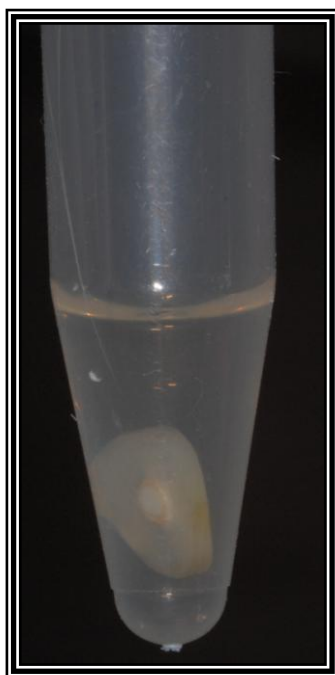


Figura 36 – Fatias dos terços radiculares armazenados em água destilada.



Figura 37 – *Eppendorfs* identificados contendo fatias dos terços radiculares em água destilada.

4.2.7 Ensaio Mecânico de Cisalhamento por Extrusão – *Push-Out*.

O ensaio de resistência por extrusão foi realizado em três diferentes níveis: cervical, médio e apical. Os espécimes foram posicionados em uma base metálica em aço inoxidável contendo um orifício de 2,0 mm de diâmetro interno na região central. As secções radiculares contendo o pino de fibra de vidro foram posicionadas exatamente na mesma direção do orifício da base metálica. Todo o conjunto foi posicionado na base da máquina de ensaio universal EMIC D500 dotada de carga de 100KN (Figura 38). Uma haste metálica com ponta ativa de 1,0 mm de diâmetro foi fixada no mordente da máquina e posicionada no centro do pino de fibra de vidro. O ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão foi conduzido, à velocidade de 1,0 mm/min, até a fratura (Figura 39). A força necessária para a fratura foi obtida em kilograma/força e convertida em MPa dividindo-se a força pela área do canal radicular. Os valores em Kgf foram multiplicados por 0,0980655 que corresponde ao fator de conversão de Kgf para Newton e a área foi calculada através da fórmula: $A = 2\pi r \times h$ (Goracci *et al.*, 1984), onde π é a constante 3,14 e $r = 0,75\text{mm}$ que corresponde ao raio do pino número 3. Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente.

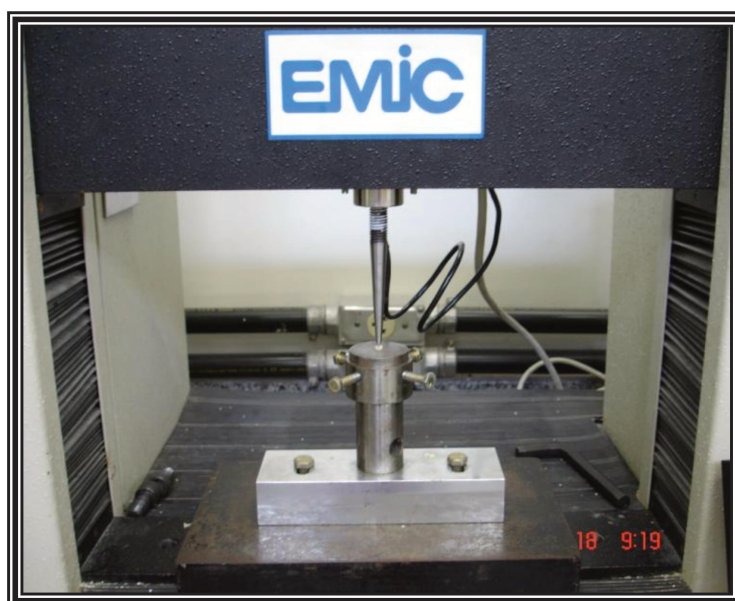


Figura 38 - Máquina de Ensaio Universal – EMIC DL 5000.

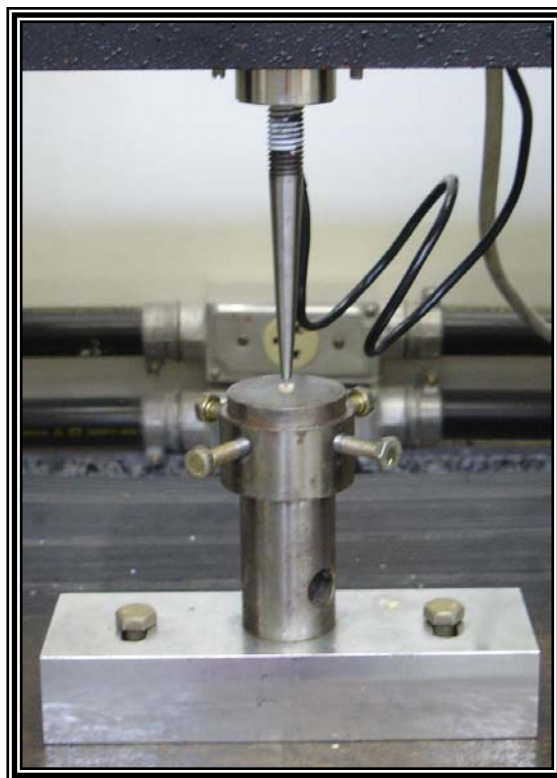


Figura 39 - Realização do ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão em Máquina de Ensaio Universal.

4.2.8 Nanoinfiltração

Preparação dos espécimes para infiltração com solução traçadora de nitrato de prata amoniacal para avaliação em MEV:

Duas amostras de cada grupo foram colocadas em uma solução de nitrato de prata amoniacal a 50% (Reis, *et al.*, 2004), Figura 40, 41 e 42, foi preparada e as amostras ficaram por 24 horas em estufa a 37°C nessa solução. Após este tempo, as amostras foram lavadas com água destilada e colocadas em substância fotoreveladora (Kodak, USA) por 8 horas (Figura 43), com iluminação fluorescente direta. Assim, os íons de prata diamina foram

reduzidos à prata metálica dentro dos espaços existentes ao longo da interface de união. Em seguida, foram retiradas e lavadas em água destilada e incluídas em resina de poliestireno com o auxílio de um tubo de PVC de 2,5 mm de diâmetro isolado com vaselina sólida e posteriormente as amostras foram armazenadas em água destilada (Figura 44).

Depois disso, as amostras foram polidas utilizando-se lixas com diferentes granulações: 600, 1200, 2000 (Carborundum, Brasil) e feltros. Para a utilização dos feltros, os mesmos foram impregnados com pastas de alumina com tamanho de partícula 1,0; 0,3 e 0,05µm (Arotec, Brasil), Figuras 45 e 46. A seqüência de polimento foi realizada da seguinte forma: lixa 600 irrigação com água por 2 minutos, lixa 1200 irrigação com água por 10 minutos, colocadas em ultra-som por 5 minutos, lixa 2000 irrigação com água por 5 minutos, ultra-som por 5 minutos, feltro TOP para polimento com pasta de alumina de 1.0 µm por 15 minutos, ultra-som por 10 minutos, feltro RAM para polimento com pasta de alumina de 0,3µm por 15 minutos, ultra-som por 10 minutos, feltro SUP para polimento com pasta de alumina de 0,05µm por 15 minutos, ultra-som por 15 minutos.

A descalcificação das amostras foi realizada com ácido fosfórico a 85% por 10 segundos, lavadas com água destilada, e colocadas em hipoclorito a 2% por 10 minutos, e em ultra-som com água destilada por 2 minutos. Em seguida, foi realizada a desidratação com soluções de álcool em diferentes concentrações: álcool 25% por 10 minutos, álcool 50% por 10 minutos, álcool 75% por 10 minutos, álcool 90% por 10 minutos, álcool 100% por 10 minutos. As amostras foram cobertas com carbono na máquina Bal-Tec-SCD 050-Spputer Coater para serem observadas em MEV, operando em alto vácuo numa potência de 20 KV, no qual foram obtidas imagens em elétrons secundários e retro espalhados.

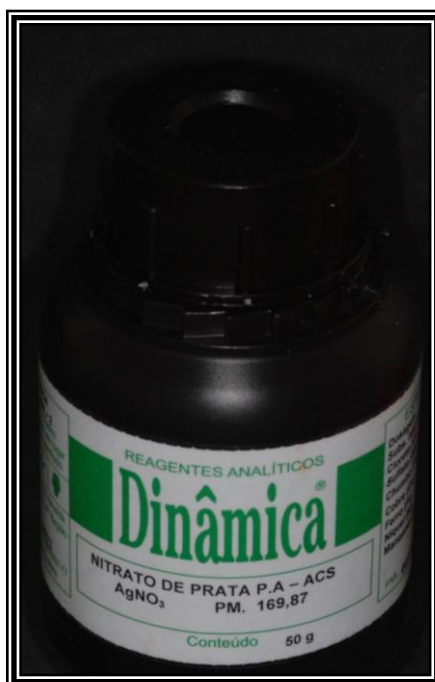


Figura 40 – Nitrato de prata – Labsynth, Brasil.

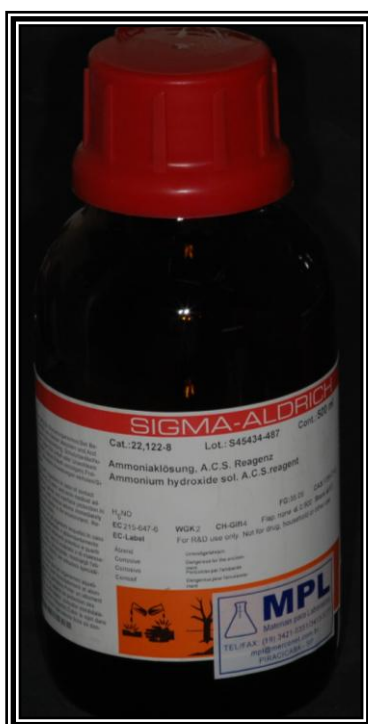


Figura 41 – Hidróxido de amônio a 28% - CAQ Lab, Barasil.

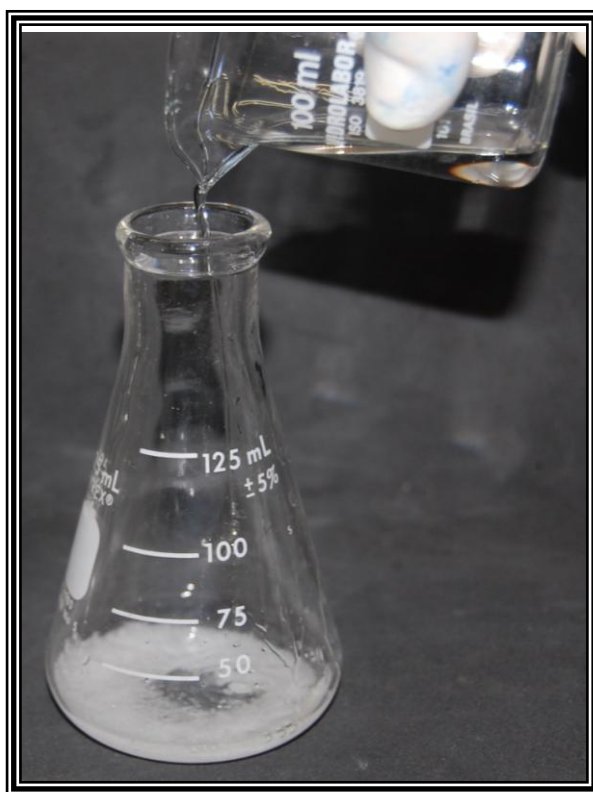


Figura 42 – Preparo do nitrato de prata amoniacal a 50%.



Figura 43 – Amostras em substância fotoreveladora – Kodak, USA.

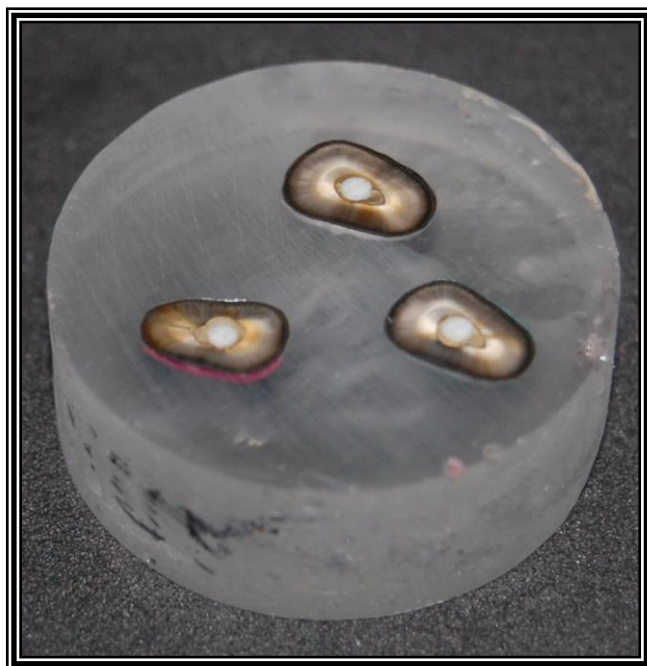


Figura 44 – Amostras incluídas em resina de poliestireno.



Figura 45 – Politriz lixadeira metalográfica.

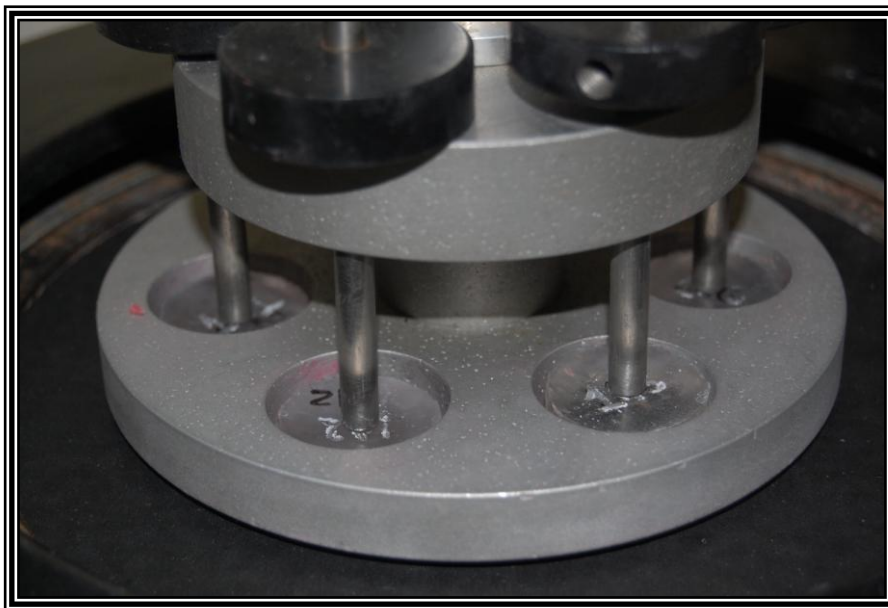


Figura 46 – Polimento das amostras com lixas e feltros em politriz lixadeira metalográfica.

5 RESULTADOS

5.1 Resultados do ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão.

A análise estatística foi realizada em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, em que os fatores foram os sistemas para a fixação de pinos de fibras de vidro em seis níveis: Clearfil SE Bond/ Panavia F (1:1), Clearfil SE Bond/ Panavia F (1:3), Clearfill SE Bond/ Panavia F/ ED Primer (1:1), ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC (1:1), ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC (1:3) e ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC/ Catalisador (1:1); e a profundidade do canal radicular em três níveis: Apical, Cervical e Médio. As pressuposições do modelo de análise de variância foram testadas – Teste de Levene – que não apontaram problemas, assim o teste de análise de variância foi aplicado e o seu resultado é apresentado nas tabelas 1 e 2.

Tabela IV: Resultado da análise de variância para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de sistemas para a fixação de pinos pré-fabricados de pinos de fibras de vidro.

CV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
MODELO	17	208588,6286	12269,9193	33,69	<. 0001
RESÍDUO	106	38607,9762	364,2262		
TOTAL	123	247196,6048			
CV = 33, 51514					

Tabela V: Resultado da decomposição análise de variância para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de sistemas para a fixação de pinos pré-fabricados.

CV	GL	TIPO III SS	QM	F	Pr>F
GRUPO	5	173202,7474	34640,5495	95,11	<. 0001
PARCELA	2	1323,7351	661,8676	1,82	0,1675
GRUPO x PARCELA	10	32346,9842	3234,6984	8,88	<. 0001

A decomposição da análise de variância apontou efeito estatístico significativo para o fator Grupo e para a interação Grupo x Parcela, assim o teste de variação múltipla de Tukey (LSMEANS) foi aplicado para a interação e o seu resultado é mostrado na tabela 3.

Tabela VI: Resultado do teste de variação múltipla de Tukey para o ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão de sistemas para a fixação de pinos pré-fabricados.

	CP1	CP3	CPE	SR1	SR3	SRC
CERVICAL	24,43a A	25,29aA	28,57aA	115,86aB	114,29bB	92,43bB
MÉDIO	22,71a A	23,86aA	18,71aA	68,00bB	58,43aC	130,71aD
APICAL	17,71a A	17,86aA	16,57aA	49,85bA	77,29aC	123,86aB

Obs.: Letras minúsculas comparam as médias na vertical e letras maiúsculas comparam as médias na horizontal. CP1 (Clearfil SE Bond/ Panavia F/ 1:1), CP3 (Clearfil SE Bond/ Panavia F/ 1:3), CPE (Clearfil SE Bond/ Panavia F/ ED *Primer*/ 1:1), SR1 (ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC/ 1:1),

SR3 (ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC/ 1:3), SRC (ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC/ Catalisador/ 1:1).

Observando os resultados da tabela 3 nota-se que para os sistemas de cimentação de pinos pré-fabricados CP1, CP3 e CPE as médias de resistência ao cisalhamento por extrusão entre os terços apical, cervical e médio não apresentaram diferença estatística entre si, por outro lado, para os sistemas SR1, SR3 e SRC apresentaram sempre uma diferença entre os terços. Para o SR1 a maior média de resistência foi apresentada pelo terço cervical com diferença estatística significativa para os terços, apical e médio, para o SR3 a maior média foi apresentada pelo terço cervical, com diferença estatística para os terços apical e médio, e finalmente para o SRC a maior média foi apresentada pelo terço médio sem diferença estatística para o terço apical e apresentando diferença para o terço cervical.

Quando se analisa o comportamento dos sistemas de cimentação de pinos pré-fabricados em cada profundidade da raiz, pode-se observar que para o terço apical a maior média foi apresentada pelo SRC e foi diferente de todos os demais. Para o terço cervical a maior média foi mostrada pelo SR1 que não apresentou diferença estatística significativa para a média do SRC e SR3, porém apresentou diferença dos outros sistemas, e esses não apresentaram diferença entre si. Já para o terço médio a maior média foi apresentada pelo SRC que apresentou diferença significativa de todos os outros sistemas, seguida da média do SR1 que também apresentou diferença dos demais que não diferiram entre si.

5.2 Resultados da nanoinfiltração.

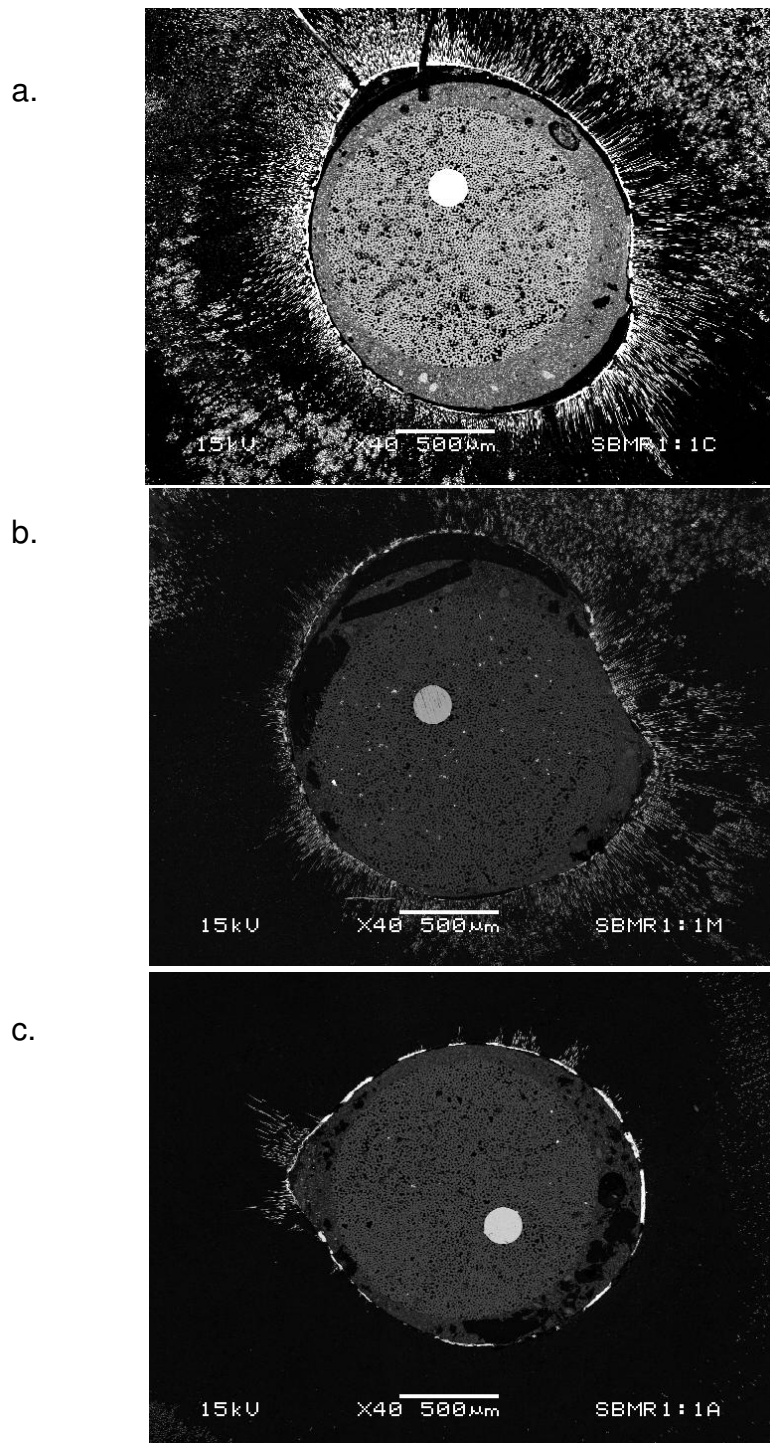
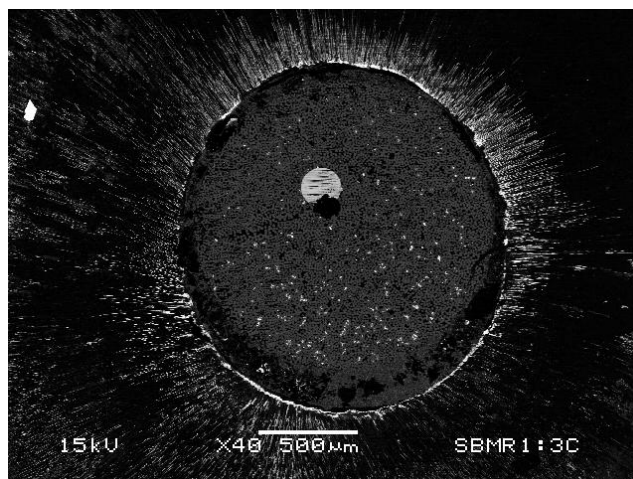
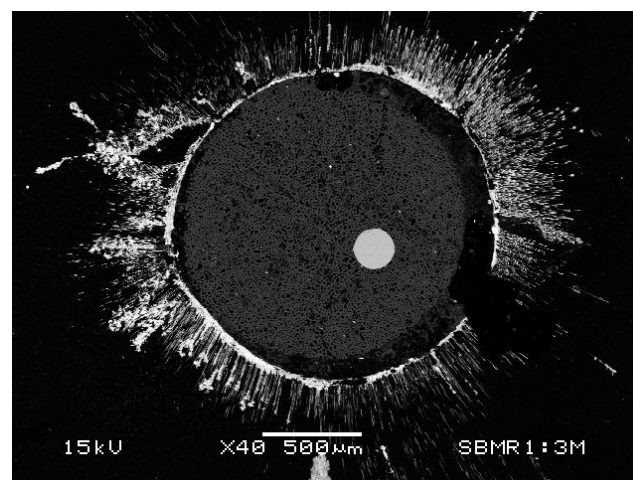


Figura 46 - Scotchbond Multi-Purpose (3M/ ESPE) e o cimento RelyX ARC (3M/ ESPE) na proporção 1:1 nos terços: a) cervical, b) médio e c) apical respectivamente.

d.



e.



f.

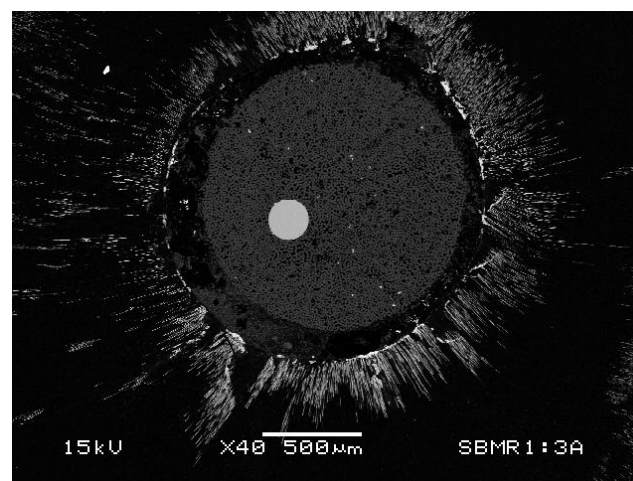
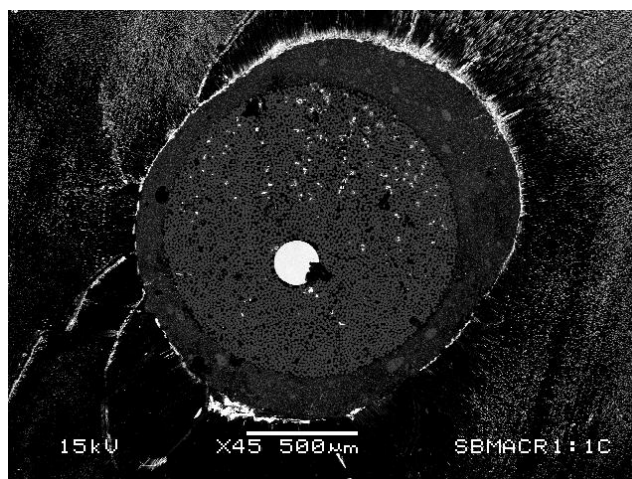
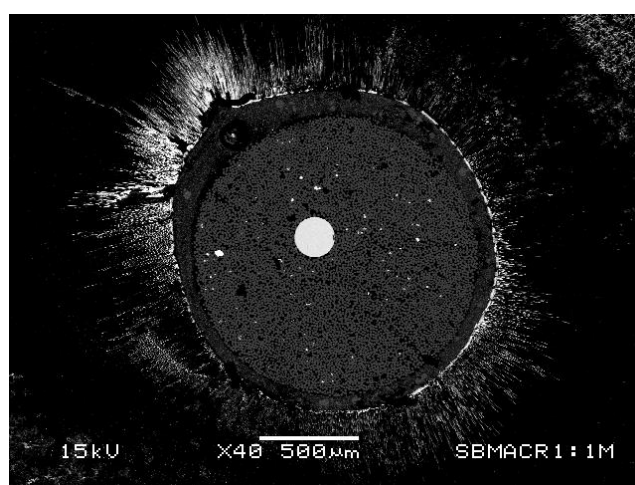


Figura 47 - Scotchbond Multi-Purpose (3M/ ESPE) e o cimento RelyX ARC (3M/ ESPE) na proporção 1:3 nos terços: d) cervical, e) médio e f) apical respectivamente.

g.



h.



i.

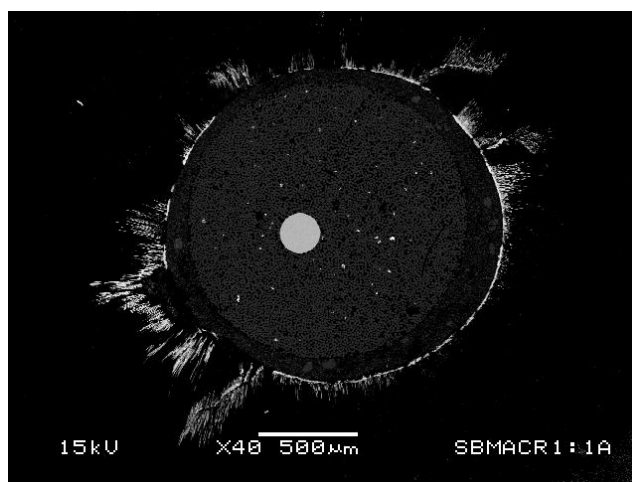
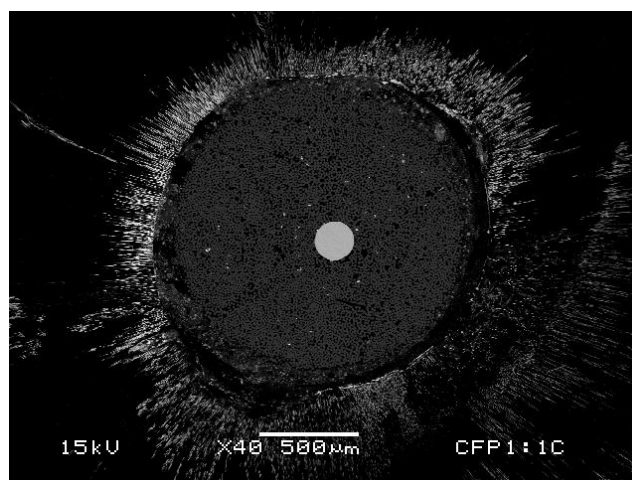
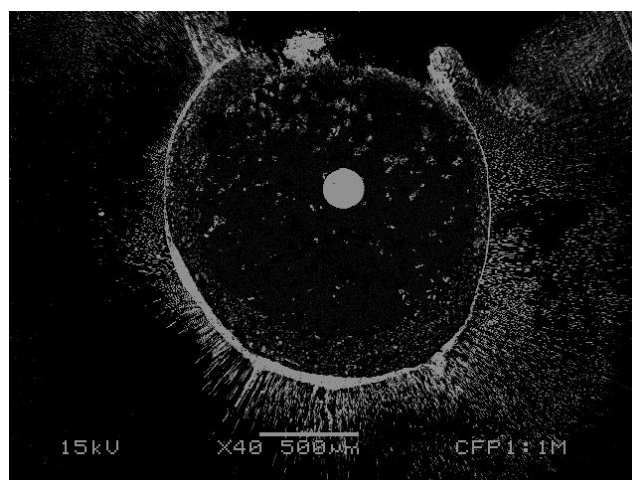


Figura 48 - Scotchbond Multi-Purpose (3M/ ESPE)/ Ativador/ Catalisador e o cimento RelyX ARC (3M/ ESPE) na proporção 1:1 nos terços: g) cervical, h) médio e i) apical respectivamente.

j.



k.



l.

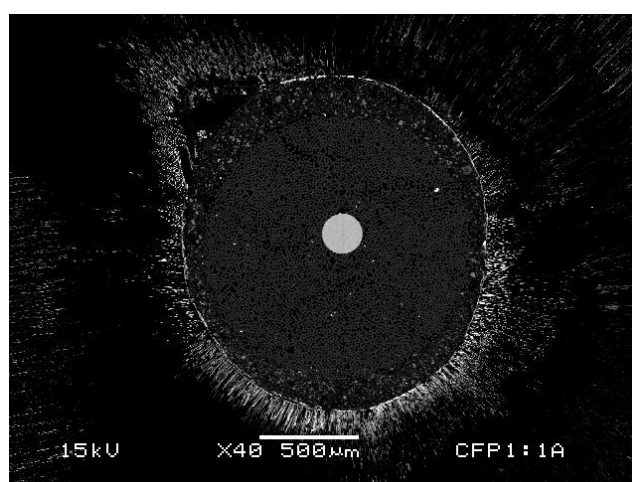
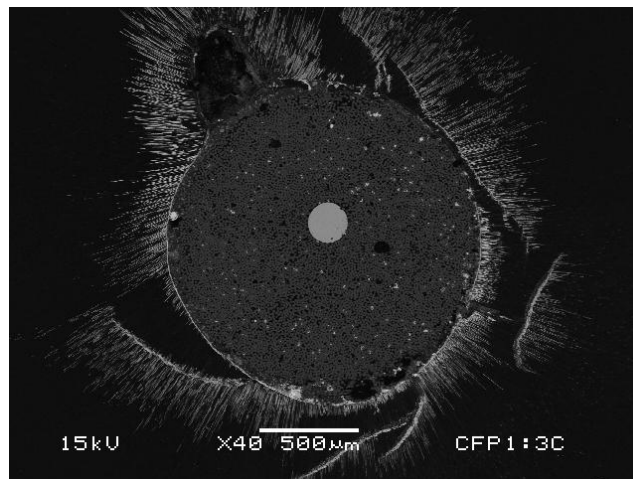
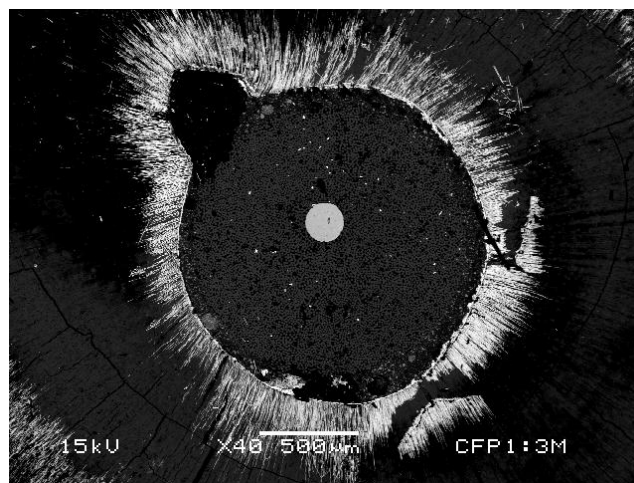


Figura 49 - Clearfil SE Bond (Kuraray) e o cimento Panavia F (Kuraray) na proporção 1:1 nos terços: j) cervical, k) médio e l) apical respectivamente.

m.



n.



o.

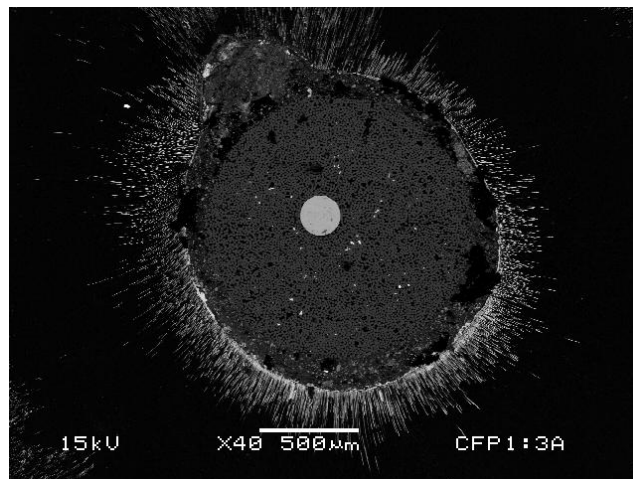
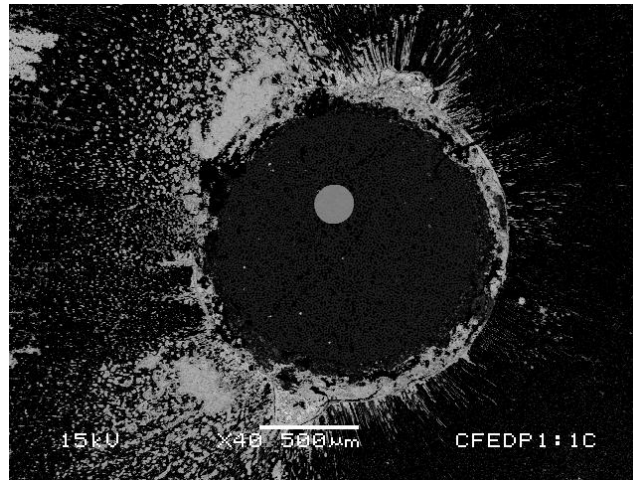
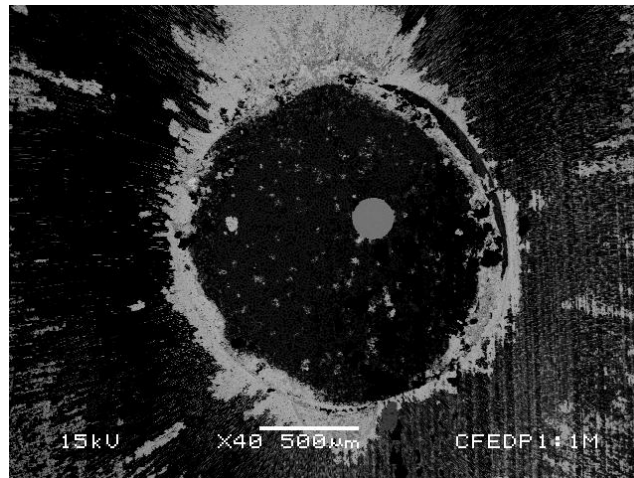


Figura 50 - Clearfil SE Bond (Kuraray) e o cimento Panavia F (Kuraray) na proporção 1:3 nos terços: m) cervical, n) médio e o) apical respectivamente.

p.



q.



r.

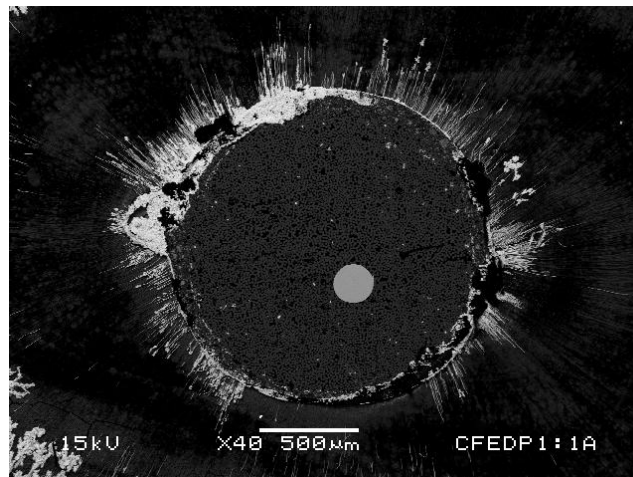


Figura 51 - Clearfil SE Bond (Kuraray)/ ED Primer e o cimento Panavia F (Kuraray) na proporção 1:1 nos terços: p) cervical, q) médio e r) apical respectivamente.

A análise das fotomicrografias revela que houve penetração de prata em toda interface de união entre o pino e as paredes do canal radicular independente do sistema adesivo utilizado, da proporção entre a pasta base/catalisadora do cimento ou do uso de co-iniciadores químicos.

6 DISCUSSÃO

Segundo Ray & Trope (1995), a correta restauração do elemento dental tem extrema importância no processo de cura endodôntica, somado a isso, de acordo com Sjogren *et al.*, 1990; Zmener *et al.*, 2004, a presença de restaurações inadequadas ou a sua ausência podem determinar o insucesso do tratamento endodôntico. Neste estudo a cimentação dos pinos pré-fabricados imediatamente após a obturação endodôntica, visou simular, sob o ponto de vista biológico, a diminuição do número de sessões clínicas para a instalação do retentor intra-radicular (Swanson & Madson, 1987) assegurando a manutenção da cadeia asséptica e bom prognóstico clínico do tratamento restaurador (Imura *et al.*, 1998).

Neste experimento, foram utilizadas raízes bovinas devido à dificuldade de se obter dentes humanos unirradiculares extraídos. A padronização das raízes também foi favorecida devido à possibilidade da captação desses dentes em grande quantidade pela facilidade do acesso aos mesmos. Além disso, a similaridade morfológica e histológica entre os dentes bovinos e humanos permite a obtenção de resultados confiáveis e próximos da realidade (Nakamichi & Fusayama, 1983, Schilke *et al.*, 1999).

Previamente a cimentação dos pinos de fibra de vidro, os mesmos foram condicionados com ácido fosfórico a 35% com o intuito de limpeza superficial e logo após a secagem com jatos de ar os pinos foram silanizados. O silano é uma molécula bifuncional capaz de potencializar a união química entre o pino e os componentes resinosos, matriz e carga (Vano *et al.*, 2006). As fibras de vidro do pino são compostas por quartzo, que é também encontrado na composição de cerâmicas indicadas para restaurações livres de metal, que necessitam tratamento superficial, como as cerâmicas feldspáticas, que são silanizadas porque a força adesiva entre a resina e a porcelana foi relativamente maior nas amostras em que o silano é utilizado (Lacy *et al.*, 1988). Assim, a sua aplicação visou uma maior união entre o pino de fibra de vidro e o cimento resinoso no interior do canal radicular.

O sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond de dois passos e o sistema adesivo convencional ScotchBond Multi-Purpose de três passos, utilizados neste trabalho, visaram eliminar o inconveniente da incompatibilidade química entre o monômero ácido do adesivo de frasco único e a reação química do cimento dual, garantindo a qualidade adesiva. A aplicação e fotoativação do adesivo não ácido e hidrófobo posteriormente à aplicação do *primer* são compatíveis com a cimentação química ou dual (Carvalho *et al.*, 2004; King *et al.*, 2005), uma vez que, este adesivo impede o contato com os monômeros ácidos residuais na camada híbrida consequentemente promovendo uma união mais estável (Sano *et al.*, 1999).

A hipótese testada neste estudo de que o aumento do grau de conversão do cimento resinoso através do uso de co-iniciadores químicos ou aumento da proporção da pasta catalisadora em relação à pasta base favoreceria a retenção dos pinos intra-radulares foi parcialmente confirmada.

Para o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond associado ao cimento Panavia F, independente da proporção testada ou do uso do co-iniciador químico ED Primer não houve diferença estatística entre os terços radiculares cervical, médio e apical. Segundo Van Meerbeek *et al.* (2003), os monômeros dos sistemas autocondicionantes, possuem pH próximo a 2, que não desmineralizam totalmente a dentina, essa desmineralização parcial forma uma camada híbrida homogênea e menos espessa, somado a isso, segundo Tay *et al.*, 2000, essa camada é constituída pela “smear layer” e dentina modificada formando um complexo híbrido pouco infiltrado pelos “tags” resinosos. Essa espessura menor resulta na formação de uma camada híbrida com alto módulo de elasticidade, que proporciona diminuição de sua flexibilidade e capacidade de absorver as tensões geradas pela contração de polimerização do cimento resinoso, o que leva a formação de fendas na interface de união (Van Meerbeek *et al.*, 1993a,b), como demonstram as médias obtidas pelo sistema autocondicionante Clearfill SE Bond/ Panavia F entre terços cervical, médio e apical.

Outro aspecto a ser ressaltado é que a contração de polimerização é uma característica inerente ao material resinoso e está relacionada ao fator de configuração cavitária, fator C, ou seja, a relação entre o número de superfícies

livres e superfícies aderidas. Assim, quanto mais alto o fator de configuração cavitária menor a capacidade do cimento resinoso compensar as tensões geradas por essa contração (Feilzer *et al.*, 1987). Na cimentação de pinos intraradiculares, a área de superfície aderida é muito maior que a área de superfície não aderida o que determina Fator C igual ou maior a 200 (Tay *et al.*, 2005), sendo que este alto fator C ocasiona a ruptura ou a formação de fendas na interface de união (Bouillaguet *et al.*, 2003). Desta maneira, a camada híbrida menor e menos elástica, somado ao alto fator C do canal radicular podem explicar o comportamento do sistema de cimentação Clearfil SE Bond/ Panavia F, independente das condições estudadas.

De maneira oposta, o sistema ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC mostrou comportamento diverso entre as diferentes proporções de pasta catalisadora em relação à pasta base e ao uso de co-iniciador.

Analisando o grupo em que foi utilizado o co-iniciador, a maior média de resistência foi obtida no terço médio, sem diferença para o terço apical e com diferença estatística significativa para o terço cervical. A diferença entre os terços médio e apical para o cervical pode ser explicada pela ativação complementar imediata pela luz no terço cervical, que resultou em aumento da velocidade de polimerização do cimento resinoso impedindo o escoamento dos monômeros pela diminuição da fase pré-gel (Tay *et al.*, 2005). Assim, talvez seja interessante esperar um maior período de tempo antes de se realizar a ativação física do cimento quando se usa o co-iniciador do cimento RelyX ARC.

Quando se avalia os resultados do grupo em que foi aumentada a proporção base/ catalisador (1:3), o terço cervical apresentou a maior média, com diferença estatística para o terço médio e apical, que não se diferenciaram entre si. Esse resultado pode ser explicado pela proximidade da luz ativadora neste terço. Porém, o aumento da pasta catalisadora em relação à pasta base não resultou em aumento da resistência ao cisalhamento por extrusão, porque o comportamento do sistema ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC nos terços apical e médio foi inferior ao obtido no terço cervical.

No grupo controle, proporção 1:1, a maior média foi apresentada pelo terço cervical, com diferença estatística para o terço médio e apical, os quais não obtiveram diferença entre si. Estes resultados comprovam que a quantidade de catalisadores químicos presentes no cimento RelyX ARC não é suficiente para garantir uma polimerização efetiva nas regiões mais profundas do canal radicular, mesmo aumentando-se a proporção da pasta catalisadora em relação a pasta base. Através desses resultados fica evidente a necessidade de se utilizar co-iniciadores químicos para o sistema adesivo a fim de otimizar a reação de polimerização do cimento RelyX ARC nas regiões de difícil acesso da luz.

Por outro lado, quando se compara os dois sistemas adesivos nos diferentes terços, o ScotchBond Multi-Purpose obteve sempre os melhores resultados que o Clearfil SE Bond.

Na técnica do condicionamento total o sistema adesivo ScotchBond Multi-Purpose apresenta uma área de desmineralização entre 5 a 8 μm (Perdigão *et al.*, 1996), que é mais profunda devido ao pH do ácido fosfórico (pH 0,6) e a rapidez na ação desmineralizadora em relação ao sistema autocondicionante, o qual utiliza um monômero ácido com o pH mais alto (De Munck *et al.*, 2005), que atravessa a smear layer, e desmineraliza o tecido dentinário entre 1 a 3 μm , ao mesmo tempo que se infiltra nos espaços entre as fibras colágenas (Watanabe *et al.*, 1990, 1994). Pelo fato do ScotchBond Multi-Purpose apresentar uma camada híbrida mais espessa e elástica em relação ao Clearfil SE Bond, este adesivo apresentou uma cimentação mais segura do pino intra-radicular corroborando com o trabalho de Perdigão *et al.*, 1996.

A análise de comportamento dos sistemas de cimentação em cada terço mostrou para o cimento RelyX ARC e o adesivo ScotchBond Multi-Purpose que no terço cervical não houve diferença estatística significativa entre os mesmos. Isto provavelmente se deve a proximidade da fonte de luz, embora para o sistema ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC/ Catalisador houvesse uma diminuição de resistência ao cisalhamento por extrusão, porém o comportamento foi similar dos outros grupos.

Por outro lado, quando se avalia o terço médio observa-se que o ScotchBond Multi-Purpose/ RelyX ARC obteve a maior média de resistência quando se usou o catalisador, com diferença estatística significativa para os demais sistemas de cimentação que utilizaram o mesmo adesivo e cimento em diferentes proporções, mais uma vez, fica evidente a efetividade do catalisador em favorecer os valores de resistência nas porções mais profundas do canal radicular.

O resultado da nanoinfiltração mostrou que nas imagens obtidas em microscopia eletrônica de varredura houve penetração da prata em quase toda extensão da interface de união, em todos os terços radiculares e em todos os grupos estudados. Isso sugere que se formou no interior do canal uma camada híbrida porosa, irregular. Este resultado pode ter sido consequência da morfologia da dentina intra-radicular que se caracteriza por grande variação na disposição dos túbulos dentinários e maior quantidade de dentina intertubular que permite a formação de uma camada híbrida mais uniforme nos terços cervical e médio. No terço apical existem muitas irregularidades devido à presença de canais acessórios, áreas de reabsorções, deposição de tecidos, calcificações pulpares, dentina secundária, que dificultam à infiltração do adesivo e consequentemente a formação de uma camada híbrida de melhor qualidade (Marshall *et al.*, 1997; Ferrari *et al.*, 2000 e Major *et al.*, 2001). Além das características da dentina intra-radicular o alto fato cavitário no interior da raiz também pode ter contribuído para os resultados de nanoinfiltração.

Neste experimento, através dos resultados obtidos, concluí-se que o sistema de condicionamento total ScotchBond Multi-Purpose quando associado a co-iniciadores químicos demonstrou ser o mais indicado na cimentação de pinos. Portanto, a técnica ideal é aquela que permite uma polimerização efetiva do cimento nas regiões mais profundas do canal radicular favorecendo a retenção do pino intra-radicular.

7 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- 1- A utilização de catalisadores químicos para o sistema ScotchBond Multi-Purpose favoreceu a cimentação dos pinos intra-radiculares de fibra de vidro nas regiões mais profundas do canal radicular.
- 2- O sistema Clearfil SE Bond independente do uso de catalisadores químicos ou aumento da proporção entre a pasta base e catalisadora (1:3) não aumentou os resultados de resistência ao cisalhamento por extrusão.
- 3- As imagens obtidas em microscopia eletrônica de varredura (MEV) apresentaram infiltração da prata na interface de união nos três terços, cervical, médio e apical, nos sistemas de cimentação de pinos pré-fabricados estudados.

REFERÊNCIAS*

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(3):199-205.

Caputo AA, Standlee JP. Pins and Posts - Why, When and How. Dent Clin N Am. 1976; 20 (2): 299-311.

Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pagoraro LF, Silva NRFA, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching preimers to dentin. J Dent. 2004; 32(1): 55-65.

De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Vam Meerbeek B. One-day Bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. Oper Dent. 2005; 30(1):39-49.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. J Dent Res. 1987; 66(11):1636-9.

Ferrari M., *et al.* Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate. Am J Dent. 2000;13(5):255-60.

Goldman M, Devitre R, Pier M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. J Prosthet Dent. 1984; 52:485-8.

Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push – out bond strength measurements. Eur J Oral Sci. 2004; 112(4): 353-61.

*De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

- Imura N, Zuolo ML, Otani SN, Campos MJ. Bacterial penetration through temporary restorative materials in root-canal-treated teeth in vitro. *Int Endod J*. 1998; 30(6):381-5.
- Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restauration of endodontically treated posterior teeth. *J Am Dent Assoc*. 1976; 93(3):597-605.
- King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW, García-Godoy F, Sunico M. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent*. 2005 Apr;18(2):126-34.
- Lacy AM, La Luz J, Watanable LG. Effect of porcelain surface treatment on the Bond to composite. *J Prost Dent*. 1988; 60(3):288-91.
- Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH. The dentin substract structure and properties related to Bonding. *J Dent*. 1997; 25:441-58.
- Mjor IA. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001;34(5):346-53.
- Nakamichi MI, Fusayama T. Be teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983; 62(10):1076-81.
- Naumann M., Sterzenbach G., Rosentritt M., Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008; 34(8): 1006-10.
- Perdigão J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Vanherle G. The interactions of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent*. 1996; 9(4):167-73.
- Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the techical quality of the root filling and the coronal restauration. *Int Endod J*. 1995; 28:12-8.
- Reis A, Arrais CAG, Novais PD, Carvalho RM, De Goes MF, Giannini M. Ultramorphological analysis of resin-dentin interfaces produced with water-based single-step and two-step adhesives: nanoleakage expression. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2004; 71 (1):90-8.

Sanares AME, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cure adhesives and chemical-cure composites. *Dental Materials*. 2001; 17:542-556.

Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura K, Morigami M, Tagami J. Long-term durability of dentin Bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res*. 1999;78 (4):906-11.

Saupe WA, Gluskin AH, Radke Jr RA. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int*. 1996; 27(7):483-91.

Schilke R, Bauss O, Lisson JA, Schukar M, Geurstein W. Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear Bond strength measurements. *Am J Dent*. 1999; 12(2):92-6.

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

Sjögren U, Hägglund B, Sundquist G. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*. 1990; 16(10):498-504.

Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I – Time periods. *J Endod*. 1987;13:56-9.

Tay FR, Carvalho RM, Yu CKY, King NM, Zhang Y, Agee K. Mechanical disruption of dentin collagen fibrils during resin-dentin Bond testing. *J Adhes Dent*. 2000;2(3):175-92.

Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent*. 2003a;28(5):610-21.

Tay FR, Suh BI, Pashley HD, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, Total-etch Adhesive. *J Adhes Dent*. 2003b; 5(2):91-105.

- Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin Bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005;31(8):584-9.
- Tjan AHL, Nemetz H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with an adhesive composite resin cement. *Quit Int.* 1992; 839-44.
- Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res.* 1993a; 72(2):495-502.
- Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P. *et al.* Assesment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin Bonding area. *J Dent Res.* 1993b; 72(10):1434-42.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijau P *et al.* Adhesion to enamel and dentin; current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003; 28(3): 215-35.
- Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile Bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006;39(1):31-9.
- Vichi A, Grandini S, Davidson CR, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive system used for Bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mat.* 2002; 18(7):495-512.
- Watanabe I, Nikaido T, Nakabayashi N. Effect of adhesion promoting monomers on adhesion to ground dentin. *Shika Zairyo Kikai.* 1990;9(6):888-93.
- Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to groud dentin by a phenyl-p self-etching primer. *J Dent Res.* 1994;73(6):1212-20.
- Zmener O, Banegas G, Pameijer CH. Coronal microleakage of three temporary restorative materials: an in vitro study. *J Endod.* 2004; 30(8):582-4.