

Isa Maria de Oliveira Mariano

**Influência da hibridização prévia a cimentação temporária na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada.  
Orientador: Prof. Dr. Paulo César de Freitas Santos Filho

Uberlândia - MG

2014

Isa Maria de Oliveira Mariano

# **Influência da hibridização prévia a cimentação temporária na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada.  
Prof. Dr. Paulo César de Freitas Santos Filho

## **Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Paulo César de Freitas Santos Filho

Prof. Dr. Murilo de Sousa Menezes

Prof. Dr. André Luis Faria e Silva

Uberlândia - MG

2014

## **DEDICATÓRIA**

**À Deus,**

Meu refúgio e fortaleza, pela dádiva do hoje!

Obrigado meu Senhor, por tudo que tem oferecido de bom na minha vida.

**Aos meus pais, José Sebastião e Rosalíria,**

Obrigada Pai e Mãe! Por me amarem além dos limites desta vida,  
por todos os ensinamentos valiosos e pela luta incansável para minha

felicidade e sucesso. Amo vocês!

**Aos meus irmãos, Isabele e Vinícius,**

Por serem o meu orgulho, minha preocupação e minha diversão.

**A minha Família,**

Deixo aqui minha gratidão, pelo apoio, incentivo e paciência que recebo, sendo  
o meu porto seguro.

## **AGRADECIMENTOS**

### **Ao Professor Doutor Paulo César de Freitas Santos Filho,**

Agradecimento especial ao meu orientador, pelo exemplo de profissional, pela sua dedicação, apoio e realização deste trabalho através da disponibilidade de seu tempo, de forma tranquila e solícita. Agradeço pela transmissão de seus conhecimentos, através de sua orientação, que contribuiu muito para meu aperfeiçoamento científico e pela amizade de todos estes anos.

Obrigada por ter me ensinado a crescer como pessoa e como profissional e por ter me concedido oportunidades que jamais obteria sozinha.

### **Aos amigos Bruno de C. F. Barreto e Crisnicaw Veríssimo,**

Agradeço pela atenção, paciência e convivência nestes anos, e pelo carinho e ajuda nas horas que precisei de auxílio.

### **À técnica do ICBIM, Ester Borges,**

Você foi fundamental para a realização deste trabalho. Agradeço a você pela colaboração e disponibilidade para ajudar.

### **À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia (FOUFU)**

### **Ao Programa de Pós-Graduação**

### **Ao Instituto de Ciências Biomédicas (ICBIM - UFU)**

À empresa **FGM**, pela doação de material indispensável para esta pesquisa.

## **EPÍGRAFE**

**“É impossível progredir sem mudança, e aqueles  
que não mudam suas mentes não podem mudar nada.”**

**George Bernard Shaw**

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS.....	1
RESUMO .....	2
ABSTRACT.....	5
<i>INTRODUÇÃO</i> .....	7
1 – INTRODUÇÃO.....	8
<i>REVISÃO DE LITERATURA</i> .....	10
2 – REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 - INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO NA ADESÃO .....	11
2.1.1 - Contaminação por cimentos endodônticos.....	11
2.1.2 - Contaminação por cimentos temporários.....	13
2.2 - CIMENTAÇÃO COM AGENTES RESINOSOS .....	16
2.3 - PINOS DE FIBRA DE VIDRO .....	25
2.4 - TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE PINO DE FIBRA .....	36
2.5 - TRATAMENTO DO SUBSTRATO DENTÁRIO E PINO.....	39
<i>PROPOSIÇÃO</i> .....	42
3 - PROPOSIÇÃO .....	43
<i>MATERIAIS E MÉTODOS</i> .....	44
4 - MATERIAIS E MÉTODOS .....	45
4.1 - COLETA E SELEÇÃO DAS AMOSTRAS .....	45
4.1.1 - PREPARO DOS CANAIS RADICULARES .....	46
4.1.2 - CONFECÇÃO DA RESTAURAÇÃO PROVISÓRIA.....	47
4.1.3 - USO DE AGENTE SELADOR PRÉVIO AO CIMENTO TEMPORÁRIO.....	48
4.1.4 - FIXAÇÃO DAS RESTAURAÇÕES PROVISÓRIAS COM CIMENTOS TEMPORÁRIOS .....	49
4.1.5 - CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO .....	50
4.2 - ENSAIO MECÂNICO DE MICROPUSH-OUT .....	52
4.3 - MICROSCOPIA DE VARREDURA A LASER CONFOCAL (CLSM) .....	55
<i>RESULTADOS</i> .....	58
5 – RESULTADOS .....	59
<i>DISCUSSÃO</i> .....	67
6 – DISCUSSÃO.....	68

CONCLUSÃO.....	73
7 – CONCLUSÃO .....	74
REFERÊNCIAS.....	75
8 – REFERÊNCIAS .....	76

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

Fig. – Figura

mm/ min – Unidade de velocidade (milímetro por minuto)

MPa – força / área (Mega Paschoal)

KgF - Quilograma-força

nm – nanômetro

mW/cm<sup>2</sup> - miliwatts por centímetro quadrado

°C – Unidade de temperatura (graus Celsius)

HC - Cimento à base de Hidróxido de cálcio

CE - cimento à base de óxido de zinco e eugenol

LE - cimento à base de óxido de zinco livre de eugenol

CA - com aplicação de sistema adesivo Clearfil SE Bond antes da cimentação temporária

SA - sem aplicação de sistema adesivo Clearfil SE Bond antes da cimentação temporária

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da hibridização prévia a cimentação temporária na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. Setenta e oito incisivos bovinos foram seccionados e as raízes com 15 mm de comprimento foram tratadas endodonticamente e preparadas para receber os pinos. Sessenta raízes foram utilizadas para o ensaio mecânico de micropush-out, sendo que em um grupo foi aplicado o sistema adesivo Clearfil SE Bond antes da cimentação temporária para o preparo do substrato dentinário, enquanto que no outro grupo não foi aplicado o sistema adesivo Clearfil SE Bond antes da cimentação temporária. Foram utilizados três tipos de cimento temporário para fixação das restaurações provisórias, sendo eles: cimento à base de Hidróxido de cálcio, cimento à base de óxido de zinco e eugenol e cimento à base de óxido de zinco livre de eugenol. Após 07 dias, as restaurações provisórias foram removidas e os canais radiculares limpos. Os pinos foram tratados com peróxido de hidrogênio 35% e silanizados. Em seguida, os pinos foram cimentados com cimento autoadesivo Rely X U200. O assentamento do pino foi de cinco minutos e o excesso foi removido após os primeiros 60 segundos. Após o recobrimento externo das raízes com material de moldagem, as amostras foram fotoativadas por 40 segundos em cada superfície. As raízes foram armazenadas por 24 horas e, em seguida, seccionadas em fatias para realização do ensaio mecânico de micro push-out e análise do padrão de fratura. Dezoito amostras foram utilizadas para avaliação por meio de Microscopia de Varredura a Laser Confocal para analisar penetração e distribuição do cimento resinoso e sistema adesivo. Os dados foram analisados por two-way ANOVA e teste de Tukey. Os resultados mostraram que não houve interação significativa entre o uso de agente selador e cimento temporário ( $P = 0,375$ ), desconsiderando os terços radiculares. Em conclusão, a utilização de agente selador prévio ao cimento temporário não resultou em maior resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

**Palavras-Chave:** Resistência de União, Pinos de Fibra, Cimentos Resinosos, Dentina Radicular, Retenção de Pino Intra-radicular.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of “resin coat” prior temporary cementing on bonding strength of fiber post to root dentine. Seventy-eight bovine tooth were sectioned and roots 15 mm in length were treated endodontically and prepared to receive the post. Sixty roots were used for mechanical testing of micro push-out, being that in a group the Clearfil SE Bond was applied before the temporary cementation to prepare the dentin, while while in the other group the Clearfil SE Bond before temporary cementation was not applied. Three types of temporary cement for fixation of temporary restorations were, are: calcium hydroxide cement-based, zinc oxide and eugenol cement-based and zinc oxide without eugenol cement-based. After 07 days, the temporary restorations were removed and the root canals were cleaned. The post were treated with 35% hydrogen peroxide and silanized. The post were cemented with self-adhesive cement Rely X U200. The seating of the post was five minutes and the excess was removed after the first 60 seconds. After the outer covering of the roots with the molding material, the samples will be photoactivated for 40 seconds on each surface. The roots were stored for 24 hours and then sectioned into slices for mechanical test micro push-out and analysis of the fracture pattern. Eighteen samples were used for evaluation through confocal laser scanning microscopic to analyze penetration and distribution of the resin cement and adhesive system. Data were analyzed by two-way ANOVA and Tukey test. The results showed that there was no statistically significant interaction between the use of a sealing agent and temporary cement ( $P = 0.375$ ), excluding root thirds. In conclusion, the use of a sealing agent prior to the temporary cement did not result in higher bond strength of fiber post to the root dentin.

**Key Words:** Bond Strength, Fiber Posts, Resin Cements, Root Dentin, Intraradicular Post Retention.

## ***INTRODUÇÃO***

## 1 – INTRODUÇÃO

Pinos de fibra de vidro, em combinação com cimentos resinosos, têm sido amplamente usados para restaurar dentes tratados endodonticamente. A retenção dos pinos de fibra de vidro nas raízes depende da união entre o pino e o cimento resinoso, bem como a união entre cimento resinoso e a dentina radicular. No entanto, a adesão entre o cimento resinoso e a dentina é considerada um ponto crítico na fixação de um pino de fibra de vidro. A retenção de pinos de fibra de vidro permanece inalterada pelas rugosidades da superfície do retentor intra-radicular, porém é influenciada pelo tipo de cimento resinoso. Um maior valor de resistência de união na cimentação de pinos de fibra de vidro foi apresentado com o uso do cimento autoadesivo (Soares, 2011).

Tratamentos endodônticos de sessões múltiplas e atendimentos emergenciais de dentes com grande destruição coronária demandam a realização de procedimentos provisórios para que não seja comprometida a função e nem a estética do paciente. Como também durante o período de confecção de restaurações indiretas estéticas, o uso de restaurações temporárias fixadas com cimentos temporários é essencial, a fim de evitar infecção dental, sensibilidade e movimento adjacente. Portanto, quando restaurações cerâmicas ou de resina são cimentadas, elas vão ser cimentadas à dentina que esteve em contato com os cimentos temporários. Embora os cimentos temporários sejam removidos antes da cimentação da restauração definitiva, estudos relataram que resíduos desses cimentos temporários são deixados nas superfícies de dentina, mesmo depois da limpeza mecânica e condicionamento com ácido fosfórico 37% (Ribeiro, 2011). Assim, a presença de resíduos dos cimentos temporários tem um efeito negativo sobre o desempenho da cimentação definitiva (Takimoto, 2011).

A utilização de cimentos temporários contendo eugenol antes da cimentação de restaurações indiretas reduz a resistência de união dos sistemas adesivos à dentina (Ribeiro, 2011), uma vez que o resíduo de eugenol

é um radical que pode inibir a polimerização do material resinoso, incluindo o sistema adesivo. Conforme Silva et al, 2011, a exposição de material à base de eugenol apenas às 24 horas reduziu a resistência de união de um adesivo autocondicionante à dentina e uma semana após a remoção desse material foi suficiente para restabelecer a força de adesão. Entretanto, alguns cimentos endodônticos apresentam em sua composição o eugenol, que influencia negativamente a união (pino de fibra e dentina radicular) em todas as regiões do canal radicular quando colocado imediatamente após a obturação.

A técnica de revestimento com material resinoso (hibridização), que consiste em vedar a dentina com um sistema adesivo depois do preparo da cavidade, tem sido aplicada com o intuito de proteger a dentina após o preparo. A técnica permite evitar o contato com dentina desprotegida e irritação da polpa causada por estímulos térmicos e mecânicos, mas também por infiltração de bactérias, o que pode ocorrer, pela colocação de uma restauração provisória e cimentação temporária. Além disso, um aumento significativo na resistência de união foi também observado quando a técnica foi utilizada para proteger a dentina. Essa técnica tem sido utilizada em dentina coronária para procedimento restaurador indireto em casos onde o tecido cariado é extenso, como também em preparos extensos que envolvem desgaste de dentina, o que consequentemente, pode aumentar a frequência de sensibilidade pós-operatória. (Feitosa, 2010)

Diante deste contexto gerou-se a hipótese de que o uso de agente selador prévio ao cimento temporário pode evitar a influência negativa deste cimento na resistência de união de pino de fibra de vidro à dentina radicular.

## ***REVISÃO DE LITERATURA***

## 2 – REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO NA ADESÃO

#### 2.1.1 - Contaminação por cimentos endodônticos

Um estudo realizado por Menezes et al. em 2008, testou a hipótese de que a composição de cimentos endodônticos e o tempo decorrido entre a obturação e a fixação do pino de fibra de vidro interferia na união à dentina do canal radicular. Sessenta raízes de incisivos bovinos foram divididas em cinco grupos (n = 12): CI, sem preenchimento; SI, preenchido com um cimento à base de hidróxido de cálcio - Sealer 26, e imediata fixação do pino; S7, Sealer 26 e fixação do pino depois de 7 dias; EI, preenchido com um cimento à base de óxido de zinco e eugenol - Endofill e fixação imediata e E7, Endofill e fixação do pino após 7 dias. Os pinos foram cimentados com o sistema adesivo e cimento resinoso dual. Dez raízes foram seccionadas para obter dois discos de 1 mm de espessura para cada terço cervical (TC), médio (TM) e apical (TA) da porção de raiz preparada. Os pinos foram submetidos a um teste micro push-out. Os outros dois dentes foram avaliados por meio de microscopia eletrônica de varredura para analisar a interface de união. Os dados foram analisados usando ANOVA, Tukey e Dunnett ( $P < 0,05$ ). Os resultados mostraram que o grupo EI estava associado com uma redução significativa dos valores de resistência de união, independentemente da região da raiz. Região de canal tinha uma influência sobre os valores para o cimento usado no grupo E7, em que apenas o TA apresentou diferenças em relação ao CI. Os autores concluíram o Sealer 26 não influenciou o padrão de união à dentina radicular, independentemente da profundidade e do tempo avaliado. Enquanto que o (Endofill) teve uma influência negativa sobre a união em todas as regiões do canal quando colocado imediatamente após obturação e para o período de 7 dias, esta influência negativa foi notada no terço apical. A influência da profundidade do canal, por causa da pobre polimerização, observou-se que a resistência de união diminuiu do terço cervical para apical em todos os grupos.

Othman et al. em 2013 delinearam um estudo a fim de avaliar a retenção de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso autoadesivo e canais radiculares excessivamente preparados seguindo obturação, na presença de cimentos à base de eugenol (EB) ou de hidróxido de cálcio (CB). Para execução da metodologia, raízes de pré-molares extraídos foram tratadas endodonticamente em 5 grupos (n = 10). Raízes do Grupo 1 (controle) não foram obturadas e otimamente preparadas para receber pinos endodônticos. Os outros canais radiculares foram obturados com guta-percha, na presença de cimento à base de eugenol (Grupos 2 e 4) ou à base de hidróxido de cálcio (Grupos 3 e 5). Espaços para os pinos foram preparados com diâmetro ideal dos Grupos 2 e 3, de um tamanho maior nos Grupos 4 e 5. Pinos de fibra foram cimentados padronizados nos espaços preparados usando cimento resinoso autoadesivo e a sua retenção foi então testada em uma máquina de ensaio universal. ANOVA one-way e comparações de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) foram utilizados para identificar a significância das diferenças entre grupos de retenção. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos espaços preparados para pinos também foi utilizado para avaliar o espaço interior. Os resultados mostraram que a retenção dos pinos de cimentados em espaços idealmente preparados com canais obturados foi menor do que a registrada para os canais não obturados. No entanto, raízes dos grupos 3 e 5 obturadas com cimento à base de hidróxido de cálcio apresentaram maior retenção do pino em comparação com aqueles obturados com cimento à base de eugenol nos grupos 2 e 4. A retenção dos pinos de fibra para os espaços do canal radicular ampliados (Grupos 4 e 5) foi significativamente mais elevada do que a registrada para os pinos cimentados aos espaços do canal radicular perfeitamente preparados dos grupos 1-3. Além disso, a MEV revelou vestígios de cimento endodôntico e guta-percha nas paredes dos espaços dos pinos idealmente preparados. Os autores concluíram que apesar do efeito adverso dos cimentos sobre a retenção dos pinos de fibra, a excessiva preparação dos espaços melhora a retenção quando o cimento resinoso autoadesivo é usado para cimentação.

### 2.1.2 - Contaminação por cimentos temporários

No ano de 1994, Terata et al. realizaram um estudo com a finalidade de investigar o efeito da vedação temporária com cimento na resistência de união do cimento resinoso ao substrato dental. Cinco cimentos temporários foram usados entre eles: Eugedain, Propac, Nogenol Temporary Cement, Freegenol Temporary Cement e HY Bond Hard Temporary Cement e cinco cimentos resinosos, Lite-Fil CR Inlay Cement, Palfique Inlay Cement, Adhesive Cement, Clearfil CR Inlay Cement e Super-Bond C&B. Seiscentos incisivos bovinos foram aleatoriamente divididos entre cada grupo. O efeito da vedação temporária na resistência de união do cimento resinoso variou de acordo com o cimento temporário usado. A vedação temporária com ambos os cimentos temporários contendo o eugenol e livres de eugenol diminuiu a resistência de união do cimento resinoso. A resistência de união com um dos cimentos resinosos (Super-Bond C&B) foi mais estável em esmalte e dentina previamente tratados com todos os cimentos temporários testados.

Erdemir et al., em 2008, compararam a resistência ao cisalhamento de resina composta que tinha estado em contato com vários materiais temporários de preenchimento. Cavidades padronizadas foram preparadas em 160 blocos de resina acrílica, obturados com resinas composta (Clearfil AP-X) e aleatoriamente divididas em oito grupos (n=20). O Grupo 1 não recebeu nenhum tratamento. Do grupo 2-8, as superfícies da resina composta foram cobertas com os seguintes cimentos temporariamente: óxido de zinco / sulfato de cálcio (Cavit-G), dois diferentes materiais de óxido de zinco e eugenol (ZnOE e IRM), cimento de fosfato de zinco (Adhesor), cimento de policarboxilato de zinco (Adhesor-Carbofine), cimento ionômero de vidro (Argion-Molar), ou material temporário de fotoativação (Clip). Os cimentos foram removidos mecanicamente após 1 semana de armazenamento em água destilada à 37°C e as superfícies da resina composta foram tratadas com um sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond. Acúmulos de resina composta foram criados nas superfícies da resina composta tratada com sistema adesivo. Valores de resistência ao cisalhamento foram medidos

utilizando máquina universal de ensaios em velocidade de 1 mm / min. Os dados foram calculados em MPa e analisados estatisticamente usando one-way ANOVA e teste de Tukey. Cimentos contendo eugenol reduziram significativamente a resistência ao cisalhamento da resina composta, enquanto que os outros materiais temporários não teve qualquer efeito adverso na resistência ao cisalhamento. Estes resultados sugerem que os materiais de preenchimento temporários, exceto materiais contendo eugenol não têm efeito negativo sobre a resistência de união de resina composta.

Silva et al. em 2011, avaliaram os efeitos do tempo de exposição do material restaurador à base de eugenol e o tempo decorrido entre a remoção do material provisório e o procedimento adesivo na resistência de união do compósito à dentina. Terceiros molares humanos foram seccionados em duas metades que foram incluídos em cilindros de resina. As cavidades foram preparadas ao longo das faces vestibular / lingual com pontas diamantadas. O material provisório óxido de zinco e eugenol (ZOE) foi inserido nas cavidades e deixados por 24 horas, 7 dias ou 14 dias. As cavidades não restauradas com ZOE foram utilizadas como controle. Após a remoção do material provisório óxido de zinco e eugenol ou sobre dentina fresca (controle), o adesivo autocondicionante Adper SE Plus foi aplicado imediatamente, depois de 7 ou 14 dias. A cavidade foi restaurada com material provisório sem eugenol durante este período de atraso. Cilindros de cimento resinoso foram construídos sobre a dentina hibridizada. Uma carga de cisalhamento foi aplicada aos cilindros numa velocidade de 0,5 mm/min até a falha. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de two-way ANOVA e teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Os resultados mostraram que usando o material de restauro intermédio (IRM) como uma restauração provisória para 24 horas seguidas pela sua remoção e imediata aplicação do adesivo resultou em valores mais baixos da resistência ao cisalhamento. Não houve diferença significativa diferença entre as outras condições experimentais. Os autores concluíram que o uso de IRM por 24 horas prejudica a resistência ao cisalhamento de um adesivo autocondicionante à dentina e que a recuperação da resistência de união

adequada ocorreu uma semana após a remoção do material de restauro intermédio.

Em 2011, Ribeiro et al. testaram a hipótese de que a resistência de união dos sistemas adesivos convencionais e autocondicionante à dentina não é afetada pela presença de resíduos a partir de cimentos temporários contendo eugenol (CE) ou livre eugenol (EF) após procedimentos de limpeza padronizados. Trinta terceiros molares humanos não cariados foram polidos para expor a superfície da dentina. Restaurações provisórias acrílicas foram confeccionadas e cimentadas com CE, EF ou sem cimentos temporários. Todas as amostras foram armazenadas durante 7 dias em água a 37°C. As restaurações foram então retiradas e os restos de cimentos temporários foram mecanicamente removidos com um instrumento dental. As superfícies de dentina foram limpas com pedra-pomes e tratadas com sistemas adesivos convencionais (TE) ou autocondicionantes (SE). Microscopia de força atômica foi utilizada para examinar a presença de resíduos dos cimentos temporários antes e após os procedimentos de limpeza da dentina. Construções de resina composta foram fabricadas e cimentadas nas superfícies dentinárias com cimento resinoso Rely ARC. As amostras foram seccionadas para obter secção de 0,9 mm para o teste de microtração. Análise fractográfica foi realizada por microscopia óptica e eletrônica de varredura. Os dados foram submetidos à análise estatística por ANOVA que mostrou apresentar menor força de união de micro-tração nos grupos de amostras tratados com cimento temporário CE do que nos grupos tratados sem cimento ou cimento EF ( $p < 0,05$ ). A média de resistência de união foi menor nos grupos que empregam o sistema adesivo SE em vez do TE ( $p < 0,001$ ). Não houve evidência de interação entre cimento e efeitos sobre o sistema de adesivo sobre a resistência à tração. Análise fractográfica indicou diferentes modos de falhas primárias para os sistemas adesivos SE e TE, na interface dentina-adesivo e na resina interface cimento-resina composta, respectivamente. Os autores concluíram que o uso de cimentos temporários contendo eugenol antes da cimentação de restaurações indireta diminui a resistência de união de ambos os sistemas adesivos à dentina.

Em 2012, Takimoto et al. examinaram a resistência de união de cimentos autoadesivos após a remoção de cimentos temporários. As superfícies dentinária vestibular dos incisivos inferiores bovinos foram planificadas com a utilização de papel de carboneto de silício de granulação # 600. Blocos de resina acrílica foram cimentados às superfícies dentinárias preparadas com cimento temporário HY Bond Hard (HY), cimento IP Temp (IP), Fuji TEMP (FT) e cimento temporário Freegenol (TC); e armazenados por uma semana. Após a remoção dos cimentos temporários com uma ponta ultrassônica, os valores de ângulo de contato das cinco amostras por grupo foram determinados para os três líquidos de teste, e os parâmetros de energia de superfície para superfícies dentinárias foram calculados. A resistência de união dentinária dos cimentos autoadesivos foi medida depois da remoção dos cimentos temporários por cisalhamento a uma velocidade de 1,0 milímetros / minuto. Os dados foram submetidos a uma análise de variância one-way (ANOVA), seguido do Teste de Tukey. Para todas as superfícies, o valor da tensão de superfície estimada (dispersão) foi relativamente constante em 41,7-43,3 mJ/m<sup>2</sup>. Após a remoção dos cimentos temporários, o valor (hidrogênio-ligação) diminuiu, particularmente com TF e TC. A resistência de união dentinária dos cimentos autoadesivos foi significativamente maior para as amostras sem contaminação de cimento temporário (8,2-10,6 MPa) do que para aqueles com contaminação de cimento temporário (4,3-7,1 MPa). Os autores concluíram que a contaminação com cimentos temporários levou a menor resistência de união.

## 2.2 - CIMENTAÇÃO COM AGENTES RESINOSOS

No ano de 2006, Sadek et al. examinaram a contribuição do tempo na resistência interfacial dos pinos de fibra à dentina radicular. Vinte e cinco pinos de fibra foram cimentados aos segmentos de raiz com cimentos resinosos e com cimento de fosfato de zinco. Imediatamente após a fixação dos materiais, as raízes foram seccionadas em fatias e divididas

aleatoriamente em dois subgrupos, dependendo do tempo (imediato ou 24 horas), para o teste de push-out. Os resultados mostraram uma melhoria na resistência interfacial após 24 horas de armazenamento. Os resultados mostraram que Optibond Solo Plus / Nexus e o cimento de fosfato de zinco atingiram as maiores resistências interfaciais. A resistência interfacial de Multilink era comparável ao dos grupos acima referidos e não diferiram significativamente do RelyX Unicem. O cimento resinoso All Bond 2 / DuoLink teve a menor resistência interfacial, o que não foi significativamente diferente do RelyX Unicem. Os autores concluíram que a resistência de união pode aumentar durante as primeiras 24 horas e que a resistência de união é predominantemente contribuída pela retenção friccional.

Bitter et al., em 2006, investigaram os efeitos do agente de cimentação e termociclagem na resistência de união à dentina radicular. Raízes de caninos superiores extraídos ( $n = 144$ ) foram preenchidas e divididas em seis grupos de 24 dentes cada. Pinos de fibra (FRC Postec) foram inseridos usando seis agentes de cimentação: Panavia F, Multilink, Variolink II, PermaFlo DC, RelyX Unicem e Clearfil Core. Cada raiz foi cortada em seis discos (1 mm de espessura) que representam a parte coronária, média e apical do canal radicular. Testes de push-out foram realizados 24 h após a inserção dos pinos ( $n = 12$ ), bem como após a termociclagem ( $5000 \times$ ;  $5-55^{\circ} \text{C}$ , 30 s) ( $n = 12$ ). A análise estatística foi realizada utilizando a análise de variância (ANOVA) seguida por comparações post-hoc (Tukey). A influência da termociclagem na resistência de união foi investigada para cada material e região separadamente usando teste t. As resistências de união foram significativamente afetadas pelo agente de cimentação ( $P < 0.001$ ), pela posição da raiz ( $P = 0.003$ ) e pela termociclagem ( $P < 0.001$ ; three-way ANOVA). O RelyX teve resistência de união significativamente maior em comparação com todos os outros materiais ( $P < 0.05$ , teste de Tukey). A região apical do canal radicular teve significativamente a resistência de união mais elevadas em comparação com a região média e região coronária ( $P < 0.05$ ; Tukey-B). Após termociclagem, para o RelyX, um aumento significativo na resistência de união foi detectado na região média e apical ( $P < 0.01$ , teste t,

Bonferroni factor de 18). Os autores concluíram que as resistências de união foram afetadas significativamente pelo agente de cimentação e posição da raiz. RelyX teve a resistência de união mais elevadas em comparação com outros materiais.

Em 2007, Hikita et al. realizaram um estudo o qual avaliou a eficácia de união de cinco agentes de cimentação adesivo ao esmalte e dentina com diferentes procedimentos de aplicação, utilizando teste de microtração ( $\mu$ TBS). Superfícies de esmalte / dentina de terceiros molares humanos foram planificadas com uma ponta diamantada em alta velocidade. Blocos de resina composta (Paradigm, 3M ESPE) foram cimentados utilizando Linkmax (LM; GC), Nexus 2 (NX; Kerr), Panavia F (PN; Kuraray), RelyX Unicem (UN, 3M ESPE) ou Variolink II (VL; Ivoclar-Vivadent), seguindo as instruções dos fabricantes. Para alguns agentes de cimentação, procedimentos de aplicação modificados foram também testados, resultando em outros quatro grupos experimentais: Prompt L-Pop + RelyX Unicem (PLP + UN, 3M ESPE), Scotchbond Etchant + RelyX Unicem (SE + UN, 3M ESPE), Optibond Solo Plus Activator + Nexus 2 (ACT + NX; Kerr) e KEtchant gel + Panavia-F (KE + P; Kuraray). As amostras foram armazenadas durante 24 h em água destilada a 37°C antes dos testes de  $\mu$ TBS. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para determinar diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre os grupos experimentais. Quando unido ao esmalte, ACT + NX (15 MPa) e UN (19.6 MPa) teve valores de união significativamente menores do que VL (49.3 MPa), LM (49.2 MPa), PN (35.4 MPa) e SE + UN (35.2 MPa), enquanto PLP + UN (23.5 MPa) apresentou significativamente menor  $\mu$ TBS que VL (49.3 MPa) e LM (49.2 MPa). Diferenças significativas não foram observadas entre VL (49.3 MPa), LM (49.2 MPa), NX (37.9 MPa), KE + PN (38.8 MPa), PN (35.4 MPa) e SE + UN (35.2 MPa). Em relação à eficácia de união para a dentina, todos os agentes de cimentação apresentaram valores de união semelhantes (UN: 15.9 MPa; LM: 15.4 MPa; PN: 17.5 MPa; NX: 22.3 MPa), com exceção VL (1.1 MPa), SE + UN (5.9 MPa) e ACT + NX (13.2 MPa). VL revelou elevado número de falhas pré-ensaio, provavelmente devido a um efeito combinado de não ter fotoativado o adesivo separadamente e um agente de cimentação

fotopolimerizado insuficientemente. Os autores concluíram que uma eficácia de união adequada à estrutura dental pode ser obtida após 24 horas de armazenamento de água com todos os agentes de cimentação testados, com a condição de que um procedimento adesivo correto foi realizado. Alguns fatores influenciaram negativamente a eficácia de união, que são: (1) não fotoativação do adesivo separadamente antes da cimentação; (2) utilização de um adesivo fotopolimerizado convertido em uma versão de ativação dual; (3) a utilização de um agente de cimentação dual com baixo potencial de auto-polimerização; (4) condicionamento da dentina com ácido fosfórico antes da utilização de RelyX Unicem; (5) ligação de RelyX Unicem ao esmalte sem o condicionamento de ácido fosfórico prévio. Levando em conta estes fatores, os cimentos etch and rinse, self-etch e autoadesivos testados nesse estudo são igualmente eficazes para união ao esmalte e dentina, pelo menos em curto prazo.

No ano de 2008, por Naumann et al., estudaram a influência de cimentos não adesivos, autoadesivos e cimentos convencionais na capacidade de carga das restaurações com pinos endodônticos. Incisivos centrais superiores humano foram divididos em 4 grupos (n=10). Os dentes foram tratados endodonticamente e restaurados usando pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes combinações de cimentos / resinas composta: (1) RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) / Clearfil Core (Kuraray Europa, Duesseldorf, Alemanha), (2) RelyX Unicem / LuxaCore, (3) cimento fosfato de zinco / Clearfil, e (4) LuxaCore (DMG, Hamburgo, Alemanha) / Clearfil. Uma preparação de 2mm de férula foi realizada. Todas as amostras receberam coroas de cerâmica, adesivamente cimentadas e foram expostas a ciclagem térmica e carga mecânica antes da carga estática. Diante dos resultados foram observadas diferenças significativas entre os grupos experimentais em relação à capacidade de carga e padrões de fratura. Os autores concluíram que a cimentação não adesiva convencional de pinos é menos confiável para suportar forças funcionais simuladas em comparação com abordagens adesivas.

De Goes et al., em 2008, avaliaram o efeito da aplicação de uma resina composta flow na resistência à microtração ( $\mu$ TBS) de sistemas adesivos à dentina. Superfícies oclusais de terceiros molares humanos foram planificadas e a coroa de cada dente foi seccionada ocluso-gengival em quatro partes com um disco diamantado refrigerado à água. Os seguintes sistemas adesivos foram aplicados à superfície da dentina, seguindo as instruções dos fabricantes: Scotchbond Multipurpose, Single Bond, Adper Prompt e Clearfil SE Bond. Os grupos experimentais e controle receberam o mesmo tratamento, exceto pelo fato de que a camada de resina flow (Filtek Flow) foi colocada e fotopolimerizável por cima da camada adesiva nos espécimes dos grupos experimentais. Coroas de resina composta (Filtek Z250) foram feitas sobre as superfícies e incrementalmente fotopolimerizadas para 20 segundos. Os dentes restaurados foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. Cada quarto do dente foi serialmente cortado em uma direção longitudinal de modo a obter várias fatias (0.9-mm<sup>2</sup> de secção transversal). A carga máxima em microtração (em MPa) em falha foi mensurada usando uma máquina universal de ensaios. Os dados foram analisados por two-way ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 5%. A colocação de uma resina de baixa viscosidade para a dentina hibridizada aumentou a resistência de união para todos os sistemas adesivos testados. No entanto, esse aumento foi significativo apenas para o Clearfil SE Bond ( $p < 0,05$ ). Quando as restaurações foram colocadas sem resina de baixa viscosidade, Clearfil SE Bond apresentou valor de  $\mu$ TBS superior ao Adper Prompt ( $p < 0,05$ ). Para os grupos tratados com resina flow, o Clearfil SE Bond resultou na maior  $\mu$ TBS à dentina. Os autores concluíram que o efeito da utilização de resina flow na resistência de união à dentina foi material-dependente e resultou num aumento na  $\mu$ TBS de todos os materiais testados, embora com significância para Clearfil SE Bond.

Em 2009, Abo et al. realizaram um estudo que objetivou determinar a resistência à microtração ( $\mu$ TBS) de pinos não metálicos, incluindo pino de fibra de vidro, quando unido à dentina radicular com adesivos autocondicionantes. No estudo, coroas de dentes anteriores extraídos foram cortados, e o tratamento endodôntico realizado. Os dentes foram divididos em

seis grupos de acordo com o pino / adesivo. Os dentes receberam pinos da seguinte forma: Grupo I: Light Post + Clearfil-SE Bond/Panavia-F (SE/PF), Grupo II: Light Post + Xeno III/Panavia-F (XN/PF), Grupo III: ParaPost Fiber White + SE/PF, Grupo IV: ParaPost Fiber White + XN/PF, Grupo V: everStick Post + SE/PF, e Grupo VI: everStick Post + XN/PF. Os dentes foram seccionados para produzir 1 mm de amostra nos terços cervical e médio. As amostras foram testadas em uma máquina de resistência de união, e os valores de  $\mu$ TBS foram determinados. Os valores médios de  $\mu$ TBS em MPa para a região cervical foram os seguintes: grupo I: 10,36 (1,88), grupo II: 8,51 (1,41), grupo III: 11,61 (1,06), o grupo IV: 9,37 (1,61), grupo V: 14,22 (1,16), e o grupo VI: 12,97 (1,69). Grupo V teve a maior média de valor significativamente maior do que as médias dos grupos I, II, III, e IV. Para a região média: grupo I, 9,72 (1,61), grupo II, 7,62 (1,42); grupo III, 10,28 (0,75), grupo IV, 8,48 (1,51), grupo V, 13,23 (1,06), grupo VI, 11,07 (1,49). O grupo V também teve a maior média de valor significativamente maior do que as médias dos grupos I, II, III, e IV. Assim os autores concluíram que o pino de fibra de vidro EverStick, unido com ambos os adesivos, mostrou maior valor de  $\mu$ TBS. Não houve diferença entre os terços cervical e médio.

Bitter et al. em 2009, correlacionaram as características morfológicas com as de resistência de união de vários cimentos utilizados para cimentação de pinos de fibra à dentina radicular. Cinquenta pinos de fibra de vidro (FRC Postec Plus) foram cimentados nos canais radiculares de dentes humanos anteriores extraídos utilizando cinco cimentos resinosos (n = 10): Panavia F 2.0, PermaFlo DC, Variolink II, RelyX Unicem e Clearfil Core. Antes da inserção do pino, os sistemas adesivos foram marcados com fluoresceína e o cimento resinoso foi marcado com isotiocianato de rodamina. As raízes foram seccionadas em três fatias (2 mm de espessura), e cada fatia foi analisada através de microscopia de varredura a laser confocal em modo de fluorescência dupla para determinar a espessura da camada híbrida, o número de tags de resina e do número de tags quebrados. A resistência de união foi medida usando um teste de micropush-out. A resistência de união à dentina radicular, bem como as características morfológicas, foram significativamente

afetadas pelos materiais. No entanto, esses fatores não correlacionaram. O cimento resinoso autoadesivo, que mostrou a formação de uma camada híbrida e tag de resina apenas esporadicamente, tiveram as maiores resistências de união. Estes resultados indicaram que as interações químicas entre o cimento autoadesivo e a hidroxiapatita podem ser mais importante para a dentina radicular do que a capacidade do mesmo material para hibridizar a dentina. Assim os autores puderam concluir que a aplicação de sistemas adesivos que requerem a utilização de ácido fosfórico resultou em camadas híbridas uniformes e um grande número de penetração nos túbulos dentinários preenchidos com adesivo e cimento resinoso. No entanto, os tags fraturados ocorreram como resultado da utilização desses sistemas e a resistência de união foi menor em comparação com os do cimento resinoso autoadesivo.

Em 2010, Onay et al. compararam a resistência de união em diferentes terços do canal radicular de pinos de fibra de vidro cimentados com quatro diferentes agentes de cimentação adesiva. Quarenta e quatro dentes unirradiculares humanos extraídos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos. Nos canais radiculares foram cimentados pinos de fibra de vidro com os seguintes agentes de cimentação: All Bond SE / Duo-Link (ABSE), All Bond 3 / Duo-Link (AB3), BisCem (BC), Clearfil ED primer II / Clearfil Esthetic Cement (CLF). Uma semana após a cimentação, as amostras foram termocicladas e, em seguida embebidas em resina acrílica. Três seções (cervical, média e apical) de 2 milímetros espessura foram preparadas a partir de cada amostra e cada seção foi submetido a teste de resistência de união. Uma amostra adicional para cada grupo foi preparada para microscopia eletrônica de varredura e a qualidade da interface à dentina foi avaliada. Os dados foram analisados usando two-way ANOVA, one-way ANOVA, e o teste de Scheffe ( $P < 0,05$ ). Os valores de resistência de união para BC e ABSE não foram significativamente diferentes, mas ambos foram significativamente mais elevados do que para AB3 e CLF nos terços cervical e médio. A mesma tendência foi observada no terço apical, com exceção do AB3 e ABSE que não foram significativamente diferentes entre si. Não houve diferenças significativas na resistência de união entre os terços radiculares, com uma redução nos

valores do terço cervical para apical. Os autores concluíram que o uso de BisCem e All Bond SE / Duo-Link em combinação com a seus processos de aplicação simplificada pode ser considerado uma alternativa ao sistemas atualmente utilizados para cimentação de pinos fibra de vidro em canal radicular.

Feitosa et al. em 2010, avaliaram a capacidade da hibridização usada em cavidade preparada para proteger a dentina antes da moldagem e cimentação final e seu efeito sobre a resistência de união à tração de restaurações indiretas depois de ciclos térmicos e de carga. Esmalte oclusal foi removido de 25 terceiros molares para expor a dentina plana. Os dentes foram divididos em 5 grupos (n=5): G1, não recebendo vedação da dentina (grupo controle); G2, dentina hibridizada com adesivo autocondicionante 1 passo (Clearfil S3); G3, recebendo a combinação de um adesivo autocondicionante 1 passo e resina de baixa viscosidade (Clearfil Protect Liner); G4, dentina hibridizada com adesivo autocondicionante 2 passos (Clearfil SE Bond); e G5, combinação de um sistema adesivo 2 passos e resina de baixa viscosidade foi aplicada. Depois da vedação dentinária, restaurações indiretas foram realizadas com sistema Sinfony e cimentadas com cimento resinoso dual (Panavia F). Os dentes restaurados foram submetidos a ciclos térmicos (1,500 ciclos) e mecânicos (200,000 ciclos). Depois eles foram seccionados em fatias (1X1 mm, aproximadamente) e então submetidos a teste de resistência de união à microtração. Os dados foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey ( $p<0.05$ ). Os valores médios (Mpa) obtidos foram G1, 9,5; G2, 9,2; G3, 14,8; G4, 12,2 e G5, 17,4. A análise estatística mostrou diferenças entre os grupos, com o desempenho de G5 sendo maior do que os dos outros grupos. Os autores concluíram que quando a hibridização não foi usada para proteger a dentina, menor valores da resistência de união foram obtidos do que dos outros grupos. A combinação de um sistema adesivo autocondicionante 2 passos e resina de baixa viscosidade promoveu os melhores valores de resistência de união.

No ano de 2011, Gomes et al. avaliaram a influência do sistema de cimentação na resistência de união push-out regional e padrão de falha do pino de fibra à dentina radicular. As raízes de 48 incisivos humanos extraídos foram preparados e divididos em 3 grupos ( $n = 16$ ), de acordo com o sistema de cimentação: AdperScotchbond Multi-Purpose + cimento resinoso RelyX ARC (SBMP + ARC); Adper SingleBond 2 + RelyX ARC (SB + ARC) e; cimento resinoso RelyX U100 autoadesivo (U100). Os pinos foram cimentados de acordo com as instruções do fabricante para cada sistema de cimentação. Após 1 semana, as raízes foram seccionadas transversalmente em seis discos. Dois discos foram obtidos a partir dos terços cervical, médio e apical e o teste push-out foi realizado. O padrão de falha foi examinado em todos os espécimes. Os dados foram analisados por two-way ANOVA e teste de Tukey. Os resultados mostraram que quando o cimento U100 foi testado, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as diferentes regiões radiculares. Valores de resistência de união significativamente superiores foram encontrados no terço coronário para SBMP+ARC e SB+ARC ( $p < 0,05$ ). O RelyX U100 apresentou significativamente mais fraturas mistas que o SBMP+ARC no terço apical ( $p < 0,05$ ). Os autores concluíram que o cimento resinoso autoadesivo RelyX U100 foi o único cimento não afetado pela região do canal radicular.

Em 2012, Zicari et al. avaliaram o efeito de diferentes fatores sobre a resistência de união push-out de pinos de fibra de vidro cimentados em canais radiculares simulados utilizando diferentes cimentos resinosos. Três tipos de pinos de fibra de vidro com matriz de resina epóxi - RelyX post, resina composta patenteada - CRF-Plus Post ou resina de metacrilato - GC pós, e três tipos de cimentos resinosos, convencional Bis-GMA-based (Variolink II, Ivoclar-Vivadent), cimento autocondicionante contendo 10-MDP (Clearfil Esthetic Cement, Kuraray) e cimento autoadesivo - RelyX Unicem, 3M ESPE foram testados. Os pinos foram deixados sem tratamento (controle), foram tratados com silano, ou revestidos com partículas de silicato de alumina (Sistema Cojet, 3M ESPE). Os pinos foram inseridos até 9 mm de profundidade em blocos de compósitos CAD-CAM (Paradigm, 3M ESPE), a fim de testar a resistência

exclusivamente da interface cimento-pino, excluindo a interferência da interface cimento-dentina. Após 1 semana de armazenamento a 37 ° C, três secções (coronal, média e apical) de 2 mm de espessura foram sujeitas a um teste de resistência de união de push-out. Todas as três variáveis, ou seja, o tipo de pino, o cimento resinoso e o tratamento de superfície do pino, demonstraram afetar significativamente na resistência de união push-out. Quanto ao tipo de pino, resistência de união de push-out significativamente menor foi registrada para o pino CRF-Plus (Ivoclar-Vivadent). Em relação ao cimento resinoso, uma resistência de união de push-out significativamente maior foi observada para o cimento autoadesivo Unicem (3M ESPE). Já em relação ao tratamento da superfície do pino, uma resistência de união de push-out significativamente maior foi registrada quando a superfície do pino foi previamente tratada com Cojet (3M ESPE), combinando jateamento / silanização da superfície. Interações entre estas três variáveis também foram consideradas significativas. Os testes laboratoriais revelaram que diferentes variáveis, como o tipo de pino, o cimento resinoso e o pré-tratamento da superfície do pino podem influenciar a interface cimento-post. Em adição, diversas interações entre o sistema de pinos, os cimentos resinosos e o (pré-) tratamento dos pinos parecerem contribuir, fazendo orientações para a prática clínica de rotina.

### 2.3 - PINOS DE FIBRA DE VIDRO

O estudo in vitro realizado por Kalkan et al. em 2006, teve o objetivo de comparar a resistência de união de três diferentes tipos de pino de fibra de vidro em espaço preparado para pino. Sessenta dentes unirradiculares humanos intactos extraídos foram utilizados. Os canais radiculares foram preparados com a técnica escalonada regressiva e obturados com guta-percha com condensação lateral. As raízes foram divididas em 3 grupos experimentais e divididos em 2 subgrupos de acordo com o tempo de teste (n = 10). Nas raízes foram cimentados pinos de fibra de vidro com as instruções do fabricante: pinos de fibra de vidro - Snowpost, pinos de fibra de vidro –

FiberMaster e pinos de fibra de vidro - Everstick. Um primer autocondicionante (Clearfil Liner Bond) foi aplicado nas paredes dos espaços do pino, permitindo condicionamento durante 30 segundos, e gentilmente seco ao ar. Um agente de união dual (Clearfil Liner Bond, Bond A e B) foi então aplicado nas mesmas paredes. O cimento resinoso dual (Panavia F) foi misturado durante 20 segundos e, em seguida, colocado nos espaços do pino utilizando um instrumento espiral. As raízes foram colocadas em cilindros protegidos de luz, em seguida, a fonte de luz foi colocada diretamente sobre as superfícies cervical do dente e o cimento polimerizado. As amostras foram armazenadas em caixas à prova de luz, durante 24 horas ou uma semana após o procedimento de polimerização. Cada raiz foi seccionada e seis segmentos de raiz de 1 mm de espessura (dois apicais, dois médios e dois cervicais) foram preparados. A resistência da união entre o pino e da dentina foi medida após 24 horas ou uma semana usando uma máquina universal de ensaios. A análise estatística realizada por 3-way ANOVA indicou que os valores de teste push-out variaram estatisticamente de acordo com o segmento de raiz, mas que o sistema de pino utilizado não variou estatisticamente. Na análise do MEV, uma zona híbrida com longos e numerosos tags de resina localizada entre material de cimentação e a dentina foi exibida em todos os sistemas de pino. Os autores concluíram que a maior resistência de união foi observada no terço cervical para pinos de fibra de vidro FiberMaster e Everstick.

Ainda seguinte, em 2007, Dietschi et al. fizeram uma revisão de literatura onde a primeira parte teve como objetivo apresentar uma visão geral do conhecimento atual sobre as mudanças na composição, alterações estruturais e estado na sequência da terapia endodôntica e procedimentos restauradores. O processo de pesquisa básica incluiu uma revisão sistemática do banco de dados PubMed / Medline entre 1990 e 2005, usando palavras-chave individuais ou combinadas para obter a lista mais abrangente de referências. Apenas alterações insignificantes na umidade do tecido e composição atribuível à perda de vitalidade ou terapia endodôntica foram relatados. A perda de vitalidade seguida da própria terapia endodôntica provou afetar o comportamento biomecânico de dentes até certo ponto. Por outro lado,

a resistência do dente é reduzida proporcionalmente à perda do tecido coronário, quer devido à lesão de cárie ou procedimentos restauradores. Portanto, a melhor abordagem atual para restaurar dentes tratados endodonticamente parece (1) minimizar o sacrifício de tecidos, especialmente na área cervical de modo que o efeito férula possa ser criado, (2) o uso de procedimentos adesivos em ambos os níveis radicular e coronal para fortalecer a estrutura do dente remanescente e otimizar a restauração com estabilidade e retenção e (3) utilização de pino e núcleo com propriedades físicas próximos da dentina natural, por causa das limitações dos procedimentos adesivos.

Plotino et al., em 2007 avaliaram o módulo de elasticidade e resistência à flexão de diferentes tipos de pinos endodôntico em comparação com a dentina radicular humana. Três tipos diferentes de pinos reforçados com fibras (FRC), três pinos de metal ( $n= 10$ ) e 20 hastes de dentina foram submetidos a ensaio de flexão de três pontos para determinar o módulo de flexão em GPa e a resistência à flexão em MPa. Três pinos de fibra de cada grupo selecionados aleatoriamente foram avaliados usando um microscópio eletrônico de varredura (SEM), para ilustrar as diferenças no modo de fratura. Os dados foram submetidos a ANOVA e ao Bonferroni t-teste. Os resultados da avaliação mostrou que o módulo de flexão registrado para as hastes de dentina foi de  $17,5 \pm 3,8$  GPa. Os valores para os pinos variaram de  $24,4 \pm 3,8$  GPa para pinos de fibra de sílica e  $108,6 \pm 10,7$  GPa para os pinos de aço inoxidável. A resistência à flexão para a dentina foi  $212,9 \pm 41,9$  MPa, enquanto que os pinos variou de  $879,1 \pm 66,2$  MPa de pinos de fibra de sílica para  $1545,3 \pm 135,9$  MPa para os pinos de ouro fundido. O teste de análise ANOVA revelou diferenças significativas entre os grupos ( $P < 0,05$ ) para o módulo de flexão e os valores médios de resistência à flexão. Os autores puderam concluir que os pinos intra-radulares FRC exibiram propriedades mecânicas mais semelhantes às da dentina do que os pinos metálicos, confirmando observações anteriores. Pinos de ouro fundido apresentaram maior resistência à flexão em todos os pinos testados ( $P = 0,000$ ).

Em 2008, Okamoto et al. investigaram a distribuição de tensões no remanescente radicular da estrutura dental sob a condição de diferentes diâmetros de pino de fibra em pinos de fibra reforçados com núcleos de resina composta (pino de fibra e núcleo) em incisivos centrais superiores utilizando análise tridimensional dos elementos finitos (3D - FEA). Quatro modelos 3D - FEA foram construídos: (1) pino de fibra (diâmetro de 1.2, 1.4 e 1.6 mm) e núcleo de resina composta, e (2) pino de ouro fundido e núcleo. As tensões máximas na estrutura do dente para pinos de fibra e núcleo foram maiores do que para pinos de ouro fundido e núcleo. Nos modelos anteriores, as tensões na estrutura do dente, bem como na resina composta foram ligeiramente reduzidas com o aumento do diâmetro do pino da fibra. Estes resultados, assim, sugerem que, para reduzir a tensão no remanescente radicular dental com um grande defeito coronal, é recomendado acompanhar um núcleo de resina composta com um pino de fibra de grande diâmetro.

Aksornmuang et al., em 2008, avaliaram a resistência de união regional de pinos de fibra à dentina radicular cimentadas com resina composta de dupla ativação. Doze pré-molares humanos extraídos tiveram sua parte coronária seccionada e espaço preparado para pino em uma profundidade de 8 mm. A dentina do canal radicular foi tratada com Clearfil SE Bond que foi fotopolimerizado por 20 segundos. Quatro tipos de pinos de fibra - Snowlight, FibreKor, DT Light-Post e GC Fiber Post. A superfície dos pinos foi tratada com uma mistura de ativador de união de porcelana e Photobond e, em seguida, cimentados nos espaços com Clearfil DC Núcleo Automix que foi fotopolimerizado por 60 segundos. Depois de 24 horas de armazenamento em água, cada espécime foi serialmente cortada em oito secções de 0,6 x 0,6 mm de espessura para o teste de microtração (resistência adesiva). Modos de falha foram observados usando MEV. Os dados de resistência adesiva foram divididos em regiões coronal e apical e analisados estatisticamente. Pode-se concluir que as maiores resistências de união foram obtidas a partir de pinos FibreKor e que os fatores regionais não tiveram nenhum efeito na resistência de união. Espécimes de FibreKor e DT Light-Post falharam principalmente na

interface pino – resina composta, enquanto Snowlight e GC Post falhou coesivamente no pino.

D'Arcangelo et al., em 2008, avaliaram a resistência de união de adesivos, cimentos resinosos, sistemas de pinos de fibra para os terços coronário, médio e apical no espaço radicular. Três tipos de sistemas de pino de fibra de vidro foram selecionados para o estudo. Saremco Post Non-stop Fibre (Saremco), FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent) ou Anatomical Post (Dentalica) foram cimentados em canais radiculares preparados utilizando o sistema adesivo e cimento resinoso fornecido pelo respectivo fabricante. O agente de cimentação foi colocado no canal radicular usando uma seringa com agulha específica. Teste de push-out foi realizado em seções para as partes apical, média e coronária de cada espécime para medir a resistência de união. Todas as amostras fraturadas foram observadas utilizando um microscópio estereoscópico para identificar os modos de falha. Os valores de resistência de união foram significativamente afetados tanto pelo sistema pino-adesivo-cimento usados quanto pela região da raiz ( $P < 0,05$ ). Não houve interação significativa entre o sistema de pino e fatores da região do canal ( $P > 0,05$ ). Os maiores valores de resistência foram encontrados no terço cervical para todos os grupos experimentais. O terço médio e apical apresentaram resistência de união semelhante sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Os sistemas de pino Saremco e Precision tiveram a maior resistência de retenção, enquanto que o sistema de pino Ivoclar teve os menores valores. A análise microscópica das amostras revelou uma prevalência de falhas mistas entre pino-cimento. Os autores concluíram que o tipo de sistema de pino-adesivo-cimento teve um efeito significativo sobre na retenção do pino de fibra. A região cervical dos canais foi caracterizada pela resistência de união significativamente mais elevada.

Em 2008, Dietschi et al. na segunda parte da revisão de literatura reviram o conhecimento sobre as várias interfaces de restaurados, dentes não vitais e seu comportamento em estudos de fadiga e clínicas. O processo de pesquisa básica incluiu uma revisão sistemática de artigos contidos no banco

de dados PubMed / Medline, publicados entre 1990 e 2005, utilizando-se simples ou combinadas palavras-chave para obter a lista mais abrangente de referências. Dentes não vitais restaurados com resina composta ou resina composta combinada com pinos de fibra resistiram aos testes de fadiga representam a melhor opção de tratamento. Em comparação com o pino metálico rígido e / ou de cerâmica, a resina composta ou resina / pinos de fibra falham, a ocorrência de defeitos interfaciais ou quebra severa do dente é menos provável. Adesão na raiz, no entanto, continua a ser um desafio devido à configuração do canal oval desfavorável, bem como microestrutura crítica da dentina nas partes mais profundas do canal. Assim, combinações específicas dos adesivos e cimentos são recomendadas. O desempenho clínico das restaurações com pino–e-núcleo de preenchimento se mostraram satisfatórias em geral. No entanto, a literatura clínica não isola claramente ou identifica parâmetros críticos exatos para o sucesso. Isto, por sua vez, mostra a importância e relevância dos estudos in vitro para melhorar ainda mais a qualidade e a estabilidade ao longo prazo das bases protéticas.

Em 2009, Torabi et al. compararam a resistência à fratura de raiz de dentes extraídos tratados com diferentes pinos de fibras reforçados com resina composta e dentes tratados com núcleo metálico fundido. O tratamento endodôntico foi realizado em 50 primeiros pré-molares inferiores. A porção coronária de cada dente foi amputada, e cinco sistemas de pinos e núcleo (fundido, polietileno, vidro, carbono, e os pinos de fibra de quartzo), foram comparados. Blocos de resina acrílica foram utilizados para a montagem, utilizando uma camada de material de impressão de elastômero cobrindo as raízes. O carregamento foi aplicado axialmente e medido com uma máquina de ensaio universal. Significativamente, os núcleos metálicos fundidos tiveram um limite de falha maior incluindo fratura dos dentes, enquanto, o fracasso dos pinos de fibra foi devido à fratura do núcleo, com ou sem fraturas na porção coronal dos pinos. Os diferentes pinos de fibra não forneceram qualquer diferença significativa na falha de carregamento e o modo de fratura.

No mesmo ano de 2009, Pereira et al. investigaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes pinos e diferentes alturas de remanescente dentinário da coroa. Sessenta caninos recém-extraídos foram tratados endodonticamente, separados em 6 grupos (n=10) e restaurados com núcleo metálico fundido (CP0 e CP3), pino pré-fabricado e núcleo em resina composta (PF0 e PF3) e resina composta (CR0 e CR3). Os grupos CP0, PF0 e CR0 não possuíam férula e os grupos CP3, PF3 e CR3 apresentaram 3 mm de remanescente coronário. Todos os dentes foram restaurados com coroas totais metálicas. A resistência à fratura foi medida em máquina universal de ensaios com o longo eixo do dente posicionado a 45 graus em relação ao carregamento axial, até que ocorresse fratura. Two Way ANOVA mostrou diferença significativa entre os grupos. Quando as médias das forças para fratura foram comparadas (CP0 = 820,0 N; CP3= 1179,12 N; PF0 = 561,05 N; PF3 = 906,79 N; CR0 = 297,84 N; e CR3 = 1135,15 N) não foram observadas diferenças significativas entre os 3 grupos com 3 mm de remanescente coronal. Os resultados mostraram que a presença de férula em coroas aumenta significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

Dejak et al. em 2011, compararam o comportamento biomecânico de dentes restaurados usando pinos fundidos com aqueles restaurados usando pinos de fibra de vidro reforçados com resina composta e avaliaram a resistência de união dos pinos à dentina. A investigação foi realizada por meio da análise de elementos finitos, combinada com a aplicação de elementos de contato. Modelos tridimensionais (3- D) dos incisivos centrais superiores foram gerados: IT, um dente intacto ; CC, um dente com uma coroa de cerâmica; FP, um dente restaurado com FRC (pino de vidro de vidro reforçado com resina composta); CPAu, um dente restaurado com um pino fundido de liga de ouro e CPNi, um dente restaurado com um pino fundido de NiCr ( liga de níquel cromo ). Cada modelo foi submetido a cargas vertical e oblíqua, com uma força de 100 N. Para avaliar a resistência do dente restaurado com cerâmica, e resina composta, foi utilizado o critério de falha de von Mises modificado, o critério de Tsai- Wu para FRC , e o critério de von Mises para liga de ouro e de

NiCr . As tensões equivalentes encontradas nos modelos testados foram comparadas com a resistência à tração dos respectivos materiais. Os contatos de tensão na interface de cimentação cimento-dentina foram calculados. A máxima tensão mvM máximo (critério de falha von Mises modificada ) na dentina dos dentes restaurados com pinos FRC foram reduzidos em 21% , e naqueles restaurados com pinos fundidos de NiCr, as tensões foram reduzidos em 25 % quando em comparados com as tensões no dente intacto. As tensões equivalentes em pinos de metal foram várias vezes maiores do que nos pinos FRC, mas não excedeu a resistência à tração dos materiais. A maior tensão mvM na cimentação com cimento resinoso ao redor do pino FRC foi 55% maior do que na cimentação com cimento resinoso ao redor do pino de metal, sob uma carga oblíqua. Na coroa de cerâmica, que cobriu o pino e núcleo de resina composta, a maior tensão mvM foi de 30,7 MPa, enquanto que com o pino de metal e núcleo, foi de 23 MPa. Os autores concluíram que os pinos fundidos de metal resultaram em tensões mais baixas na dentina dos dentes restaurados do que os pinos FRC. Independente do material, as tensões equivalentes nos pinos não excederam a sua resistência à tração. Menores tensões estavam presentes no cimento resinoso e na interface cimento - dentina em torno dos pinos fundidos do que em torno dos pinos FRC. Na coroa de cerâmica suportada por um pino e o núcleo metálico, as tensões foram menores do que aquelas observadas na coroa suportada por um pino e núcleo de resina composta.

Goracci et al., em 2011, fizeram uma revisão de literatura que resumiu as evidências sobre os sistemas de pino. Trabalhos citados em artigos de revisão, inicialmente recuperados também foram incluídos, se significativos. Preservação de tecido dentário, presença de férula e adesão foram consideradas as condições mais eficazes para o sucesso ao longo prazo das restaurações pinos - endodônticos. Restaurações cimentadas adesivamente com pinos de fibra reforçados por resina composta têm demonstrado satisfatórias taxas de sobrevivência com longos períodos de acompanhamento. A eficácia clínica dessas restaurações tem sido atribuída principalmente ao comportamento mais biomimético dos pinos de fibra reforçados por compósito

que reduz o risco de fraturas radiculares verticais. O tipo mais comum de falha ao usar pinos de fibra é a descolagem e é geralmente aceite que a obtenção de aderência estável a dentina intra-radicular é mais desafiador do que para a dentina coronal. Vários fatores relacionados ao tratamento endodôntico, a forma do canal radicular, preparo do espaço, translucidez do pino, manuseio do cimento adesivo e polimerização pode ter uma influência sobre o resultado do procedimento de cimentação. Os resultados mais confiáveis em cimentação de pinos de fibra são obtidos por adesivos etch-and-rise em combinação com cimentos resinoso dual. A utilização de cimentos autoadesivos também tem sido proposta. A simplificação é uma vantagem óbvia destes novos materiais. No entanto, a durabilidade de sua união ainda precisa ser verificada com estudos clínicos de longo prazo. Várias técnicas para o pré-tratamento da superfície de pinos de fibra reforçados por compósito tem sido testados com o objetivo de melhorar a resistência de união do pino-núcleo e interface pino-cimento. Silicoating seguido por silanização parece atualmente ser o método mais eficaz e conveniente para esta finalidade. Em conclusão, as evidências disponíveis validam o uso de pinos de fibra como uma alternativa aos pinos de metal e, de preferência a outros pinos da cor do dente, tais como pinos de zircônia, na restauração de dentes tratados endodonticamente.

O estudo realizado por Jindal et al. em 2012, propôs avaliar o efeito do sistema de pinos e seu comprimento na resistência à fratura de dentes humanos anteriores tratados endodonticamente. Setenta e cinco incisivos humanos extraídos foram submetidos a tratamento endodôntico, dos quais 60 tiveram suas coroas removidas 2 mm acima da junção cimento-esmalte e dividido em dois grupos experimentais com base no tipo de sistema de pino a ser utilizado: grupos de pino de fibra de vidro (GFP) e grupos de pino de fibra Ribbond (RFP). Dentes humanos anteriores tratados endodonticamente em que nenhum pino foi colocado serviu como grupo de controle. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com o comprimento do espaço para o pino: 5 e 10 mm, e todas as amostras foram restauradas com coroas metálicas. A resistência à fratura foi medida através da aplicação de cargas em um ângulo de 130 ° em relação ao longo eixo dos dentes em máquina de ensaio. Os

resultados revelaram que o grupo GFP com pinos com 10 mm comprimento apresentou significativamente maior resistência à fratura entre todos os grupos e subgrupos. A diminuição no comprimento do pino resultou na diminuição da resistência à fratura no grupo GFP, enquanto que no grupo RFP subgrupo 05 mm foi significativamente maior a resistência à fratura do que no subgrupo de 10 mm, mas menor do que o controle em ambos os subgrupos. Os autores concluíram que os pinos de fibra de vidro podem eficientemente aumentar a resistência à fratura de um dente tratado endodonticamente, mas a determinação do comprimento do pino ideal também é essencial.

No ano de 2012, Soares et al. avaliaram o efeito do agente de cimentação e o desenho do pino de fibra de vidro na resistência de união de dentina radicular em diferentes profundidades dentro do canal. Noventa dentes uni-radiculares tinham a raiz obturada e preparada para receber um pino de fibra de vidro de faces paralelas e serrilhada (Reforpost n °2) ou um pino de fibra de vidro cônico e liso (Exato Cônico). Os pinos foram cimentados com os cimentos seguintes: cimento resinoso dual-convencional (Rely X ARC), dois cimentos resinosos autoadesivos (Rely X Unicem e Maxcem) e um cimento resinoso auto-polimerizável (Cement-Post). As raízes foram cortadas transversalmente para obter discos de 1 mm de espessura do terço cervical, médio e apical da porção da raiz preparada. Os pinos foram submetidos a um ensaio de micropush-out a uma velocidade de 0.5 mm/min, e os valores de resistência de união (MPa) foram submetidos à ANOVA em arranjos de parcelas subdivididas e teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Os resultados indicaram que o RelyX Unicem demonstrou significativamente maiores valores de resistência de união ao longo da dentina radicular. O RelyX ARC e Cement-Post tiveram valores semelhantes de resistência de união no terço cervical; no entanto, a resistência de união diminuiu significativamente em uma direção apical para o RelyX ARC. Valores de resistência de união significativamente mais baixos, independentemente da região de canal, foram encontrados para o cimento Maxcem. A resistência de união foi semelhante para ambos as configurações dos pinos, independentemente do cimento resinoso e região do canal. Os autores concluíram que a retenção dos pinos de fibra de vidro permaneceu

inalterada pela rugosidade da superfície, mas foi influenciada pelo tipo de cimento resinoso. O cimento RelyX Unicem autoadesivo produziu significativamente maior valor de resistência de união para cimentação de pinos de fibra de vidro.

Anchieta et al., em 2012, avaliaram o comportamento mecânico da interface dentina / cimento / pino de um incisivo central superior usando o método de elementos finitos e compararam as forças exercidas usando técnica de cimentação de pino convencional ou personalizado. Quatro modelos de um incisivo centro superior foram criados usando pinos de fibra de vidro cimentados com várias técnicas: FGP1, um pino de 1 mm de diâmetro convencionalmente cimentado; CFGP1, um pino de 1 mm de diâmetro de resina composta; FGP2, um pino de 2 mm de diâmetro convencionalmente cimentado; CFGP2, um pino de 2 mm de diâmetro de resina composta. Um carregamento de 1N foi aplicado à face lingual do dente a 45° ao seu eixo longitudinal. Adicionalmente, a contração de polimerização de 1% foi simulada para o cimento resinoso. A superfície do ligamento periodontal foi fixada em três eixos ( $X = Y = Z = 0$ ). A tensão máxima principal, a tensão principal mínima, a tensão equivalente von Mises e a tensão de cisalhamento foram calculados para a interface dentina / cimento / pino usando o software de elementos finitos. Os resultados mostraram que o pico de tensão principal máxima para a camada de cimento ocorreu primeiro em CFGP1 (1,77 MPa), seguido por CFGP2 (0,99), FGP2 (0,44) e FGP1 (0,2). A tensão de contração da camada de cimento ocorreu como se segue: FGP1 (35 MPa), FGP2 (34), CFGP1 (30,7) e CFGP2 (30,1). Assim, os autores concluíram que em carregamento incisal, a camada de cimento de pinos personalizados resultou concentrações de tensão mais elevada. Os pinos convencionais apresentaram maior tensão por causa da contração de polimerização.

Naumann et al., em 2012, realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar a sobrevivência de três diferentes sistemas de pino de fibra de vidro reforçado (GFRP), tendo em conta outros fatores relevantes. Assim 149 GFRPs em 122 pacientes foram acompanhados por até 120 meses. GFRPs

foram cimentados adesivamente usando adesivo convencional. O núcleo foi construído com uma resina composta quimicamente polimerizável e restaurados de acordo com o específico plano de tratamento protético. Modelos de riscos proporcionais Cox foram utilizados para avaliar a associação entre as variáveis clínicas e do tempo até a falha. Dentro de 10 anos, 55 falhas puderam ser observadas (taxa anual de falha = 4,6%), com as mais frequentes sendo a fratura do pino, perda de retenção do pino (ambos  $n = 17$ ) e problemas endodônticos ( $n = 7$ ). Sessenta pinos puderam ser acompanhados por 105 a 120 meses, 34 pinos perderam o acompanhamento. Na análise, apenas o tipo de dente, dentes posteriores comparados com os dentes anteriores, e o número de paredes cavitárias restantes (em favor de  $>$  ou  $= 1$  comparado com a não presença de parede) foram significativamente associados com a taxa de falhas. Análise de regressão Cox revelou uma taxa de risco significativo de 2,0 (95% intervalo de confiança,  $P = 0,021$ ), para o tipo de dente a favor dos dentes posteriores. Os autores concluíram que o risco de falha das restaurações com pinos de fibra de vidro reforçados é maior em dentes anteriores e que o número de paredes cavitárias remanescentes também deve ser considerado ao colocar um pino.

#### 2.4 - TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE PINO DE FIBRA

No ano de 2006, Perdigão et al. avaliaram o efeito do silano na resistência de união três pinos de fibras reforçados. Cinquenta e quatro incisivos centrais superiores humanos extraídos e caninos foram endodonticamente tratados. Os pinos de fibras D.T. Light Post (DT, Bisco), FRC Postec (FR, Ivoclar Vivadent), e ParaPost Fiber White (PP, Coltène/Whaledent) foram inseridos utilizando o sistema adesivo resinoso fornecido pelo respectivo fabricante. Para metade dos espécimes de cada grupo, os pinos de fibra foram tratados com uma solução de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent). Teste de push-out foi realizado em três seções diferentes de cada raiz para medir a resistência de união. Os dados foram analisados com

ANOVA e teste de Bonferroni post hoc em  $P < 0,05$ . Os resultados mostraram que o uso de silano não resultou em nenhuma diferença estatisticamente significativa em qualquer nível da raiz. Quando os dados foram reunidos, o uso de silano não resultou estatisticamente em resistência de união diferente ( $P > 0,403$ ) Sem silano =  $12,7 \pm 8,4$ ; silano =  $14,1 \pm 7,0$ . O terço coronário da raiz ( $17,5 \pm 6,7$ ), resultou estatisticamente maior resistência de união do que o terço médio ( $12,9 \pm 6,8$ ) e do que o terço apical ( $9,8 \pm 7,3$ )  $P < 0,002$  e  $P < 0,0001$ , respectivamente. O terço médio e o terço apical não resultou estatisticamente em nenhuma resistência de união diferentes entre si ( $P > 0,07$ ). O tipo de pino não resultou em diferença de resistência de união ( $P > 0,417$ ) DT =  $14,7 \pm 6,8$ MPa; FR =  $13,3 \pm 6,6$ MPa; PP =  $12,2 \pm 6,6$ MPa. Os autores concluíram que a utilização de silano pode não proporcionar aumento da resistência de união entre os pinos de fibra e o cimento resinoso. O terço coronário é mais confiável para os pinos do que o terço médio ou no terço apical. O tipo de pino de fibra utilizado não afetou de forma significativa a união com a estrutura da raiz.

Em 2008, Monticelli et al. fizeram uma revisão de literatura sobre os tratamentos de superfície de pinos de fibra e forneceram informações relacionadas com o seu benefício na melhoria na resistência de união de compostos, com base nos resultados originais de artigos completos científicos no Pub Med. A busca foi realizada utilizando os termos "pino de fibra", "tratamento de superfície", "condicionamento de superfície", "condicionamento" e "jateamento". Um número consistente de estudos in vitro, que investigou o tratamento de superfície de pinos de fibra em uma tentativa de melhorar a resistência de união foi encontrado. Os resultados foram resumidos nas seguintes categorias: tratamentos químicos e tratamentos micromecânicos de superfície das fibras (ou uma combinação de ambos os princípios). A maioria dos dados disponíveis na literatura baseia-se em estudos que investigou diferentes tratamentos superficiais de pinos em consultório. De acordo com os resultados in vitro, o condicionamento de superfície melhora as propriedades de união do pino de fibra, bem como a resistência de união de pinos de fibra pré-tratados aos materiais restauradores é satisfatória. Estudos clínicos de longo prazo são necessários antes de fazer uma recomendação geral para sua

utilização. Os autores concluíram que a maioria dos estudos in vitro concordam que o modo de falha de pinos de fibra é mais favorável do que com os pinos de metal e o nível de sucesso visto em estudos clínicos publicados em curto prazo está sendo confirmado por permanentes avaliações ao longo prazo.

Menezes et al. em um estudo realizado em 2011, avaliaram o efeito da concentração e tempo de aplicação de peróxido de hidrogênio sobre a topografia da superfície e resistência de união dos pinos de fibra de vidro com resina composta. Uma vez que se sabe que o condicionamento é necessário para expor as fibras e permitem a ligação mecânica e química da resina composta com o pino de fibra. Os pinos de fibra foram condicionados com 24% ou 50% de peróxido de hidrogênio por 1, 5 min ou 10 min (n = 10). Pinos sem qualquer tratamento foram usados como controle. Após o condicionamento, os pinos foram silanizados e adesivo resinoso foi aplicado. Os pinos foram posicionados dentro de um molde para permitir que resina composta autopolimerizável pudesse ser inserida. O conjunto de pino / resina foi seccionado em cinco seções que foram submetidos a teste de resistência de união. Os dados foram submetidos à ANOVA 2 fatores e teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). A topografia da superfície foi analisada utilizando microscopia eletrônica de varredura. O estudo mostrou que os pinos não condicionados apresentaram uma superfície relativamente lisa, sem exposição da fibra. Aplicação de peróxido de hidrogênio aumentou a rugosidade da superfície e expôs as fibras. Todas as condições experimentais apresentaram valores de resistência de união semelhantes, que foram maiores que os obtidos no grupo controle. Assim os autores concluíram que ambas as exposições de peróxido de hidrogênio 24% e 50% aumentaram a resistência de união de resina ao pino, independentemente do tempo de aplicação.

Menezes et al, em 2013, avaliaram o efeito da concentração de peróxido de hidrogênio, incluindo um agente clareador de alta concentração, e modo de uso na resistência de união entre resina composta e pinos de fibra de vidro. Pinos de fibra foram imersos em hidrogênio peróxido ( $H_2O_2$ ) de 24% ou 35% de soluções (o agente de clareamento de alta concentração), ou estas

soluções foram aplicadas sobre a superfície do pino utilizando um microbrush (n = 10). Foram usados pinos sem qualquer tratamento como controle. Após o condicionamento, os pinos foram silanizados e um adesivo foi aplicado. Os pinos foram posicionados em um molde, e uma resina composta foi incrementalmente inserida e fotopolimerizada. O conjunto pino / resina foi seccionado em várias secções que foram submetidas a teste de resistência à tração. Os dados foram submetidos à ANOVA 2 fatores e teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). O teste de Dunnet foi utilizado para comparar as condições experimentais para o controle. A topografia da superfície foi analisada por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os pinos não condicionados apresentaram relativamente a superfície lisa sem exposição das fibras. Exceto para a aplicação de  $H_2O_2$  24%, as outras condições experimentais aumentaram o número de fibras expostas e resistência de união em relação ao controle. Apesar de imersão resultar em valores mais elevados para a aplicação  $H_2O_2$  24%, o modo de aplicação não alterou a resistência de união quando  $H_2O_2$  35% foi usado. Assim, os autores concluíram que o efeito do modo de aplicação de  $H_2O_2$  dependeu do seu nível de concentração. Um agente clareador de alta concentração melhorou a resistência de união da resina composta à superfície do pino, independentemente de qual modo foi usado.

## 2.5 - TRATAMENTO DO SUBSTRATO DENTÁRIO E PINO

Em 2008, Zhang et al. avaliaram o efeito do tratamento do espaço-pino na retenção dos pinos de fibra em diferentes regiões da raiz utilizando dois sistemas adesivos autocondicionantes. Espaços dos pinos foram preparados em molares extraídos e os canais radiculares foram submetidos a um dos seguintes procedimentos de tratamentos espaço-pino: (i) irrigação com água destilada (controle), (ii) condicionamento com ácido fosfórico 35% durante 30 s, (iii) a irrigação com EDTA 17% seguido de hipoclorito de sódio a 5,25% (hipoclorito de sódio), e (iv) a agitação ultrassônico associado com soluções irrigadoras EDTA 17% e 5,25% de NaOCl. As superfícies da dentina foram

examinadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV), após diferentes tratamentos espaço-pino. Pinos de fibra foram cimentados nas raízes tratadas com cimento resinoso com Clearfil SE Bond ou Clearfil DC Bond e o teste de push-out foi realizado. Microscopia eletrônica de varredura mostrou que todos os tratamentos de pino-espaço testados foram eficazes na remoção da smear layer de detritos, ou remanescentes de selador / guta-percha, no canal radicular. A resistência apical de push-out foi afetada pelo tratamento pino-espaço. O condicionamento de ácido fosfórico a 35% e agitação ultrassônica, em combinação com a irrigação EDTA / NaOCl melhorou a resistência apical de push-out do pino de fibra, independentemente do tipo de sistema de autocondicionante. Os autores concluíram que o tratamento com ácido fosfórico 35% ou agitação ultrassônica associada com irrigação de EDTA / NaOCl no espaço-pino melhora a retenção de pinos de fibra em região profunda. A irrigação com solução EDTA / NaOCl não é recomendada como um tratamento espaço-pino quando um pino de fibra for cimentado.

Em 2010, Pelegrine et al. avaliaram a influência de irrigantes endodônticos na resistência à tração de um sistema adesivo usado para cimentar pinos de fibra de vidro à dentina. Cinquenta raízes bovinas foram divididos em 5 grupos de acordo com a solução utilizada durante a instrumentação: G1, 0,9% NaCl (controle); G2, 1,0% NaOCl; G3, 2,5% NaOCl; G4, 5,25% NaOCl; G5, 2% clorexidina gel + 0,9% NaCl. Os canais radiculares foram obturados com guta-percha e cimento AH Plus, e os pinos de fibra de vidro foram cimentados com Clearfil SE Bond / RelyX ARC. As amostras foram submetidas ao teste de resistência à tração e os resultados foram analisados por análise de variância. Não houve diferenças estatisticamente significativas em relação ao fator de solução irrigante ( $P > 0.70$ ). Os autores concluíram que as diferentes soluções irrigantes não afetaram a resistência à tração do sistema de fixação utilizado para cimentar os pinos de fibra de vidro intra-radicares à dentina.

Faria-e-Silva et al., em 2013, avaliaram o efeito do tratamento da dentina intra-radicular com soluções irrigantes na retenção do pino de fibra de

vidro com cimentos resinosos autoadesivos. Incisivos bovinos foram tratados endodonticamente e espaços para o pino de 9 mm foram preparados. Antes da inserção do cimento, os canais radiculares foram irrigados com várias soluções: 11.5% ácido poliacrílico por 30 s, 17% EDTA por 60 s, ou 5% NaOCl por 60 s, respectivamente. A irrigação com água destilada foi usada no grupo controle. Depois todas as amostras foram lavadas com água destilada, o excesso de umidade foi removido e os pinos foram cimentados usando ou BisCem (Bisco) ou RelyX Unicem clicker (3M ESPE). Sete dias depois da cimentação, as amostras foram seccionadas transversalmente em fatias com 1 mm de espessura, as quais foram submetidas ao teste de push-out na máquina de ensaio mecânicos. Dados de resistência de união ( $n = 6$ ) foram analisados por ANOVA 2 fatores e Student-Newman-Keuls ( $\alpha = 0.05$ ). Para Unicem, o EDTA mostrou menor resistência de união do que as outras soluções, que tiveram resultados semelhantes. Para BisCem, o EDTA mostrou maior resistência de união do que os outros tratamentos, enquanto a aplicação de NaOCl resultou em maior resistência de união do que o ácido poliacrílico, visto que o grupo controle teve resultados intermediários. Os autores concluíram que a irrigação dos canais radiculares antes da inserção dos cimentos resinosos autoadesivos, especialmente o EDTA, pode interferir na retenção dos pinos de fibra.

*PROPOSIÇÃO*

### 3 - PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da hibridização prévia a cimentação temporária na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular, com os seguintes fatores em estudo:

(1) Preparo do substrato dentinário em dois níveis:

a- Sem aplicação do sistema adesivo autocondicionante (2 passos) antes da cimentação provisória (SA);

b- Com aplicação do sistema adesivo autocondicionante (2 passos) antes da cimentação provisória (CA).

(2) Tipo de cimento provisório em três níveis:

a- Cimento temporário à base de óxido de zinco e eugenol – (CE);

b- Cimento temporário à base de óxido de zinco livre de eugenol – (LE);

c- Cimento temporário à base de hidróxido de cálcio - (HC).

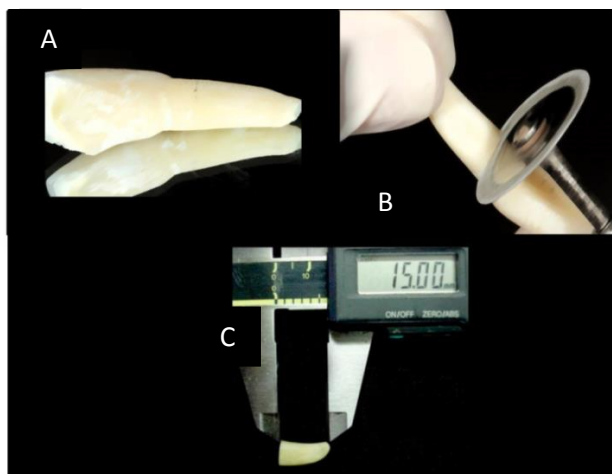
## *MATERIAIS E MÉTODOS*

## 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 - COLETA E SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Setenta e oito incisivos bovinos extraídos no Frigorífico Real (BR-050, Km 81, s/n, Uberlândia, MG) com avaliação sanitária pelo Ministério da Saúde e com autorização de um médico veterinário responsável foram armazenados em solução aquosa de timol a 0,2% (Pharmacia Biopharma, Uberlândia, Brasil). A seleção das raízes seguiu os critérios de tamanho, diâmetro do canal radicular e forma semelhantes. Sendo que sessenta dentes bovinos foram utilizados para a realização do teste de micropush-out, enquanto dezoito foram utilizados na Microscopia de Varredura a Laser Confocal. Em seguida, os mesmos foram limpos com curetas periodontais e submetidos à profilaxia com pedra pomes e água, então armazenados em água destilada e sobre refrigeração constante.

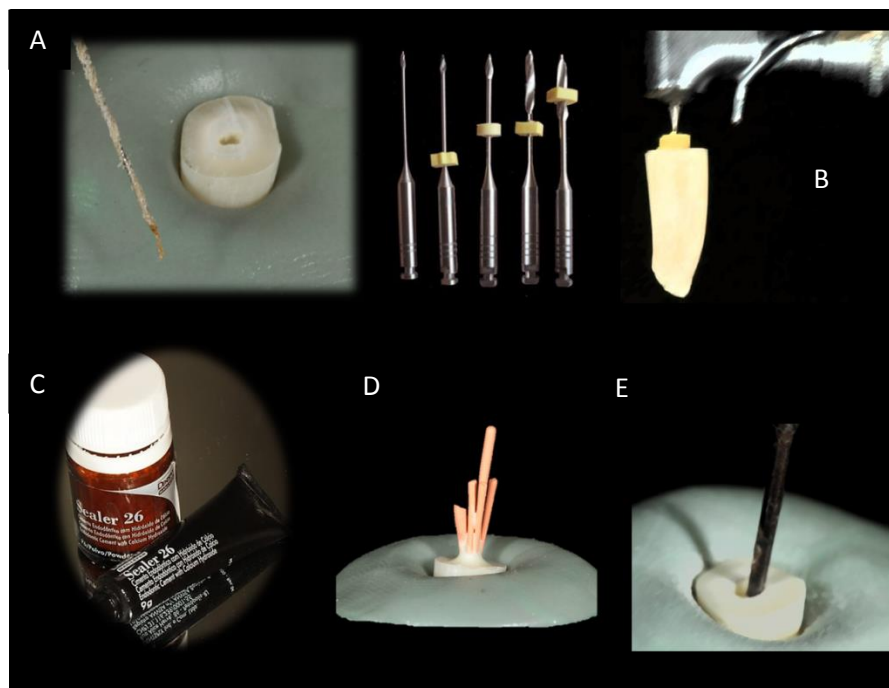
As raízes foram seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo com o auxílio de um disco diamantado dupla face (DHPro, Paranaguá, PR, Brasil) sob refrigeração com jatos d'água constante, para a remoção da porção coronária de maneira a permanecer um remanescente radicular com 15 mm de comprimento. (Figura 1)



**Figura 1.** A. Seleção de dentes; B. Remoção das coroas; C. Remanescente de 15mm.

#### 4.1.1 - PREPARO DOS CANAIS RADICULARES

O tecido pulpar foi removido com o auxílio de lima tipo Kerr nº 25 (Dentsply Malleiffer, Petrópolis, Brasil) (Figura 2.A). Em seguida, os canais radiculares foram explorados com limas Kerr sob irrigação com hipoclorito de sódio a 1% (Biodinâmica, Paraná, Brasil) e instrumentados de acordo com uma técnica escalonada utilizando as brocas Gates-Glidden nº 2, 3 e 4 (Dentsply, Malleiffer, Petrópolis, RJ) e brocas Largo números 4 e 5 (Dentsply Malleiffer, Ballaigues) (Figura 2.B). A broca Gates-glidden nº 2 atravessou todo o canal radicular, a nº 3 chegou até o ápice sem atravessá-lo e a nº 4 foi empregada apenas na extensão do alívio para o retentor intra-radicular. Para realização da desinfecção dos canais radiculares foi utilizado a solução de hipoclorito de sódio a 1% e soro fisiológico, sendo a irrigação final realizada com EDTA a 17%. Seguindo a instrumentação dos canais, os mesmos foram irrigados e feito o controle de umidade com cones de papel absorvente (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil). Então, a obturação foi feita com cones de guta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ) e cimento obturador a base de hidróxido de cálcio (Sealer 26, Dentsply, Petrópolis, RJ), por meio da técnica de condensação lateral (Figura 2.C e D). Logo após, foi realizado o alívio de 12 mm da obturação com calcadores de Paiva (Duflex, Rio de Janeiro, Brasil) aquecidos ao rubro possibilitando desta forma remanescente de 3,0mm. (Figura 2.E)



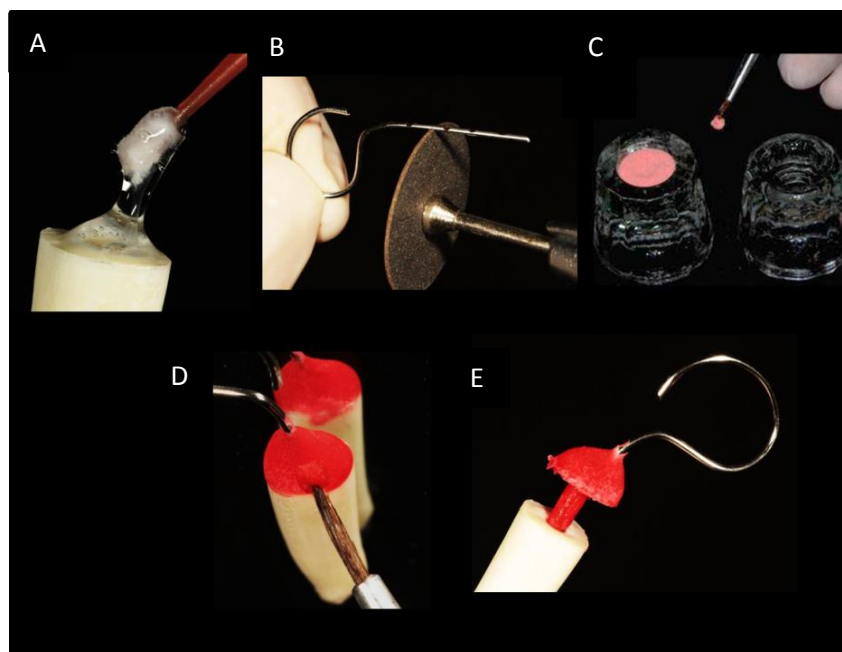
**Figura 2.** A. Remoção do tecido pulpar; B. Brocas Gates-Glidden nº2, 3 e 4, Brocas Largo nº 4 e 5; C. Cimento endodôntico; D. Canal obturado; E. Alívio do canal radicular com calcador de Paiva.

O canal radicular foi preparado utilizando a broca do sistema de pino de fibra de vidro (Whitepost DC nº 3, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) com diâmetro coronário de 2,0mm e apical de 1,25mm, na extensão correspondente ao alívio.

#### 4.1.2 - CONFECÇÃO DA RESTAURAÇÃO PROVISÓRIA

No interior dos canais radiculares foi aplicado gel hidrossolúvel (KY, São José dos Campos, Brasil) aplicado às paredes dos canais radiculares com auxílio de microbrush (Figura 3.A). As restaurações provisórias com retenções intra-radulares foram confeccionadas utilizando um fio ortodôntico de espessura 0,9mm (Morelli Dental, Sorocaba, Brasil) com retenções feitas por um disco de carborundum (3M-Espe, St Paul, USA) (Figura 3.B). Os mesmos

foram inseridos dentro do canal radicular juntamente com incrementos de resina acrílica (Duralay, Illinois, EUA) pela a técnica de Nealon (Figura 3.D). Após a polimerização da resina e verificação da adaptação das restaurações provisórias, os canais radiculares foram lavados com água destilada e feito o controle de umidade com pontas de papel absorvente.

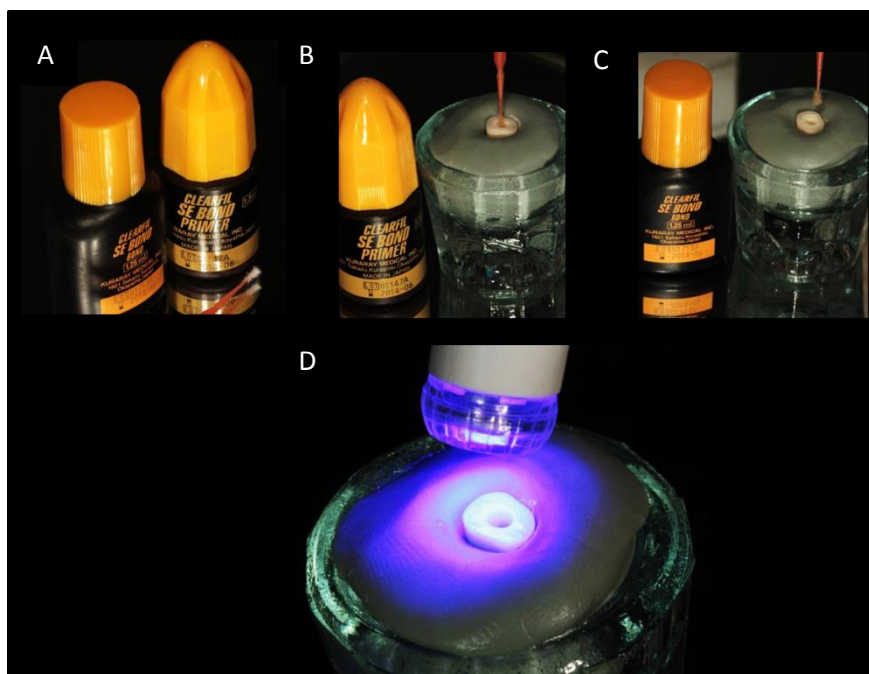


**Figura 3.** Confeção dos provisórios: A. Isolamento das paredes do canal com gel hidrossolúvel; B. Confeção de retenções no fio ortodôntico; C. Proporção resina acrílica; D. Técnica de Nealon; E. Provisório confeccionado.

#### 4.1.3 - USO DE AGENTE SELADOR PRÉVIO AO CIMENTO TEMPORÁRIO

Para as amostras que tiveram o substrato dentinário intra-radicular preparado foi utilizado sistema autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray, Japão) antes da cimentação provisória conforme instruções do fabricante (Figura 4.A). O Primer foi aplicado no interior do canal radicular com o auxílio de um microbrush por 20 segundos (Figura 4.B). Em seguida, foi aplicado o Bond com o auxílio de um microbrush e fotopolimerizado por 10 segundos

(Figura 4.C e D). As outras amostras não teve o substrato preparado com aplicação do sistema adesivo antes da cimentação provisória.

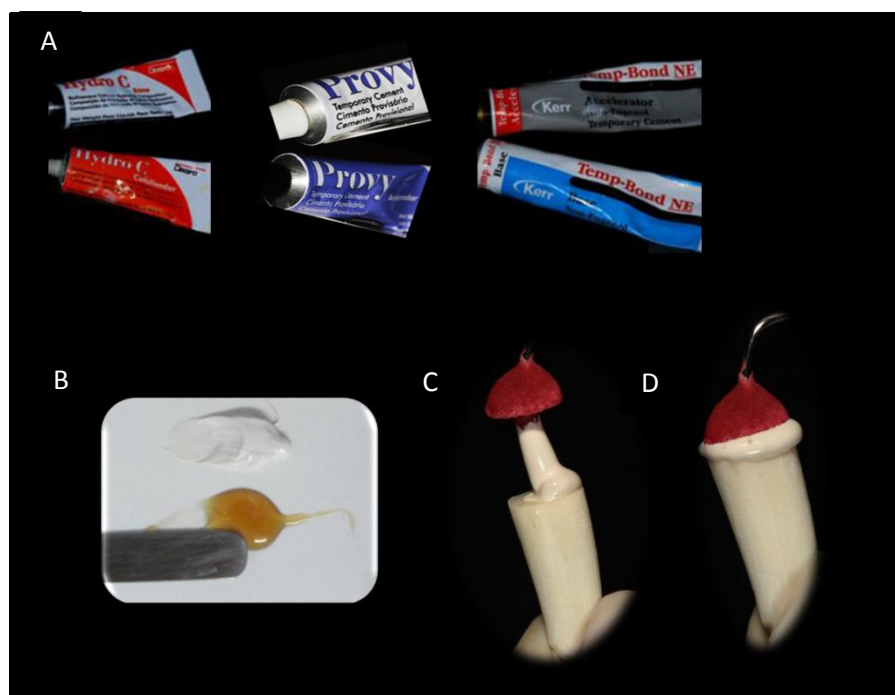


**Figura 4.** A. Sistema Adesivo; B. Aplicação do Primer; C. Aplicação do Bond; D. Fotopolimerização do sistema adesivo.

#### 4.1.4 - FIXAÇÃO DAS RESTAURAÇÕES PROVISÓRIAS COM CIMENTOS TEMPORÁRIOS

As restaurações provisórias foram fixadas com cimentos temporários: HC - Cimento à base de Hidróxido de cálcio, Hydro C (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil); CE - cimento à base de óxido de zinco e eugenol, Provy (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) ou LE - cimento à base de óxido de zinco livre de eugenol, TempBond NE (Kerr, Orange, CA, EUA). Todos os cimentos provisórios foram proporcionados e manipulados de acordo com as instruções do fabricante, inseridos nos canais radiculares por intermédio de um lima do tipo Kerr e na porção intra-radicular dos provisórios e mantidos sobre pressão digital até a presa do cimento. (Figura 5)

Após o procedimento de fixação das restaurações provisórias, as amostras foram armazenadas em água destilada em uma temperatura de 37°C durante 7 dias, simulando o ambiente da cavidade oral. Depois de decorrido esse período, as restaurações provisórias foram removidas e os canais radiculares foram limpos manualmente com o auxílio de lima do tipo Kerr, assim eliminando quaisquer resíduos de cimentos temporários visíveis. Em seguida, os canais radiculares foram irrigados abundantemente com água destilada e feito o controle de umidade com pontas de papel absorvente.

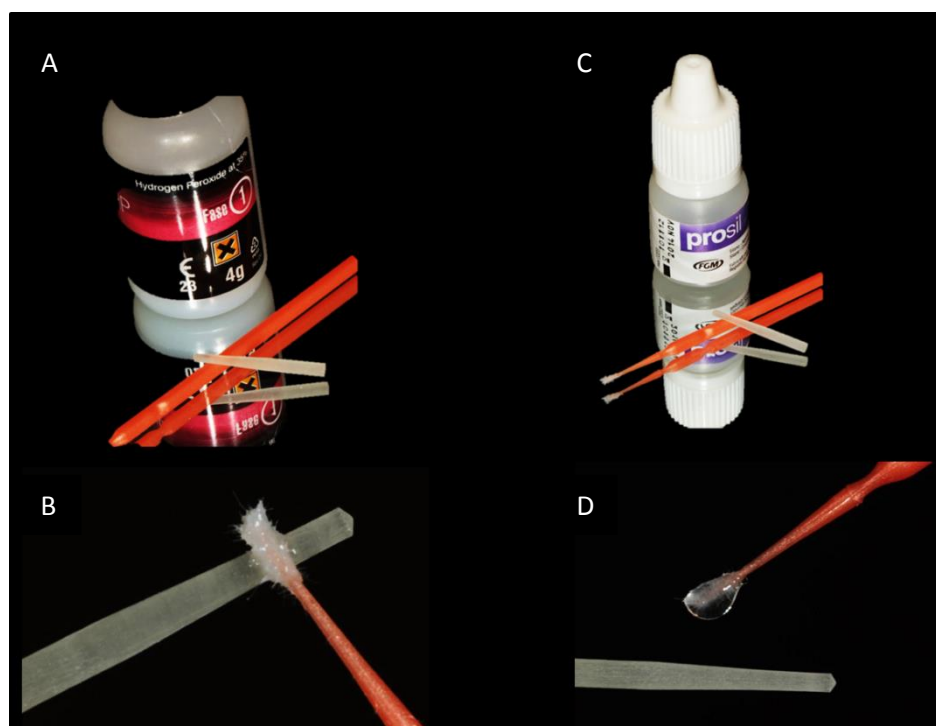


**Figura 5.** A. Cimentos temporários; B. Manipulação dos cimentos temporários; C. Inserção no canal, D; Assentamento sob pressão.

#### 4.1.5 - CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO

Os pinos de fibra de vidro (Whitepost DC nº 3, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) foram submetidos a um tratamento de superfície antes da cimentação. Os mesmos tiveram sua superfície tratada com

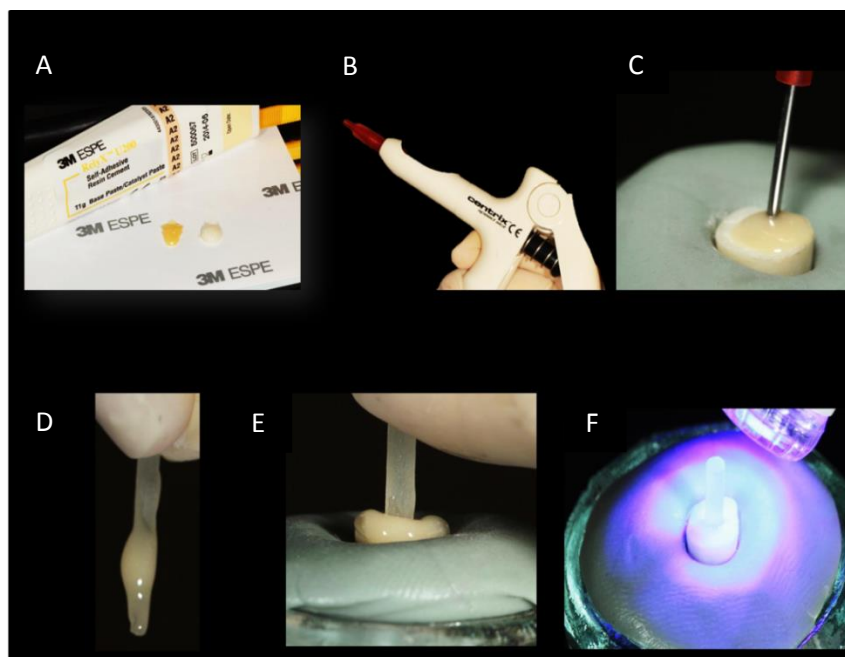
peróxido de hidrogênio 35% utilizado por 1 minuto, lavados com água pelo mesmo período de tempo e secos com jatos de ar (Menezes et al., 2013) (Figura 6.A - B). Em seguida, tratados com agente de união silano (Prosil, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) por 1 minuto, com o propósito de promover a ligação entre a fase inorgânica do retentor e a fase orgânica do cimento resinoso (Figura 6.C - D). A limpeza dos canais radiculares foi realizada por meio de irrigação com água destilada e controle de umidade com pontas de papel absorvente (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil).



**Figura 6.** Tratamento de superfície do pino. A - B. Limpeza com peróxido de hidrogênio 35%; C – D. Silanização.

Para padronização do protocolo de cimentação de retentores intraradiculares foi utilizado cimento resinoso autoadesivo (Rely X U200, 3M-Espe, St Paul, USA) (Figura 7.A). O cimento resinoso foi manipulado de acordo com instruções do fabricante, inserido no canal com o auxílio de seringa Centrix

com ponta agulhada, e também na superfície do pino (Figura 7.B, C e D). O assentamento dos pinos foi dado de forma lenta e a pressão digital foi mantida por cinco minutos aguardando a presa química do cimento resinoso (Figura 7.E). Após a inserção do pino de fibra de vidro foi feita a fotoativação do cimento resinoso por 40 segundos nas faces incisal, vestibular e palatina, totalizando 120 segundos de fotoativação, com uma unidade de LED com intensidade de luz de 1.200 mW/cm<sup>2</sup> (Radii-Cal, SDI, Austrália) (Figura 7.F). Lembrando que antes do procedimento de fotoativação do cimento resinoso, as raízes radiculares foram recobertas externamente com material de moldagem, Zetaplus (Zhermack SpA, Rovigo, Itália).

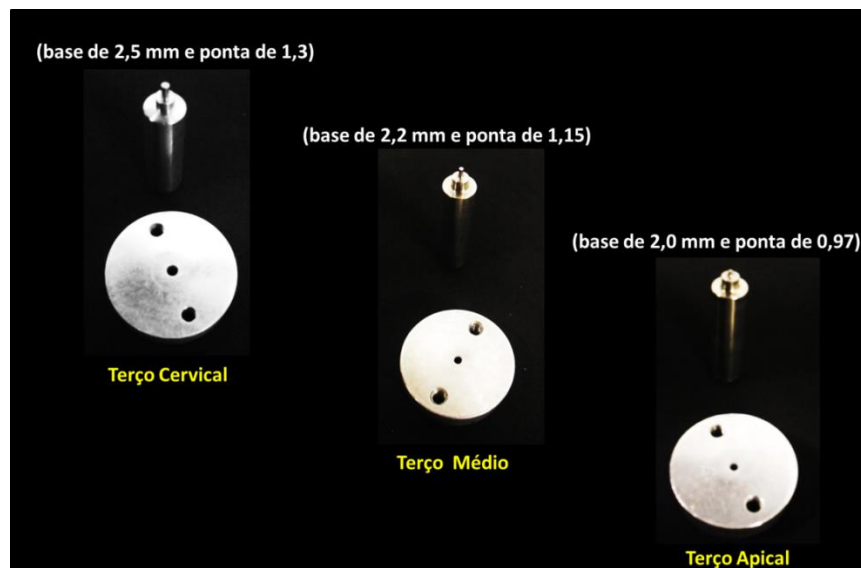


**Figura 7.** Protocolo de fixação com cimento resinoso autoadesivo. A. Cimento Resinoso Relyx U200; B. Seringa Centrix; C. Inserção do cimento resinoso no conduto; D. Inserção do cimento resinoso na superfície do pino; E. Assentamento do pino; F. fotopolimerização.

#### 4.2 - ENSAIO MECÂNICO DE MICROPUSH-OUT

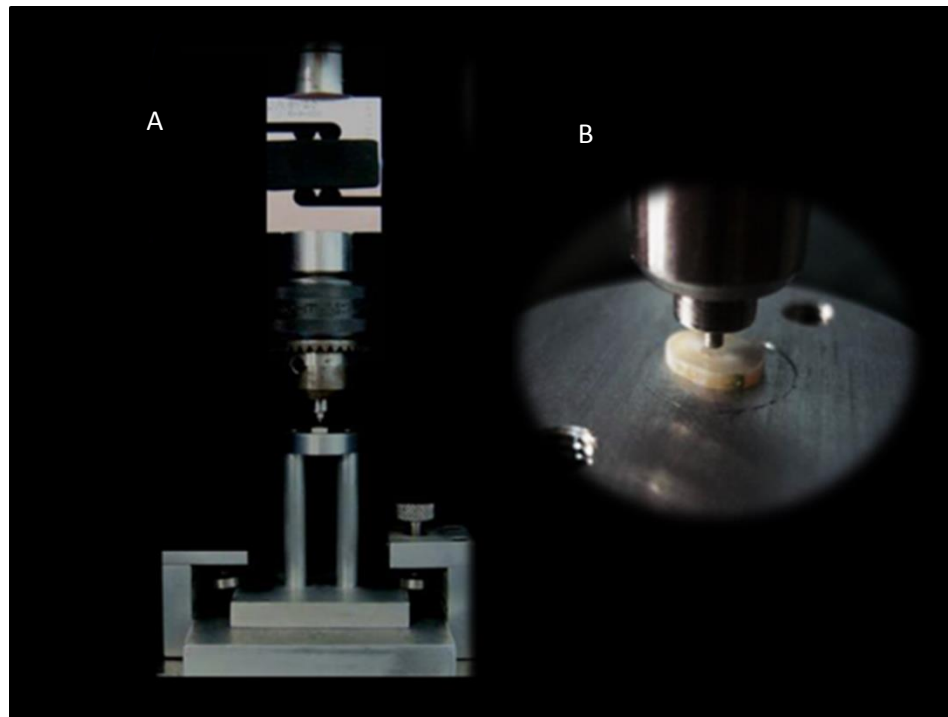
Decorrido o período de armazenagem, sessenta amostras foram preparadas para realização do ensaio mecânico de micropush-out. Para tanto cada amostra foi fixada a uma placa acrílica (4,0 cm X 3,0 cm X 0,4 cm) com o auxílio de godiva aquecida (Godiva Exata, DFL, Jacarepaguá, RJ, Brasil) seccionada transversalmente em seis fatias, na região do pino cimentado, com disco diamantado de dupla face (4"x 0,12 x 0,12, Extec, Enfield, CT, USA) montado em cortadeira de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) refrigerado por água, resultando em duas fatias de 1,0 mm em espessura para cada terço da raiz, sendo cervical, médio e apical.

Para a realização do ensaio mecânico de micropush-out foram usados 3 tamanhos diferentes de pontas (1,30; 1,15; e 0,97 mm) associadas a 3 bases (2,5; 2,2 e 2,0 mm) (Soares et al., 2013). Para testes nos terços cervical (base de 2,5 e ponta de 1,3), terço médio (base de 2,2 mm e ponta de 1,15) e terço apical (base de 2,0 mm e ponta de 0,97) (Figura 8). Os diâmetros variados de pontas e bases foram utilizados devido o formato cônico do pino, a fim de introduzir tensões de cisalhamento ao longo da interface de união de acordo com a conicidade.



**Figura 8.** Tamanhos diferentes de pontas e bases associadas.

Este conjunto foi montado em uma máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil) contendo uma célula de carga de 20 KgF (Figura 9.A). As fatias foram posicionadas de modo que o centro do pino coincidissem com o orifício da base metálica e a ponta aplicadora, e então, foram submetidas ao carregamento de compressão com velocidade constante de 0,5 mm/min. na direção ápice/coroa, evitando qualquer impedimento mecânico devido à forma cônica do pino de fibra, até que ocorresse o deslocamento do pino de fibra de vidro (Figura 9.B).



**Figura 9.** Teste mecânico de micropush-out. A. Posicionamento do dispositivo; B. Posicionamento das fatias.

Os valores da força de deslocamento foram obtidos em Newtons, e para serem expressos em MPa, foram divididos pela área da interface adesiva, calculada pela fórmula:  $A = \pi \cdot h \cdot (R + r) / 2$

Sendo que A corresponde à área da interface adesiva,  $\pi = 3.14$ , R é o maior raio do pino (mm), r é o menor raio (mm) e h corresponde à espessura do segmento do pino (mm).

Os valores de resistência de união foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA 2-way em um arranjo de parcelas, sendo que as parcelas foram representadas pelos fatores presença de hibridização, tipo de cimento provisório e a interação entre estes fatores. As subparcelas foram representadas pelos terços do canal radicular. As comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiabilidade.

Após o ensaio mecânico de micropush-out, as fatias foram montadas sobre uma lâmina de vidro e examinadas por um microscópio estereoscópico para análise do padrão de fratura (Gomes et al., 2011). As fatias de cada terço da raiz foram examinadas a partir da cervical e na direção apical para determinar o modo de falha, classificadas em cinco tipos (Perdigão et al. 2006, D'Arcangelo et al. 2008): (1) adesiva entre pino de fibra de vidro e cimento resinoso, (2) mista, com cimento resinoso cobrindo até 50% do perímetro do pino de fibra de vidro, (3) mista, com cimento resinoso cobrindo mais de 50% do perímetro do pino de fibra de vidro (4) adesiva entre o cimento resinoso e canal radicular e (5) coesiva em dentina.

#### 4.3 - MICROSCOPIA DE VARREDURA A LASER CONFOCAL (CLSM)

O CLSM (510 Meta; Zeiss, Alemanha) foi utilizado para visualização de estruturas de interesse com alta resolução, graças à utilização do laser para a excitação dos fluoróforos, compostos químicos que são usados para produzir a fluorescência do material em estudo. Assim obtivemos informações mais detalhadas sobre a penetração e distribuição de cimento resinoso e adesivo. Para a realização desse método, as amostras tiveram os canais radiculares tratados endodonticamente. As amostras que não tiveram o substrato dentário hibridizado, as restaurações provisórias foram fixadas com cimentos

temporários os quais foram marcados com 0,1% de fluoresceína de sódio (Atrium, São Paulo, Brasil) para fornecer imagens na coloração verde. Depois de marcados, os cimentos temporários foram inseridos no canal radicular. O comprimento de onda de excitação desse marcador situa-se em torno de 494 nm e o comprimento de onda de emissão varia em torno de 518nm. Para a cimentação definitiva dos retentores intra-radicular, o cimento resinoso foi marcado com 0,1% rodamina - isotiocianato (Atrium, São Paulo, Brasil) e utilizado como descrito no protocolo de padronização de cimentação para fornecer imagens na coloração vermelha. O comprimento de onda de excitação desse marcador situa-se em torno de 540 nm e o comprimento de onda de emissão varia em torno de 625nm. Para as amostras que tiveram o substrato dentário hibridizado, foi aplicado sistema adesivo autocondicionante nas paredes do canal radicular com o auxílio de um microbrush antes da fixação das restaurações provisórias, porém, esse sistema adesivo foi marcado com 0,1% rodamina - isotiocianato (Atrium, São Paulo, Brasil) para fornecer imagens na coloração vermelha. O comprimento de onda de excitação desse marcador situa-se em torno de 540 nm e o comprimento de onda de emissão varia em torno de 625nm. Para a fixação das restaurações provisórias, os cimentos temporários foram marcados com 0,1% de fluoresceína de sódio (Atrium, São Paulo, Brasil) e para a cimentação definitiva, cimento resinoso foi marcado com 0,1% rodamina - isotiocianato (Atrium, São Paulo, Brasil) como descrito anteriormente nas amostras que não tiveram o substrato dentário hibridizado. Após a cimentação dos retentores, as raízes foram seccionadas em seis fatias, com um disco diamantado dupla face (4 "X 0,12 X 0,12; Extec, Enfield, CT, EUA), em baixa velocidade sob refrigeração (Isomet 1000; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) e dois discos de 1 mm de espessura, foram obtidos a partir dos terços cervical, médio e apical. Cada grupo foi realizado dois cortes perpendiculares ao eixo longitudinal do dente e um corte paralelo ao eixo longitudinal do dente, e em ambas as secções foram observadas demonstração da área representativa do pino de fibra de vidro, cimento resinoso, sistema adesivo e dentina. A análise de CLSM foi realizada no modo de dupla fluorescência usando uma objetiva de 10 e 20. Na presente

investigação, utilizou-se filtros apropriados para os corantes fluoresceína de sódio (excitação: 488 nm; emissão: 499/542 nm) e rodamina – isotiocianato (excitação: 543 nm; emissão: 574/660 nm) e a gravação sequencial de ambos os corantes foi aplicada para garantir sinais de emissão bem separados. As imagens gravadas estavam 68  $\mu$ m profundidade, com 1024 X 1024 pixels. Cada imagem foi analisada usando o software LSM 510 icon.

## *RESULTADOS*

## 5 – RESULTADOS

O teste ANOVA 2-way mostrou que não há uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,713$ ) para o uso de agente selador prévio. Da mesma forma, que não há uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,639$ ) para os tipos de cimentos temporários utilizados no estudo (Hydro C, Provy e Temp Bond NE). Não houve uma interação estatisticamente significativa entre o uso de agente selador e o cimento não considerando os terços radiculares ( $P = 0,375$ ). (Tabela 01)

Tabela 01 - Médias (MPa) de resistência de união micropush-out nos grupos avaliados sem considerar os terços radiculares.

<b>Cimento</b>	<b>Hibridização Prévia</b>	
	<b>Presença</b>	<b>Ausência</b>
<b>Temporário</b>		
<b>Hydro C</b>	<b>18,5±13,9</b>	<b>14,8±11,1</b>
<b>Provy</b>	<b>14,9±9,4</b>	<b>17,1±11,5</b>
<b>Temp Bond NE</b>	<b>14,9±8,7</b>	<b>14,5±10,7</b>

\* Médias do teste Two Way ( $P < 0,05$ )

A análise de ANOVA 2-way revelou que não há uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,494$ ) para o uso de agente selador prévio. Entretanto, existe uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,018$ ) para os terços radiculares nos grupos onde se utilizou o cimento temporário Hydro C. Para detectar qual grupo (s) diferem dos outros se usou o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). O teste de Tukey mostrou que o terço médio apresenta diferença significativa em relação ao terço apical. E que o terço cervical X terço médio e terço cervical X terço apical não apresentam diferenças significativas. Não houve uma interação estatisticamente significativa entre o uso de agente selador e os terços radiculares ( $P = 0,266$ ). (Tabela 02)

Tabela 02 - Médias (MPa) de resistência de união micropush-out nos grupos cimentados com Hydro C avaliados.

Terço Radicular	Hibridização Prévia		Agrupado
	Presença	Ausência	
<b>Cervical</b>	<b>31,4±13,4</b>	<b>35,4±6,8</b>	<b>33,4±10,6 AB</b>
<b>Médio</b>	<b>38,6±14,1</b>	<b>31,2±15,0</b>	<b>34,9±14,7 A</b>
<b>Apical</b>	<b>27,6±13,5</b>	<b>18,2±8,0</b>	<b>23,2±11,7 B</b>

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Uma nova análise ANOVA 2-way de medida repetida foi realizada para verificar a influência do uso do agente selador no vedamento da dentina radicular em todos os terços nos grupos onde se utilizou o cimento temporário Provy. A análise mostrou que há uma interação estatisticamente significativa entre hibridização prévia e os terços ( $P = 0,015$ ). As diferenças significantes entre os grupos foram detectadas por meio de teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). (Tabela 03)

Tabela 03 - Médias (MPa) de resistência de união micropush-out nos grupos cimentados com Provy avaliados.

Terço Radicular	Hibridização Prévia	
	Presença	Ausência
<b>Cervical</b>	<b>33,3±7,3 Aa</b>	<b>31,0±8,3 Aab</b>
<b>Médio</b>	<b>24,4±9,6 Ba</b>	<b>46,2±14,2 Aa</b>
<b>Apical</b>	<b>26,6±10,8 Aa</b>	<b>21,5±6,4 Ab</b>

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

O teste de Tukey mostrou que no grupo com ausência de hibridização prévia apenas o terço médio apresenta diferença estatisticamente significativa em relação ao terço apical. E que o terço cervical X terço médio e terço cervical X terço apical não apresentam diferenças significativas. Já no grupo com hibridização prévia antes do uso da restauração provisória, os terços não apresentaram diferenças significativas entre si. Em relação ao terço, apenas o terço médio apresentou diferença significativa quanto ao uso de hibridização prévia.

O teste ANOVA 2- way de medida repetida foi realizado para verificar a influência do uso do agente selador no vedamento da dentina radicular em todos os terços nos grupos onde se utilizou o cimento temporário Temp Bond NE. A análise mostrou que há uma interação estatisticamente significativa entre uso de agente selador e o terço radicular ( $P = 0,006$ ). (Tabela 04)

Tabela 04 - Médias (MPa) de resistência de união micropush-out nos grupos Temp Bond NE avaliados.

<b>Terço Radicular</b>	<b>Hibridização Prévia</b>	
	<b>Presença</b>	<b>Ausência</b>
<b>Cervical</b>	<b>37,0±8,7 Aa</b>	<b>29,5±7,5 Aab</b>
<b>Médio</b>	<b>26,9±10,5 Ba</b>	<b>45,5±13,5 Aa</b>
<b>Apical</b>	<b>27,1±5,6 Aa</b>	<b>17,0±6,6 Ab</b>

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

O teste de Tukey mostrou que no grupo com ausência de hibridização prévia apenas o terço médio apresenta diferença estatisticamente significativa em relação ao terço apical. E que o terço cervical X terço médio e

terço cervical X terzo apical não apresentam diferenças significativas. Já no grupo com hibridização prévia antes do uso da restauração provisória, os terços não apresentaram diferenças significativas entre si. Em relação ao terço, apenas o terço médio apresentou diferença significativa quanto ao uso de hibridização prévia.

Uma nova análise realizada usando ANOVA 2-way de medida repetida que verificou se os cimentos temporários mesmo com a presença de agente selador influenciam os valores de resistência de união de pinos de fibra de vidro fixados a dentina radicular em função do terço radicular: cervical, médio e apical. Os resultados mostraram que não existe diferença estatisticamente significativa em relação ao tipo de cimento temporário utilizado ( $P = 0,921$ ). Do mesmo modo, que também não há diferença estatisticamente significativa em relação ao terço radicular ( $P = 0,263$ ). Assim mostrando que não há uma interação estatisticamente significativa entre o cimento temporário e o terço radicular na presença de hibridização prévia ( $P = 0,244$ ). (Tabela 05)

Tabela 05 - Médias (MPa) de resistência de união micropush-out nos grupos avaliados com presença de hibridização prévia.

Terço Radicular	Cimento Temporário		
	Hydro C	Provy	Temp Bond NE
Cervical	44,6±13,4	51,9±7,3	53,6±8,7
Médio	59, 1±14,1	39,5±9,6	39,6±10,5
Apical	38,5±13,5	40,9±10,8	41,8±5,6

\* Médias do teste Two Way ( $P < 0,05$ )

A influência do tipo de cimento temporário no terço radicular foi verificada por ANOVA 2-way de medida repetida que verificou se os cimentos temporários utilizados influenciam os valores de resistência de união de pinos

de fibra de vidro fixados a dentina radicular em função do terço radicular: cervical, médio e apical. Os resultados mostraram que não há uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,388$ ) para os tipos de cimentos temporários usados. Porém, quando se avaliou os terços radiculares, os mesmos mostraram diferença estatisticamente significativa ( $P = <0,001$ ) entre eles. Então, para isolar qual grupo (s) diferem dos outros usou o Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Os resultados mostraram que o terço médio apresentou maior resistência de união em relação aos outros terços, entretanto, o terço apical foi o que apresentou menor resistência união. (Tabela 06)

Tabela 06 - Médias (MPa) de resistência de união micropush-out nos grupos avaliados com ausência de hibridização prévia.

Terço	Cimento Temporário			Agrupado
	Hydro C	Provy	Temp Bond NE	
Radicular				
Cervical	48,7±6,8	47,7±8,3	42,7±7,5	46,3±7,6 B
Médio	47,5±15,0	69,3±14,2	65,1±13,5	60,6±14,5 A
Apical	27,6±8,0	34,8±6,4	26,3±6,6	29,5±7,1 C

\* Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Nas imagens realizadas pela CLSM é possível comparar a ausência e presença do agente selador nos grupos que tiveram as restaurações provisórias fixadas com cimento temporário Hydro C (Figura 10), Provy (Figura 11) e Temp Bond NE (Figura 12). A cor vermelha representa o cimento resinoso que foi marcado com 0.1% rodamina-isotiocianato. Os cimentos temporários foram representados pela cor verde porque eles foram marcados com fluoresceína de sódio a 0,1%. O sistema adesivo que foi acrescentado no grupo com hibridização prévia, é representado pela cor vermelha porque foi marcado com 0.1% rodamina-isotiocianato. Esse método permite visualizar a interface dentina-adesivo nas amostras dos terços radiculares.

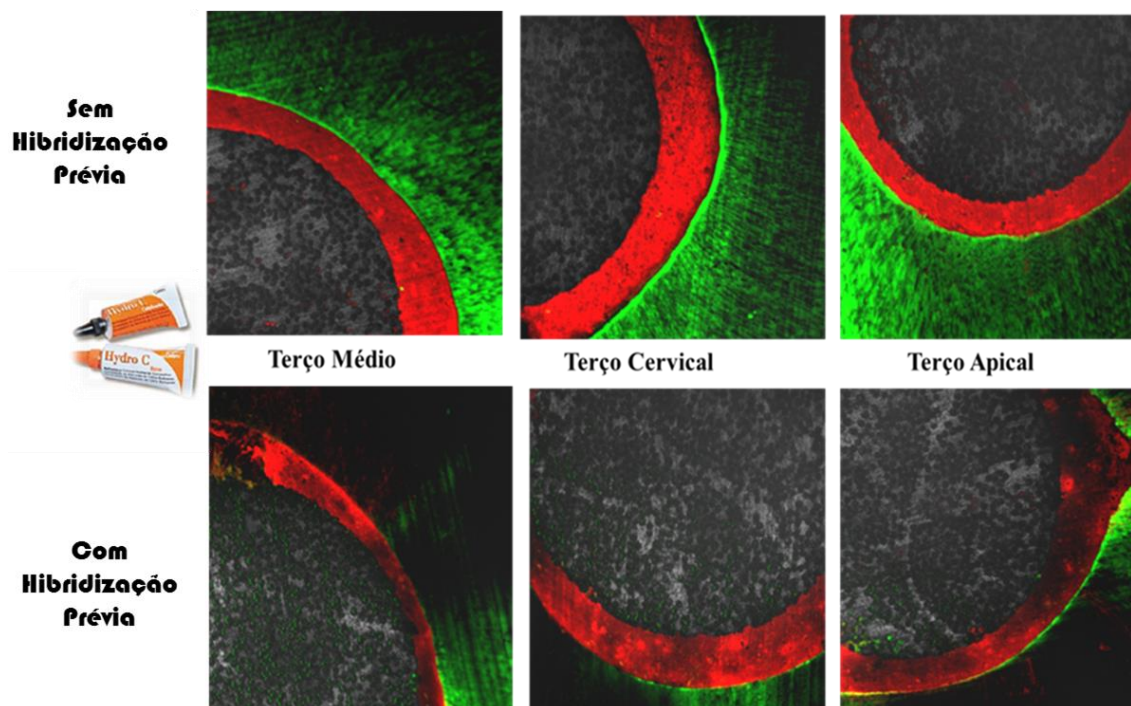


Fig. 10. Amostras representativas sem e com hibridização prévia associadas com cimento temporário Hydro C.

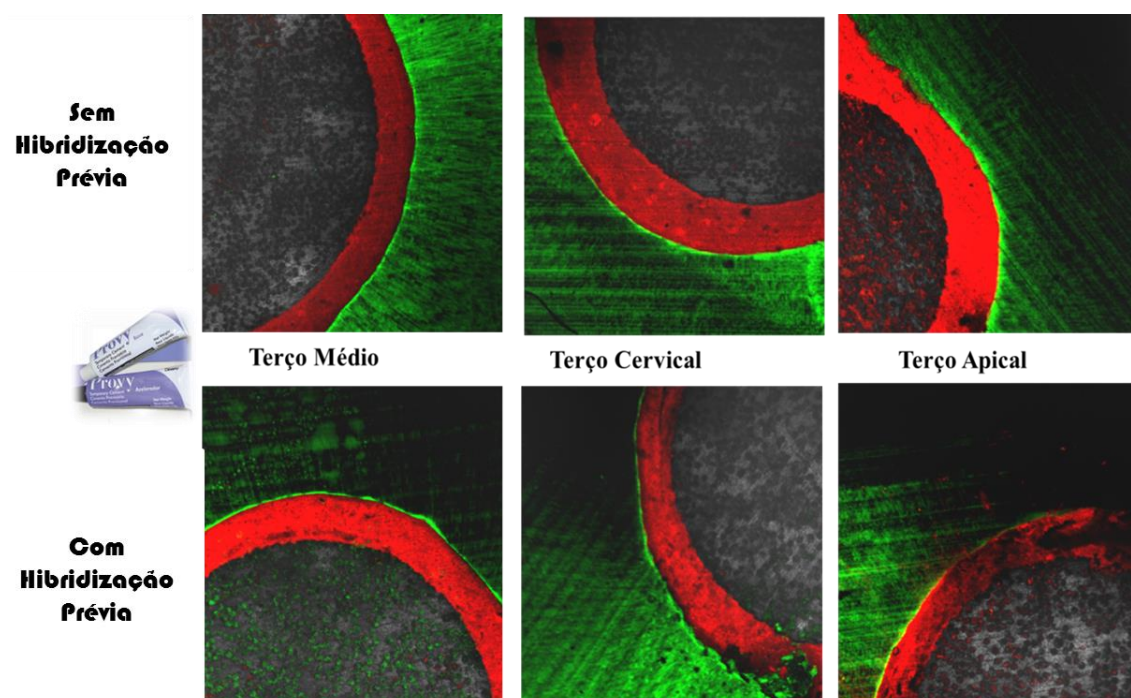


Fig. 11. Amostras representativas sem e com hibridização prévia associadas com cimento temporário Provy.

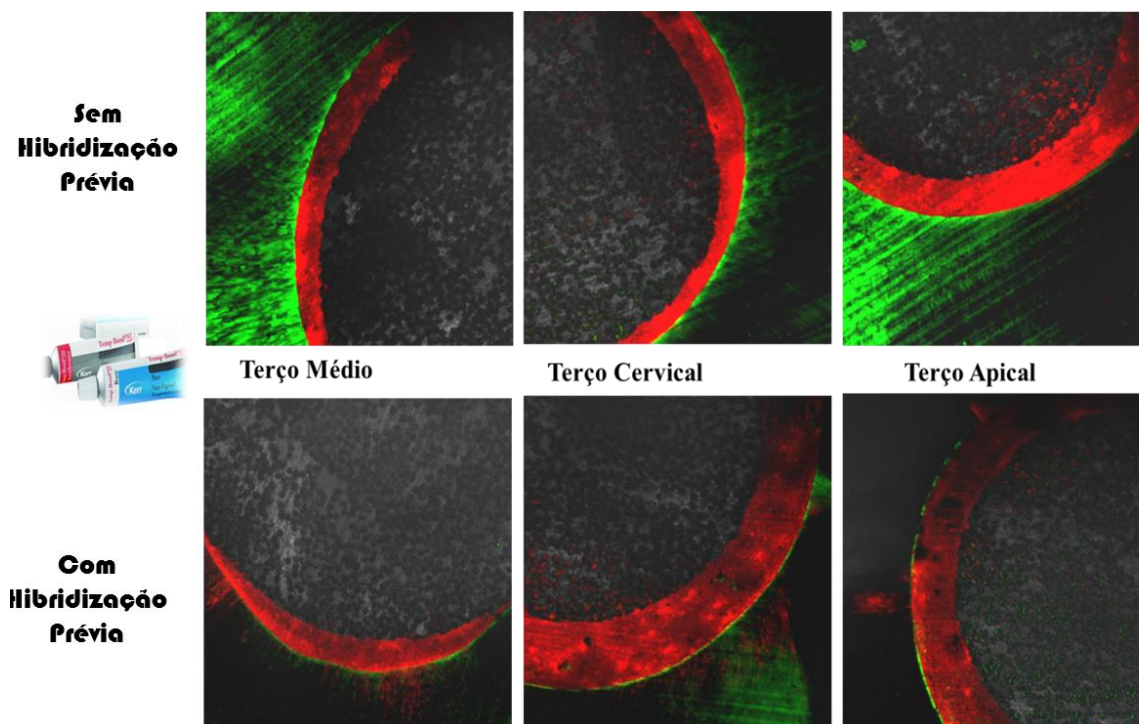
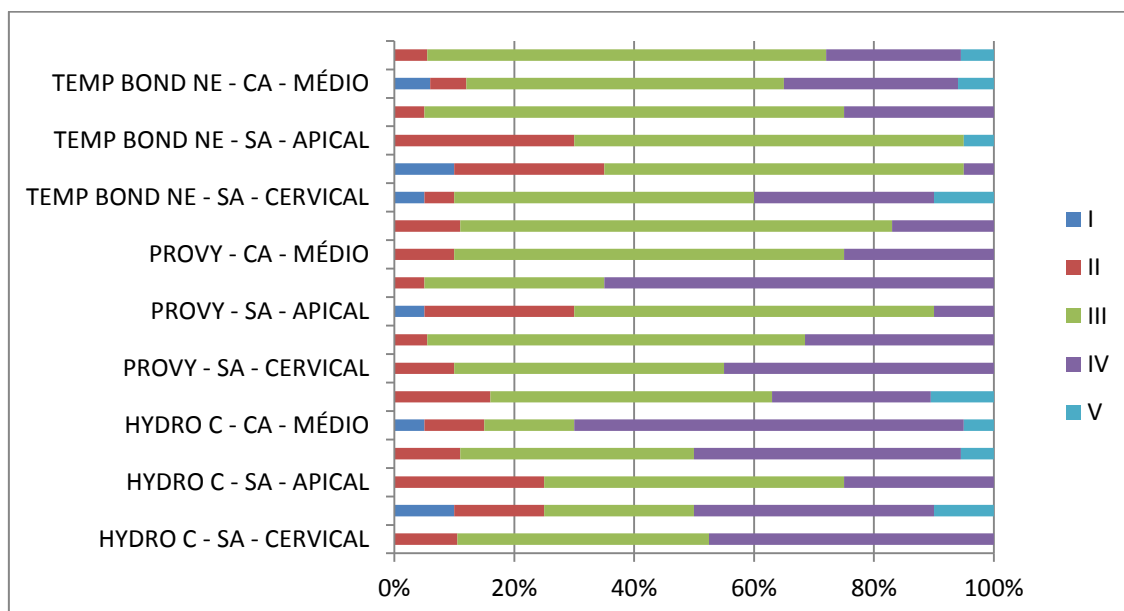


Fig. 12. Amostras representativas sem e com hibridização prévia associadas com cimento temporário Temp Bond NE.

Na análise de modo de falha usando microscópio estereoscópico mostrou os seguintes resultados. (Gráfico 1)

Gráfico 1 – Distribuição do modo de falha nos grupos experimentais (%).



Modo de falha, AC - com aplicação de sistema adesivo, SA - sem aplicação de sistema adesivo; I - Adesiva (entre pino e cimento), II - Mista (cimento cobrindo 0-50% do pino), III - Mista (cimento cobrindo 50-100% do pino), IV - Adesiva (entre dentina e cimento) e V - Coesiva em dentina.

## *DISCUSSÃO*

## 6 – DISCUSSÃO

A hipótese do presente trabalho foi aceita, uma vez que os resultados indicaram que a retenção dos pinos de fibra de vidro à dentina radicular representada pela resistência de união foi significativamente influenciada pelo uso de agente selador prévio ao cimento temporário.

Em se tratando de adesão quando o substrato dental é a dentina, substrato mais heterogêneo em comparação ao esmalte, a obtenção de uma adesão mais duradoura, ainda hoje é um desafio a vencer. Já que a dentina é um substrato naturalmente úmido. Diante disso, esse tecido requer uma técnica úmida de adesão, o que favoreceu o desenvolvimento de sistemas adesivos com formulações cada vez mais hidrofílicas possibilitando a retenção dos compósitos de resina à dentina. Quando se refere à dentina radicular, sabe-se que a morfologia dentinária dos canais radiculares em relação aos túbulos dentinários e densidade dependem da área examinada. No terço cervical, a densidade tubular é significativamente maior quando comparada ao terço médio e apical. As áreas de baixa densidade tubular, a camada híbrida é significativamente mais fina quando comparada aos terços médio e cervical, (Ferrari et al., 2000). Além disso, características marcantes ocorrem na estrutura de dentina apical, incluindo canais acessórios, áreas de reabsorção e reparos, quantidades irregulares de dentina secundária, além de tecido cementário recobrimo a parede apical do conduto radicular.

Em relação à hibridização prévia, optamos por utilizar um sistema adesivo autocondicionante de dois passos, uma vez que este sistema apresenta uma técnica com menor número de passos clínicos e é menos sensível. Além disso, a não necessidade da remoção do ácido por meio de lavagem e controle de umidade do substrato exime o operador de se preocupar com a umidade a ser mantida sobre a dentina no momento da aplicação do adesivo, diminuindo a possibilidade de colapso das fibrilas colágenas. Os adesivos autocondicionantes têm tendência a oferecerem maior estabilidade de união na dentina, já que possuem o *primer*, monômeros resinosos que

correspondem à função hidrofílica do material, o qual está em contato com a dentina e o adesivo, possui monômeros hidrofóbicos.

Com adesivos autocondicionantes, os processos de desmineralização e infiltração de resina estão idealmente realizados quase simultaneamente e com a mesma profundidade, devido à presença dos monômeros funcionais ácidos, que se infiltram e desmineralizam a superfície do dente ao mesmo tempo. A camada de smear layer e a fase mineral não são removidas a partir das superfícies, mas monômeros acídicos penetram no tecido através das porosidades da camada superficial da dentina. Isto facilita a interação dos monômeros tanto com a hidroxiapatita, bem como o colágeno do tecido. Outra consequência da desmineralização simultânea e infiltração dos adesivos autocondicionantes é a redução da aplicação clínica em comparação com os adesivos convencionais, bem como a redução significativa da sensibilidade pós-operatória devido à incorporação da smear layer e smear plugs na camada híbrida (Milia et al., 2012).

No que diz respeito ao cimento temporário, tem sido demonstrado que a contaminação da dentina com cimentos à base de óxido de zinco e eugenol pode interferir negativamente no processo de união de materiais poliméricos a esse substrato. Lembrando que a mistura entre o eugenol e óxido de zinco gera uma reação de quelação, reação essa reversível, já que a hidrólise do eugenolato na presença de umidade pode voltar a liberar o eugenol. Sua concentração vai sendo diminuída à medida que ele se move no sentido da câmara pulpar. Além disso, o eugenol pode desmineralizar a dentina, liberando cálcio, e esta reação reduzindo a sua taxa de difusão. Estes achados vão de encontro com os resultados Silva et al. em 2011, quando estes autores indicaram que o uso de material provisório óxido de zinco e eugenol (ZOE) por 24 horas prejudica a resistência ao cisalhamento de um adesivo autocondicionante à dentina e que a recuperação da resistência de união adequada ocorreu uma semana após a remoção do material de restauro intermédio. Da mesma forma, Takimoto et al. (2012) quando examinaram a resistência de união dentinária de cimentos autoadesivos após remoção de

cimentos temporários observaram que a contaminação com cimentos temporários propicia menor resistência de união. Em geral, os materiais temporários em dentina coronária são mecanicamente removidos com os instrumentos dentários, porém avaliações SEM das superfícies de dentina após mecânica remoção de materiais temporários mostram presença de cimento remanescente além da camada de smear layer (Terata et al., 1994; Erdemir et al., 2008). Os restos de materiais temporários poderiam reduzir a molhabilidade e a infiltração de adesivo para a estrutura do dente, podendo influenciar negativamente a formação da camada híbrida suficiente. Em contrapartida, Ribeiro et al. (2011) quando testaram a resistência de união dos sistemas adesivos total e autocondicionante à dentina coronária mostraram uma diminuição na resistência de união de ambos sistemas adesivos total e autocondicionante à dentina quando cimento temporário contendo eugenol foi empregado. Devido aos resultados obtidos no presente trabalho, a escolha do cimento temporário ao se realizar procedimentos provisórios em dentes que serão restaurados definitivamente com pinos de fibra e cimentação adesiva seja preferencial, uma vez que a resistência de união do pino de fibra de vidro não foi influenciada pelo tipo de cimento temporário utilizado anteriormente ao uso do agente selador. Mas quando possível, o espaço para o pino intra-radicular deve ser preparado apenas após a remoção de restauração provisória, eliminando com isto os remanescentes de cimentos temporários e dentina contaminada (Mesquita et al., 2010).

Estudos têm mostrados que a limpeza intra-radicular não é totalmente eficaz mesmo quando se utiliza aparelhos ultrassônicos, os quais atuam como um bom auxiliar na limpeza do canal, devido ao grande volume da solução irrigadora, ao tempo mais prolongado de ação da solução e por alcançar toda a extensão do canal radicular. Entretanto, a limpeza manual ainda é a técnica de limpeza intra-radicular mais utilizada pelos profissionais. Além disso, a ação de limpeza é aumentada pela potencialização das propriedades físico-químicas de solução irrigadora. Em relação às soluções irrigadoras, há uma diversificação das mesmas, sendo que o hipoclorito de sódio 0,5% tem apresentado maior capacidade de limpeza.

Foi utilizado nesse trabalho um cimento resinoso autoadesivo Relyx U200, que elimina a necessidade de pré-tratamento do dente (condicionamento ácido e sistema adesivo). A simplificação da técnica de cimentação adesiva é considerada a principal vantagem quanto ao uso dos cimentos resinosos autoadesivos, pois, segundo os fabricantes, estes sistemas dispensam o pré-tratamento do tecido dental, reduzindo a sensibilidade inerente à técnica de cimentação adesiva. Os cimentos autoadesivos parecem ser a melhor escolha clínica, devido à sua tolerância a umidade, polimerização intra-radicular confiável e altos valores de resistência adesiva (Mesquita et al., 2010). Entretanto, a aplicação de cimentos autoadesivos pode ser prejudicada quando o preparo do espaço para o pino é preparado antes do protocolo de cimentação provisória, ou seja, quando é realizada em substrato no qual a presença de resíduos impeça a adequada adaptação do material (Naumann et al., 2008). Frente ao contexto, podemos dar ênfase ao não uso de restauração provisória intra-radicular, de modo que em casos onde for possível, logo após o término do tratamento endodôntico realizar a cimentação do retentor intra-radicular. Assim, não ocorrerá a contaminação da dentina radicular com resíduos do cimento temporário e conseqüentemente, uma melhor resistência de união do pino de fibra de vidro. Embora, acreditamos que o uso do agente selador poderia aumentar a resistência de união de pino de fibra de vidro, vimos que a ausência de um agente selador no terço médio proporcionou maior resistência de união. Isso pode ser justificado pelas interações químicas que ocorrem entre o cimento resinoso autoadesivo e a hidroxiapatita que podem ser mais importante para a dentina radicular do que a capacidade do mesmo material para hibridizar a dentina (Bitter et al., 2009).

Relacionando o modo de falha ao terço radicular, em todos os terços radiculares o modo de falha predominante foi Mista (cimento cobrindo 50-100% do perímetro do pino), independente do grupo e cimento temporário utilizado. Esse resultado vai de encontro com estudo que mostra que a adesão entre o cimento resinoso e a dentina é considerada o ponto crítico na cimentação de um pino de fibra de vidro (Naumann et al. 2008). A presença da camada de smear layer, da qual faz com que muitos pesquisadores acreditem que sua

permanência sobre as paredes do canal e no interior dos túbulos dentinários pode atuar como barreira física interferindo na adesão e na penetração dos materiais seladores no interior dos túbulos dentinários. Estudos têm mostrado que a influência da profundidade do canal radicular, por causa da inadequada polimerização, diminui a resistência de união do terço cervical para apical, quando o sistema adesivo é aplicado nas paredes do canal, seguida por cimentação permanente usando cimento convencional (Menezes et al., 2008). No presente estudo, no entanto, observou-se que não houve diferença de resistência de união em relação ao terço radicular quando se realizou a hibridização do substrato, embora no trabalho, utilizou-se o cimento resinoso autoadesivo.

Finalmente, considerando-se os resultados obtidos neste estudo, parece sensato não indicar a utilização de agente selador (Clearfil SE Bond) para selamento da dentina radicular, quando se realiza procedimentos provisórios em dentes que serão restaurados definitivamente com pinos de fibra e cimentação autoadesiva. Uma vez que o uso do agente selador não apresentou resultados significativos, além de ser um procedimento clínico a mais durante o tratamento e aumentando o seu custo. Lembrando que mesmo fazendo uso de agente selador prévio ao cimento temporário, ainda permanece resíduos do material.

## CONCLUSÃO

## 7 – CONCLUSÃO

De acordo com resultados e limitações deste trabalho, pôde se concluir que o uso de agente selador prévio ao cimento temporário não resultou em maior resistência de união dos pinos de fibra de vidro à dentina radicular independente do tipo de cimento temporário, desconsiderando o terço radicular. Já no grupo com hibridização prévia antes da fixação das restaurações provisórias, os terços radiculares não apresentaram diferenças significativas entre si.

## REFERÊNCIAS

## 8 – REFERÊNCIAS

1. Abo El-Ela OA, Atta OA, El-Mowafy O. Microtensile Bond Strength of Nonmetallic Dowels Bonded to Radicular Dentin with Self-Etch Adhesives. *J Prosthodont*. 2009 Feb;18(2):167-71.
2. Anchieta RB, Rocha EP, Almeida EO, Freitas AC Jr, Martin M Jr, Martini AP, Archangelo CM, Ko CC. Influence of customized composite resin fiberglass posts on the mechanics of restored treated teeth. *Int Endod J*. 2012 Feb;45(2):146-55.
3. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Panyayong W, Tagami J. Regional Bond Strengths and Failure Analysis of Fiber Posts Bonded to Root Canal Dentin. *Oper Dent*. 2008 Nov-Dec;33(6):636-43.
4. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci*. 2009 Jun;117(3):326-33.
5. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):809-18.
6. D'Arcangelo C, Zazzeroni S, D'Amario M, Vadini M, De Angelis F, Trubiani O, Caputi S. Bond strengths of three types of fibre-reinforced post systems in various regions of root canals. *Int Endod J*. 2008 Apr;41(4):322-8.
7. De Goes MF, Giannini M, Di Hipólito V, Carrilho MR, Daronch M, Rueggeberg FA. Microtensile bond strength of adhesive systems to dentin with or without application of an intermediate flowable resin layer. *Braz Dent J*. 2008;19(1):51-6.
8. Dejak B, Młotkowski A. Finite element analysis of strength and adhesion of cast posts compared to glass fiber-reinforced composite resin posts in anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 2011 Feb;105(2):115-26.
9. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature—Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int*. 2007 Oct;38(9):733-43.

10. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008 Feb;39(2):117-29.
11. Erdemir A, Eldeniz AU, Belli S. Effect of temporary filling materials on repair bond strengths of composite resins. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008 Aug;86(2):303-9.
12. Faria-e-Silva AL, Menezes M de S, Silva FP, Reis GR, Moraes RR. Intraradicular dentin treatments and retention of fiber posts with self-adhesive resin cements. *Braz Oral Res.* 2013 Jan-Feb;27(1):14-9.
13. Feitosa VP, Medina AD, Puppini-Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effect of resin coat technique on bond strength of indirect restorations after thermal and load cycling. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2010;51(3):111-8.
14. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000 Oct;13(5):255-60.
15. Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional Bond Strengths to Root Canal Dentin of Fiber Posts Luted with Three Cementation Systems. *Braz Dent J.* 2011;22(6):460-7.
16. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J.* 2011 Jun;56 Suppl 1:77-83.
17. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2007 Jan;23(1):71-80.
18. Jindal S, Jindal R, Mahajan S, Dua R, Jain N, Sharma S. In vitro evaluation of the effect of post system and length on the fracture resistance of endodontically treated human anterior teeth. *Clin Oral Investig.* 2012 Jan 14.
19. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent.* 2006 Jul;96(1):41-6.

20. Menezes M, Faria-E-Silva A, Silva F, Reis G, Soares C, Stape T, Martins L. Etching a Fiber Post Surface with High-concentration Bleaching Agents. *Oper Dent*. 2013 Jul 12.
21. Menezes M, Queiroz EC, Soares PV, Faria-e-Silva AL, Soares CJ, Martins LR. Fiber Post Etching with Hydrogen Peroxide: Effect of Concentration and Application Time. *J Endod*. 2011 Mar;37(3):398-402.
22. Menezes MS, Queiroz EC, Campos RE, Martins LR, Soares CJ. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. *Int Endod J*. 2008 Jun;41(6):476-84.
23. MESQUITA, G. C.; VERISSIMO, C.; SANTOS FILHO, P. C. F.; SOARES, C. J.; MOTA, A. S. Influência da provisionalização na adesão final de pinos de fibra à dentina radicular. In: 27ª reunião Anual da SBPqO, 2010, Águas de Lindóia. Brazilian Oral Research, 2010.
24. Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des*. 2012;18(34):5542-52.
25. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface Treatments for Improving Bond Strength to Prefabricated Fiber Posts: A Literature Review. *Oper Dent*. 2008 May-Jun;33(3):346-55.
26. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year Survival Evaluation for Glass-fiber-supported Postendodontic Restoration: A Prospective Observational Clinical Study. *J Endod*. 2012 Apr;38(4):432-5.
27. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008 Aug;34(8):1006-10.
28. Okamoto K, Ino T, Iwase N, Shimizu E, Suzuki M, Satoh G, Ohkawa S, Fujisawa M. Three-dimensional Finite Element Analysis of Stress Distribution in Composite Resin Cores with Fiber Posts of Varying Diameters. *Dent Mater J*. 2008 Jan;27(1):49-55.
29. Onay EO, Korkmaz Y, Kiremitci A. Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass-fibre posts to radicular dentine. *Int Endod J*. 2010 Apr;43(4):259-68.

30. Othman HI, Elshinawy MI, Abdelaziz KM. Retention of fiber posts to the optimally and over-prepared dowel spaces. *J Adv Prosthodont*. 2013 Feb;5(1):16-20.
31. Pelegriane RA, De Martin AS, Cunha RS, Pelegriane AA, da Silveira Bueno CE. Influence of chemical irrigants on the tensile bond strength of an adhesive system used to cement glass fiber posts to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Nov;110(5):e73-6.
32. Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater*. 2006 Aug;22(8):752-8.
33. Pereira JR, Valle AL, Shiratori FK, Ghizoni JS, Melo MP. Influence of Intraradicular Post and Crown Ferrule on the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *Braz Dent J*. 2009;20(4):297-302.
34. Plotino G, Grande NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater*. 2007 Sep;23(9):1129-35.
35. Ribeiro JC, Coelho PG, Janal MN, Silva NR, Monteiro AJ, Fernandes CA. The influence of temporary cements on dental adhesive systems for luting cementation. *J Dent*. 2011 Mar;39(3):255-62.
36. Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, Ferrari M. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1174-7.
37. Silva JP, Queiroz DM, Azevedo LH, Leal LC, Rodrigues JL, Lima AF, Marchi GM, Brito-Júnior M, Faria-e-Silva AL. Effect of eugenol exposure time and post-removal delay on the bond strength of a self-etching adhesive to dentin. *Oper Dent*. 2011 Jan-Feb;36(1):66-71.
38. Soares CJ, Pereira JC, Valdivia AD, Novais VR, Meneses MS. Influence of resin cement and post configuration on bond strength to root dentine. *Int Endod J*. 2012 Feb;45(2):136-45.
39. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: Comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*. 2008 Oct;24(10):1405-11.

40. Soares CJ, Zanatta RF, Lima LK, Barreto BCF, Xavier TA, Tantbirojn D, Versluis A. Influence of Indenter and Base Size on Push-Out Tests. In: IADR General Session, 2013, Seattle - Washington. IADR General Session Abstracts, 2013
41. Takimoto M, Ishii R, Iino M, Shimizu Y, Tsujimoto A, Takamizawa T, Ando S, Miyazaki M. Influence of temporary cement contamination on the surface free energy and dentine bond strength of self-adhesive cements. *J Dent*. 2012 Feb;40(2):131-8.
42. Terata R, Nakashima K, Obara M, Kubota M. Characterization of Enamel and Dentin Surfaces after Removal of Temporary Cement -Effect of Temporary Cement on Tensile Bond Strength of Resin Luting Cement. *Dent Mater J*. 1994 Dec;13(2):148-54.
43. Theodosopoulou JN, Chochlidakis KM. A Systematic Review of Dowel (Post) and Core Materials and Systems. *J Prosthodont*. 2009 Aug;18(6):464-72.
44. Torabi K, Fattahi F. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored by different FRC posts: An in vitro study. *Indian J Dent Res*. 2009 Jul-Sep;20(3):282-7.
45. Zhang L, Huang L, Xiong Y, Fang M, Chen JH, Ferrari M. Effect of post-space treatment on retention of fiber posts in different root regions using two self-etching systems. *Eur J Oral Sci*. 2008 Jun;116(3):280-6.
46. Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater*. 2012 Mar;28(3):287-97.