



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



**“AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO  
CIMENTADOS A PARTIR DE DIFERENTES PADRÕES DE EVAPORAÇÃO DO  
SILANO E DO SISTEMA ADESIVO”**

Jéssica Santos Raimundi Carlos Pereira

PIRACICABA

2013

i



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Aluna: Jéssica Santos Raimundi Carlos Pereira

“AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO  
CIMENTADOS A PARTIR DE DIFERENTES PADRÕES DE EVAPORAÇÃO DO  
SILANO E DO SISTEMA ADESIVO”

Orientadora: Giselle Maria Marchi Baron

Co-orientadora: Larissa Sgarbosa Napoleão de Araújo

PIRACICABA

2013

ii



ANEXO 2

**CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR**

Declaro que o (a) aluno (a) Jéssica Santos Raimundi Carlos Pereira RA 102763 esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Avaliação da Resistência de União de Pinos de Fibra de Vidro cimentados à partir de diferentes padrões de evaporação do Silano e do Sistema Adesivo**” no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 19 de SETEMBRO de 2013.

GISELLE MARIA MARCHI BARON

(Nome e assinatura do orientador)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

P414a Pereira, Jéssica Santos Raimundi Carlos, 1991-  
Avaliação da resistência à união de pinos de fibra  
de vidro cimentados a partir de diferentes padrões de  
evaporação do silano e do sistema adesivo / Jéssica  
Santos Raimundi Carlos Pereira. -- Piracicaba, SP:  
[s.n.], 2013.

Orientador: Giselle Maria Marchi Baron.

Coorientador: Larissa Sgarbosa Napoleão de  
Araújo.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –  
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba.

1. Dentina. 2. Adesão. I. Baron, Giselle Maria  
Marchi, 1970- II. Araújo, Larissa Sgarbosa Napoleão  
de, 1984- III. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em especial aos meus pais Kemper e Patrícia que sempre me apoiaram para sair de tão longe e de perto deles, para fazer uma excelente faculdade e ser uma ótima profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Ele lá em cima, que me deu forças em todos os momentos difíceis que passei durante a faculdade. Juntamente à Ele, meus pais Kemper e Patrícia, minha irmã Priscila e minha prima Laís, que sempre apoiaram minhas decisões e me orientaram para estar aonde estou. E, especialmente, pela Bolsa de Estudo que me foi concedida durante minha Iniciação Científica.

Agradeço a minha orientadora e uma das melhores professoras que já tive, Professora Giselle Maria Marchi Baron, por ter me ajudado em tudo que precisei. Juntamente a ela, gostaria de agradecer a minha amiga e co-orientadora Larissa Sgarbosa Napoleão de Araújo, por ter me ajudado no projeto desde o começo, nunca medindo esforços e sempre tentando ajudar, fazendo tudo da maneira mais correta e bem feita.

Agradeço a minha sala da qual carregarei a grande maioria em minha memória e coração, por termos passado esses quatro anos juntos de alegrias, brigas, risadas, cumplicidade e companheirismo, fora os desesperos da clínica. Obrigada a todos, em especial minhas amigas mais próximas Thaís Machado, Beatriz Capelli, Rafaela Mazutti, Bárbara Bruna, Maria Giullia Pucciarelli, Heloísa Pantaroto e Pâmela Motta, que apesar de seguirmos caminhos diferentes, seremos sempre amigas.

E não menos importante, agradeço à todos os professores que me passaram um pouco de seus conhecimentos, em aulas e clínicas. Obrigada a todos!

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes temperaturas para volatilização do Silano e do Sistema Adesivo sobre a Resistência de União (RU) da interface adesiva entre pinos de fibra de vidro, cimento resinoso e dentina radicular. Foram selecionadas 40 raízes de incisivos inferiores bovinos com dimensões semelhantes e separadas em 4 grupos experimentais (n=10), de acordo com o padrão de evaporação do Silano e Sistema Adesivo realizados, sendo 10 utilizadas para avaliação da RU após volatilização com jato de ar aquecido a 40°C, e 10 para avaliação da RU após volatilização com jato de ar a temperatura ambiente (23°C). Os grupos formados estão descritos a seguir: Grupo 1- volatilização do Sistema Adesivo e do Silano à temperatura ambiente 23°C (n=10); Grupo 2- volatilização do Sistema Adesivo com jato de ar aquecido à 40°C e volatilização do Silano à temperatura ambiente 23°C (n=10); Grupo 3- volatilização do Sistema Adesivo e do Silano com jato de ar aquecido à 40°C (n=10) e Grupo 4- volatilização do Sistema Adesivo à temperatura ambiente 23°C e volatilização do Silano com jato de ar aquecido à 40°C (n=10). Após a cimentação dos pinos pré-fabricados, foram confeccionados núcleos de preenchimento sobre estes. O teste de *push-out* foi realizado a uma velocidade de 0,5mm/min e os valores expressos em MPa. Os valores do teste *push-out* de cada grupo foram tabulados e analisados quanto a sua normalidade através de Anova e teste Tukey. Os resultados deste estudo mostraram que as raízes que receberam o tratamento com jato de ar aquecido no silano e no primer (S40+P40) apresentaram maiores valores de Resistência de União, quando comparadas à raízes que receberam o tratamento com jato de ar à temperatura ambiente no silano e no primer (S23+P23) (p<0,05). O grupo S23+P40 apresentou valores intermediários de resistência de união.

PALAVRAS-CHAVE: Volatilização, Aquecimento, Adesão, Dentina Radicular.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different temperatures for volatilization of Silane and Bonding Systems on the Bond Strength of adhesive interface between fiber posts, radicular dentin and resin cement. Were selected lower incisors roots 40 cattle with similar dimensions, and separated into 4 experimental groups (n=10), according to the evaporation of Silane and Bonding Systems held, 10 being used for evaluation of the Bond Strength after volatilization with air jet heated to 40° C, and 10 to evaluation of Bond Strength after volatilization with air ambient temperature (23°C). The groups are described below: Group 1- volatilization of the Silane and Bonding Systems at ambient temperature 23°C (n=10); Group 2- volatilization of Bonding Systems with air jet heated to 40° C and volatilization of the Silane with air ambient temperature 23°C (n=10); Group 3- volatilization of the Silane and Bonding Systems with air jet heated to 40° C (n=10) and Group 4- volatilization of Bonding Systems at ambient temperature 23°C and volatilization of the Silane with air jet heated to 40°C (n=10). After prefabricated fiber posts cementation, were made fill nucleus on these. The push-out test was realized at a speed of 0,5mm/min and the values expressed in MPa. The push-out values test from each group were tabulated and analyzed by ANOVA and Tukey Test. The results showed that roots which received warm air-drying on silane and primer (S40+P40) showed higher bond strength, when compared to the roots which received silane and primer (S23+P23) at 23°C. The group S23+P40 showed intermediate values of bond strength.

KEYWORDS: Volatilization, Heating, Adherence, Root Dentin.

## SUMÁRIO

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Introdução .....  | 1  |
| 2.   | Revisão de Literatura .....   | 3  |
| 3.   | Proposição.....   | 11 |
| 4.   | Materiais e Métodos .....   | 12 |
| 4.1. | Delineamento experimental .....   | 12 |
| 4.2. | Coleta, armazenamento e preparo inicial dos dentes.....                     | 12 |
| 4.3. | Preparo do conduto radicular e cimentação dos pinos de fibra de vidro ..... | 13 |
| 4.4. | Divisão dos grupos experimentais para Resistência de União (RU) .....       | 13 |
| 4.5. | Temperatura de volatilização.....   | 18 |
| 4.6. | Fotoativação.....   | 19 |
| 4.7. | Resistência de União.....   | 20 |
| 5.   | Resultados .....  | 22 |
| 6.   | Discussão .....   | 23 |
| 7.   | Conclusões .....  | 26 |
|      | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 27 |

## 1. INTRODUÇÃO

Nas situações clínicas em que há grande perda da estrutura coronária, para a reabilitação funcional de dentes tratados endodonticamente, recomenda-se o uso de retentores radiculares como tratamento adicional para estabilizar e reter o material restaurador (Assif & Gorfil, 1994; Christensen, 1996). No entanto, os pinos não são capazes de reforçar a estrutura dentária, uma vez que a dentina removida durante o preparo do conduto para a fixação do pino determina uma redução na resistência da raiz, que não é recuperada com a cimentação da retenção intrarradicular (Dietschi et al., 2008).

Dessa forma, nos casos de necessidade da utilização dos retentores radiculares, os pinos de fibra de vidro tornam-se os materiais de eleição, pois apresentam módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina radicular e permitem, quando fixados com cimento resinoso, uma distribuição mais homogênea das forças que incidem sobre o dente (Eskitascioglu *et al.*, 2002).

Para a cimentação dos pinos de fibra de vidro é necessária a utilização de sistemas adesivos associados a cimentos resinosos, porém, a polimerização completa destes adesivos na região mais apical do canal é crítica pela dificuldade de passagem de luz visível por toda a extensão do canal, o que poderia interferir na formação de uma camada híbrida de qualidade nessa região.

Aliado a isso, para a ocorrência do processo de hibridização de alta qualidade e para que ocorra a infiltração satisfatória de monômeros resinosos no substrato desmineralizado, é necessária adequada volatilização da água e de solventes orgânicos presentes nos sistemas adesivos (Gianinni *et al.*, 2008). Araújo *et al.* (2011) avaliaram o efeito da volatilização de amostras de sistemas adesivos previamente a sua polimerização através de jato de ar aquecido, sendo apresentados resultados promissores com relação às propriedades mecânicas e ao grau de conversão desses materiais devido a maior evaporação dos solventes.

O tratamento de superfície dos retentores radiculares é um procedimento capaz de melhorar a retenção dos pinos ao canal radicular. Atualmente, os agentes de acoplamento de silano são usados como promotores de adesão. Estes são eficazes

para melhorar a adesão entre resina composta e cerâmica baseada em sílica. (Lung C.Y *et al.*, 2012).

Um fato que pode comprometer a ação do silano é a incompleta evaporação do solvente (Monticelli *et al.*, 2008; Perdigão *et al.*, 2006). Assim, a volatilização com jato de ar aquecido poderia eliminar mais facilmente o etanol e os seus subprodutos, melhorando as suas propriedades mecânicas (Monticelli *et al.*, 2006). Monticelli *et al.* (2005) comprovou que os pinos quando submetidos à aplicação do silano e posterior aquecimento, apresentam remoção do solvente facilitada, propiciando a estabilidade química, o que pode interferir positivamente na adesão dos pinos ao cimento resinoso.

Assim, o sucesso e longevidade de restaurações retidas com pinos de fibra de vidro, dependem, sobremaneira, da eficiência da cimentação adesiva do pino intrarradicular à dentina do canal (Goracci *et al.*, 2004). O jato de ar quente promove a movimentação mais rápida das moléculas de um líquido, elevando a sua temperatura (Anusavice, 2005). Assim, moléculas supostamente mais próximas, podem interagir mais facilmente entre si o que pode elevar suas propriedades.

Tendo em vista que um dos maiores problemas encontrados na utilização de pinos é a dificuldade de se obter adequada adesão, torna-se pertinente buscar a associação de protocolos clínicos viáveis que permitam uma volatilização mais vigorosa, através de jato de ar aquecido, dos solventes presentes em sistemas adesivos no canal radicular e do silano como tratamento superficial do pino, verificando se estes protocolos seriam capazes de aumentar a adesão entre os pinos radiculares, material resinoso e dentina intrarradicular.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

**ASSIF & GORFIL, et al., 1994**, reportaram em seu estudo que vários conceitos de tratamento odontológico tem sido estabelecidos sem a documentação adequada, como restauração de dentes tratados endodonticamente. Afirmar que alguns pesquisadores e dentistas recomendam fortemente a colocação de pinos com a restauração para fortalecer a raiz. Por outro lado, lembram que outros estudos afirmam que os pinos podem enfraquecer substancialmente as raízes e devem ser evitados. Uma abordagem adicional sugeriu que os pinos não melhoram a resistência à fratura durante a oclusão e não oferecem suporte a restauração. Problemas biomecânicos são analisados, e abordagens clínicas recomendadas são apresentadas neste estudo.

**ASMUSSEN et al., 1999** objetivaram em seu estudo determinar a rigidez, limite de elasticidade e a resistência de uma seleção de pinos endodônticos recentemente introduzidos no mercado. Para isso pinos endodônticos de zircônia (Biopost, Cerapost), titânio (PCR), e fibra de carbono (Composipost) foram cimentados em um bloco de latão e testados em um ângulo de 45 graus em uma máquina de teste Instron. Foram utilizadas 10 amostras por grupo. Os resultados deste estudo mostraram que os pinos cerâmicos foram muito rígidos e resistentes, com nenhum comportamento plástico. O pino de PCR foi tão forte quanto, mas menos rígido do que os pinos de cerâmica. Composipost apresentaram os menores valores para a rigidez, limite de elasticidade e força entre os pinos investigados.

**ESKITASCIUGLU et al., 2002**, teve como objetivo, comparar um laminado de pino de fibra (FCL) e um sistema núcleo convencionalmente fundido, usando dois métodos diferentes. O primeiro método foi um teste de força de fratura convencional, e o segundo foi um método finito elementar de análise de estresse (FEM). Para o teste convencional de força de fratura, foram utilizados 20 incisivos centrais superiores. Os

dentos, tratados endodonticamente foram restaurados com dois pinos. Após, uma força de carregamento foi aplicada nos dentes à uma velocidade de 5mm/min na angulação de 45 graus com o longo eixo do dente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas de pino ( $p > 0,05$ ). Para a análise FEM, utilizou-se um pseudomodelo tridimensional dos incisivos centrais da maxila, teoricamente restaurados com um núcleo fundido ou um FCL. A análise foi realizada utilizando um programa de análise estrutural (SAP90). A análise FEM, mostrou que o estresse estava acumulado dentro do sistema de núcleo fundido, e a transmissão do estresse para as estruturas de apoio e o dente, estava baixa. Esta é uma vantagem para o dente e os tecidos de suporte. Quando o sistema de pino de fibra FCL foi avaliado pela FEM, os resultados indicaram que este sistema transferiu estresse para estruturas de apoio e para os dentes, enquanto a acumulação de estresse dentro do sistema de pino foi baixa. Esta é uma vantagem para as restaurações, mas desvantagem para os tecidos de suporte.

**GORACCI *et al.*, em 2004**, teve como objetivo do estudo, comparar as variantes da técnica de microtração da remoção (trimming) e não remoção (non-trimming), com o teste de micro push-out na capacidade de medir com precisão a resistência adesiva de pinos de fibra cimentados dentro dos canais radiculares. Em 15 dentes tratados endodonticamente (grupo A), pinos de fibra foram cimentados com Excite DSD em combinação com Variolink II (Ivoclar-Vivadent). Em 15 raízes, RelyX Unicem (3M-ESPE) foi usada para cimentação do pino de fibra (grupo B). Dentro de cada grupo, a força de resistência de união de pinos de fibra cimentados foi avaliada através da técnica de microtração, assim como, o teste push out. O grande número de falhas prematuras (16,9% no grupo A, 27,5% no grupo B) e o achado de elevados valores de desvio-padrão, fazem questionável a confiança da técnica de microtração de remoção. Com a técnica de microtração de não remoção, somente cinco bastões foram obtidos, de um total de seis raízes. As restantes amostras falharam prematuramente durante a fase de corte. Com o teste push out, não ocorreu nenhuma falha prematura, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável, e as diferenças regionais na força

de ligação entre os níveis de raiz, podem ser avaliadas. Valores relativamente baixos de resistência foram, em geral, agravados pela cimentação de pinos de fibra. Em conclusão, quando se mede a força de união da cimentação de pinos de fibra, o teste de push out parece ser mais confiável do que a técnica de microtração.

O livro Phillips do autor **ANUSAVICE (2005)** representa um panorama geral e abrangente sobre composição, biocompatibilidade, propriedades físicas, variáveis de manipulação e desempenho de materiais restauradores diretos e indiretos, e materiais auxiliares usados em odontologia. O Capítulo 2 fala sobre as Mudanças de Estado, Ligações Interatômicas, Distância Interatômica, Energia de Ligação, Energia Térmica, Estrutura Cristalina, Difusão, Adesão e União e sobre Adesão à estrutura Dental.

**MONTICELLI et al., 2006** teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes agentes do silano e registrarem as temperaturas na resistência adesiva de pinos de fibra de quartzo de resina composta translúcidos. Para isto, a superfície do pino foi tratada com peróxido de hidrogênio à 10% de volume, por 20 minutos. Um agente de acoplamento de dois líquidos contendo 4-metacriloxietil trimeliato anidrito (4-META) e trimetoxicil propil metacrilato (MPTS) e dois componentes únicos de silano pré-hidrolisado contendo 3- metacriloxilpropiltrimetoxilsilano (3-MPS) e glicídio-oxi-propiltrimetil-oxi-silano (GPS), respectivamente, foram utilizados para o tratamento de pinos de fibra. Foram aplicadas duas diferentes temperaturas de secagem (21 e 38°C) após silanização do pino. Uma resina composta de dupla-polimerização (Core Paste XP) foi selecionada para a confecção do núcleo ao redor do pino, obtendo amostras cilíndricas que foram cortadas em série em feixes e posteriormente carregadas em tensão (TBS) à uma velocidade de 1mm/min até a quebra. Os dados da resistência de união foram analisados estaticamente e os resultados indicaram que a secagem ao ar quente determinou significativamente mais alta resistência de união ( $p < 0,001$ ) para glicídio-oxi-propiltrimetil-oxi-silano (11.6 MPa) e 4-metacriloxietil trimeliato anidrito e trimetoxicil propil metacrilato silano (11.7 MPa). Estes dois sistemas exibiram valores de

resistência de união mais baixos (6.9 e 8.8 MPa, respectivamente) do que o 3-metacriloxilpropiltrimetoxilsilano (11.0 MPa) quando seco à 21°C. Nenhuma diferença estatística foi registrada para 3-metacriloxilpropiltrimetoxilsilano quando seco à 21 ou 38°C. Isto significa que a composição do agente de acoplamento de silano, em termos de conteúdo ácido, taxa de solvente ou grau de hidrólise, podem influenciar a resistência de união entre a resina/pino, quando secado em 21°C. Secagem à 38°C provavelmente facilitará a evaporação dos solventes presentes no agente de silano, resultando em uma maior resistência da resina composta para o pino de fibra.

**PERDIGÃO *et al.*, em 2006** avaliou um estudo onde foram desenvolvidos pinos estéticos para maximizar a fundação de restaurações estéticas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do silano sobre a resistência de união de três pinos reforçados com fibra de resina (pinos de fibra). Cinquenta e quatro dentes humanos, sendo incisivos centrais e caninos, foram tratados endodonticamente. D.T Ligh Post (DT, Blsco), FRC Postec (FR, Ivoclar Vivadent) e ParaPost Fiver White (PP, Coltène/Whaledent) foram inseridos usando o sistema de resina adesiva fornecido pelo respectivo fabricante. Para metade das amostras em cada grupo, os pinos de fibra foram tratados com uma solução de silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent). Um teste de push-out foi realizado em três diferentes seções de cada raiz para medir a resistência de união. Nos resultados, observaram que o uso do silano não resultou em qualquer diferença estatisticamente significativa em qualquer nível da raiz. O silano não teve nenhum resultado diferentemente significativo na resistência de união (MPa) para cada um dos pinos. Quando os dados foram agrupados, o uso do silano não obteve nenhum resultado estatisticamente significativo de diferentes resistência de união em  $P > 0,403$ : Sem Silano = 12.7 +/- 8.4; Com Silano = 14.1 +/- 7.0. O terço coronal da raiz (17.5 +/- 6.7) resultou em maior resistência de união, estatisticamente, do que o terço médio (12.9 +/- 6.8) e do que o terço apical (9.8 +/- 7.3) em  $P < 0,002$  e  $P < 0,0001$ , respectivamente. O terço médio e o terço apical resultaram em nenhuma diferença estatisticamente significativa de resistência de união um ao outro em  $P > 0,417$ : DT = 14.7 +/- 6.8 MPa; FR = 13.3 +/- 6.6 MPa; PP= 12.2 +/- 6.6 MPa. Isto significa, que o uso

de um acoplamento de silano não aumentou a resistência de união de push-out de três pinos de fibra utilizados neste estudo. Todos os pinos foram unidos à dentina radicular sem diferença de resistência. A ligação é mais previsível a nível mais coronal da raiz.

A revisão de literatura de **MONTICELLI *et al.*, em 2008**, resumiu pesquisas sobre tratamento de superfície de pinos de fibra e forneceu informações relacionadas ao benefício na melhoria da resistência de união de compósitos, baseado nos resultados de trabalhos científicos originais completos de revisão periódicas listadas no PubMed. A pesquisa foi realizada utilizando os termos "pinos de fibra", "tratamento de superfície", "condicionamento de superfície", "gravura" e "jateamento". Um número consistente de estudos "in vitro" que investigou o tratamento de superfície de pinos de fibra na tentativa de melhorar a resistência de união, foram publicados até a data da revisão de literatura realizada. Os resultados obtidos foram resumidos nas seguintes categorias: tratamento químico e tratamento micro mecânico de superfície de pinos de fibra (ou uma combinação dos dois princípios). A maioria dos dados da literatura disponível, é baseado nos estudos que investigaram diferentes tratamentos superficiais de pinos. De acordo com os resultados "in vitro", superfícies condicionadas melhoram as propriedades de ligação de pinos de fibra, e a resistência de união de pinos de fibra pré- tratados para materiais restauradores é satisfatório. Foi concluído que estudos clínicos a longo prazo são necessários antes de fazer uma recomendação geral para a sua utilização.

**GIANNINI *et al.*, em 2008**, avaliaram o efeito de diferentes técnicas para evaporação de solvente (evaporação por 30s, evaporação por 60s, evaporação por 30s seguida de jato de ar por 10s, evaporação por 60s seguida de jato de ar por 10s) no grau de conversão de sete sistemas simplificados (Excite/ Ivoclar Vivadent, One Step/ Bisco, OptiBond Solo Plus/ Kerr, Prime& Bond 2.1/ Dentsply, Prime& Bond NT/ Dentsply, Single Bond/ 3M ESPE, Single Bond Plus/ 3M ESPE). O grau de conversão obtido por OptiBond Solo Plus, Prime& Bond 2.1, Prime& Bond NT e Single Bond Plus

não foi afetado pelas diferentes condições de evaporação. Excite não demonstrou necessidade de volatilização por jato de ar para atingir maior grau de conversão. One Step e Single Bond apresentaram maior grau de conversão após a volatilização por jato de ar. Os autores concluíram que, para alguns sistemas adesivos, uma inadequada etapa de volatilização pode interferir na polimerização, reduzindo a conversão dos monômeros.

A restauração de dentes tratados endodonticamente há muito tempo tem sido orientada por conceitos empíricos, ao invés de conceitos biomecânicos. **DIETSCHI et al., em 2008** apresentou em sua revisão de literatura, conhecimentos sobre mudanças nas estruturas do tecido e propriedades após terapia endodôntica, bem como o comportamento de dentes restaurados em ensaios mecânicos monotônicos ou análise de elementos finitos. E teve como objetivo, rever o conhecimento atual sobre as várias interfaces de dentes restaurados, dentes desvitalizados e seu comportamento em fadiga e estudos clínicos. Para isto, seu processo básico de pesquisa, incluiu uma revisão sistemática dos artigos contidos no banco de dados do PubMed/Medline, datados entre 1990 e 2005, usando simples ou combinadas palavras-chaves para obter a lista mais abrangente de referências; a leitura das referências das referências completou a sua revisão. Concluiu-se que dentes desvitalizados restaurados com resina composta ou resina composta combinada com pino de fibra de vidro, resistiu à testes de fadiga e atualmente representam a melhor opção de tratamento. Em comparação com metais rígidos e/ou pinos de cerâmica, quando resina composta ou pinos composto de resina/fibra falhar, a ocorrência de defeitos interfaciais ou severos colapsos nos dentes é menos provável. A adesão na raiz, no entanto, permanece um desafio por causa da desfavorável configuração ovóide do canal, assim como a microestrutura crítica da dentina nas partes mais profundas do canal. Assim, são recomendadas combinações específicas de adesivos e cimentos. O desempenho clínico das restaurações de pinos e núcleos provou satisfatoriamente, globalmente, em particular com uma abordagem restauradora contemporânea usando pinos compostos de resina e fibra.No entanto, a literatura clínica não pode clarear isoladamente ou identificar

parâmetros críticos exatos para o sucesso. Este, por sua vez, enfatiza a importância e relevância dos estudos "in vitro" para melhorar ainda mais a qualidade e estabilidade a longo prazo das fundações protéticas.

**ARAÚJO, 2011** avaliou, em sua dissertação de Mestrado, a influência de diferentes tempos (5s, 10s, 20s) e temperaturas ( $\pm 23^{\circ}$ ,  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ ) para volatilização de sistemas adesivos [Excite (EX) e Single Bond 2 (SB)] sobre o grau de conversão (GC), resistência coesiva (RC), módulo de elasticidade (ME) e resistência à flexão (RF). Para a análise da RC, RF e ME cada corpo de prova foi confeccionado a partir de uma matriz de silicone por adição em forma de barra. Sobre a matriz, foram dispensados 10  $\mu\text{L}$  de adesivo após receberem leve jato de ar com tempo e temperatura variando de acordo com cada grupo, e fotoativados. Para análise de RC (n=10), os corpos de prova foram fixados à Máquina de Ensaio com célula de carga de 200N, e para RF e ME (n=5) com carga de 50N, realizados a 0,5mm/ min, até a ruptura da amostra. Para mensuração do GC (n=5) foram dispensados 3 $\mu\text{L}$  de adesivo sobre o cristal e utilizada espectroscopia de transmissão infravermelha de Fourier (FTIR) na faixa de 1665 a 1580  $\text{cm}^{-1}$ . Os resultados deste estudo indicaram que há uma superioridade do adesivo à base de etanol sobre os que associam etanol e água. De modo geral, a volatilização por 20s elevou o desempenho dos sistemas adesivos testados. A volatilização com altas temperaturas dos sistemas adesivos avaliados, elevou o GC bem como as propriedades mecânicas dos mesmos. De modo geral o jato de ar aquecido elevou a resistência coesiva dos adesivos à base de etanol.

**LUNG et al., em 2012** tiveram como objetivo, dar uma visão geral dos aspectos do acoplamento de agentes do silano e condicionamento de superfície na Odontologia. Atualmente, o acoplamento de agentes do silano são usados como promotores de adesão. Silanos são efetivos na melhoria da adesão entre resina composta e cerâmicas à base de sílica. Eles não unem efetivamente em materiais dentários restauradores sem sílica. Esta atual visão global, incidirá sobre os agentes de

acoplamento de silano: suas propriedades, limitações na promoção de adesão e os problemas clínicos com o uso de silano. Também incidirá na atual superfície de métodos de condicionamento, bem como em novas técnicas de condicionamento de superfície para melhorar a ligação através de abordagens da convencional silanização. Vários métodos de condicionamento de superfície estão sendo usados clinicamente para aumentar a adesão da resina composta de materiais restauradores sem sílica. Outras abordagens estão sob investigação. O problema clínico do uso de silano em promoção de adesão, é a degradação de ligação ao longo do tempo no ambiente oral. Os agentes de acoplamento de silano atual, não são ideais. Os agentes de acoplamento do silano atual podem cumprir os requisitos mínimos na prática clínica para melhorar a ligação de resina composta de materiais restauradores odontológicos. Desenvolvimentos de um novo método de condicionamento de superfície e agente de acoplamento de silano, são necessários para resolver o problema de durabilidade de ligação.

### 3. PROPOSIÇÃO

Avaliar, *in vitro*, a resistência à união de pinos de fibra de vidro cimentados através da utilização de diferentes padrões de volatilização de sistema adesivo (primer) na dentina radicular e do silano como tratamento superficial do pino.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. *Delineamento experimental*

#### 4.1.1. *Unidades experimentais:*

40 raízes de incisivos inferiores bovinos.

#### 4.1.2. *Fatores em estudo:*

Temperatura de volatilização do silano no pino em 2 níveis (23°C temperatura ambiente e 40°C- ar quente)

Temperatura de volatilização do sistema adesivo (*primer*) Scotchbond Multipurpose na dentina radicular em 2 níveis (23°C- temperatura ambiente e 40°C- ar quente).

#### 4.1.3. *Variável de resposta:*

- Resistência de união - *Push out* (MPa)

### 4.2. *Coleta, armazenamento e preparo inicial dos dentes*

Para a realização deste trabalho foram utilizadas 40 raízes de incisivos bovinos, armazenadas em solução de timol 0,1%. Os dentes foram limpos com auxílio de lâminas de bisturi e curetas periodontais, e as coroas foram removidas utilizando-se um disco diamantado dupla-face (KG Sorensen, Sao Paulo-SP, Brasil) em baixa rotação, sob refrigeração constante. Esta secção coroa-raiz foi realizada de modo a obter-se seguimentos de 17mm de remanescente radicular. Em seguida, as raízes foram selecionadas, utilizando como critérios de exclusão o diâmetro dos canais radiculares, sendo excluídos do trabalho aqueles que não apresentaram formato circular e/ou tiveram diâmetro maior que 1,5mm; raízes com grandes curvaturas e com ápice radicular aberto também foram descartadas. Para a mensuração do diâmetro correto dos canais radiculares, foram excluídas as raízes que apresentaram condutos onde a broca Largo #5, escolhida para utilização no preparo dos condutos, entrasse passivamente.

#### 4.3. ***Preparo do conduto radicular e cimentação dos pinos de fibra de vidro***

Os canais radiculares foram instrumentados utilizando brocas Largo #5, para que o diâmetro do conduto apresentassem 1,5mm, sendo ideal para a cimentação do pino de fibra #3 (Reforpost – Angelus Produtos Odontológicos, Londrina, Paraná, Brasil), até 17mm, sendo que 5mm foram obturados utilizando apenas cones de gutta-percha medium large (Dentsply Industria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil), restando 12mm para a cimentação dos pinos. Estas raízes foram, aleatoriamente, divididas em 4 grupos (n=10), de acordo com o grupo em questão.

#### 4.4. ***Divisão dos grupos experimentais para Resistência de União (RU)***

Para a análise da RU (n=10) foram formados 4 grupos de acordo com a temperatura de volatilização, do sistema adesivo (primer) a ser aplicado na dentina radicular e do silano aplicado no pino de fibra de vidro. Conforme as instruções do fabricante, para união de pinos fundidos e pré-fabricados, para uso do sistema adesivo “**3M ESPE Adper Scotchbond Multi-Use Plus**” utiliza-se apenas o condicionamento ácido, seguido do ativador, *primer* e catalisador.

Sendo assim, os grupos experimentais estão descritos a seguir:

- Grupo 1

Tratamento do conduto radicular: Foi realizado o condicionamento ácido do conduto com ácido fosfórico 37% por 15s, lavagem abundante com jato de água por 15s e secagem com cones de papel absorvente. O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Figura 1) foi utilizado de acordo com as orientações do fabricante. Inicialmente, o ativador do *primer* foi aplicado com *microbrush KG* por 5s. Os excessos foram removidos com pontas de papel absorvente, e em seguida foi aplicado o *primer* realizando-se a volatilização com jato de ar à

temperatura ambiente (23°C) do solvente por 5s (descrita no item 4.5), e subsequente aplicação do catalisador com posterior remoção do excesso com pontas de papel absorvente. Após realização do protocolo adesivo supracitado, o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Figura 2) foi manipulado conforme recomendações do fabricante e inserido no conduto com auxílio de uma seringa Centrix CE.

Tratamento do pino intrarradicular: O pino de fibra de vidro (Reforpost, Angelus, Londrina, PR, Brasil) (Figura 3) foi condicionado por 1min, com ácido fosfórico 37%, e então aplicado o agente silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) e volatilização com jato de ar à temperatura ambiente (23°C) do solvente por 3min (descrita no item 4.5).

- Grupo 2

Tratamento do conduto radicular: Foi realizado o condicionamento ácido do conduto com ácido fosfórico 37% por 15s, lavagem abundante com jato de água por 15s e secagem com cones de papel absorvente. O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi utilizado de acordo com as orientações do fabricante. Inicialmente o ativador do *primer* foi aplicado com *microbrush* por 5s. Os excessos foram removidos com pontas de papel absorvente, e em seguida foi aplicado o *primer*, realizando-se a volatilização com jato de ar aquecido (40°C) do solvente por 5s (descrita no item 4.5), e subsequente aplicação do catalisador com posterior remoção do excesso com pontas de papel absorvente. Após realização do protocolo adesivo supracitado, o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi manipulado conforme recomendações do fabricante e inserido no conduto com auxílio de uma seringa Centrix.

Tratamento do pino intrarradicular: O pino foi condicionado por 1min com ácido fosfórico 37%, e então aplicado o agente silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) realizando a volatilização com jato de ar à temperatura ambiente (23°C) do solvente por 3min (descrita no item 4.5).

- Grupo 3

Tratamento do conduto radicular: Foi realizado o condicionamento ácido do conduto com ácido fosfórico 37% por 15s, lavagem abundante com jato de água por 15s e secagem com cones de papel absorvente. O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi utilizado de acordo com as orientações do fabricante. Inicialmente, o ativador do *primer* foi aplicado com *microbrush* por 5s. Os excessos foram removidos com pontas de papel absorvente, e em seguida, foi aplicado o *primer* realizando-se a volatilização com jato de ar aquecido (40°C) do solvente por 5s (descrita no item 4.5), e subsequente aplicação do catalisador com posterior remoção do excesso com pontas de papel absorvente. Após realização do protocolo adesivo supracitado, o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi manipulado conforme recomendações do fabricante e inserido no conduto com auxílio de uma seringa Centrix.

Tratamento do pino intrarradicular: O pino foi condicionado por 1min, com ácido fosfórico 37%, e então aplicado o agente silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) realizando-se a volatilização com jato de ar à temperatura ambiente (40°C) do solvente por 3min (descrita no item 4.5).

- Grupo 4

Tratamento do conduto radicular: Foi realizado o condicionamento ácido do conduto com ácido fosfórico 37% por 15s, lavagem abundante com jato de água por 15s e secagem com cones de papel absorvente. O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi utilizado de acordo com as orientações do fabricante. Inicialmente o ativador do primer foi aplicado com *microbrush* por 5s. Os excessos foram removidos com pontas de papel absorvente, e em seguida foi aplicado o *primer* realizando-se a volatilização com jato de ar à temperatura ambiente (23°C) do solvente por 5s (descrita no item 4.5), e subsequente aplicação do catalisador com posterior remoção do excesso com pontas de papel absorvente. Após realização do protocolo adesivo supracitado, o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE,

St. Paul, MN, EUA) foi manipulado conforme recomendações do fabricante e inserido no conduto com auxílio de uma seringa Centrix.

Tratamento do pino intrarradicular: O pino foi condicionado por 1min, com ácido fosfórico 37%, e então aplicado o agente silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) volatilização com jato de ar aquecido (40°C) do solvente por 3min (descrita no item 4.5).



Figura 1: Sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN,EUA).



Figura 2: Cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA).



Figura 3: Pino de fibra de vidro (Reforpost, Angelus, Londrina, PR, Brasil).



Figura 4: Agente silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St Paul, MN, USA).

Tabela 1: Composição do sistema adesivo e cimento utilizados no estudo.

| Material  | Composição  |
|---|---|
| <p><b><i>RelyX™ ARC Resin Cement</i></b><br/> <b>(3M ESPE)</b><br/> <b>Cimento resinoso dual</b></p>                              | <p>Pasta A :<br/>           Bis-GMA, TEGDMA,<br/>           pigmentos, Carga de Sílica/Zircônia,<br/>           polímero<br/>           dimetacrilato, amina e CQ.<br/>           Pasta B:<br/>           Bis-GMA, TEGDMA, polímero<br/>           dimetacrilato, Carga de Sílica/Zircônia<br/>           e BPO.</p>  |
| <p><b><i>RelyX Ceramic Primer</i></b> (3M ESPE)<br/> <br/> <b>Silano</b></p>  | <p>Álcool etilo, água e<br/>           metacriloxipropiltrimetoxissilano</p>  |
| <p><b><i>Scotchbond™ Multi-Purpose Plus</i></b> (3M<br/>           ESPE)<br/> <b>Sistema adesivo convencional de 3 passos</b></p> | <p>Ácido condicionante: ácido fosfórico a<br/>           35% com pH = 0,6<br/>           Activator 1.5: solução etélica de um<br/>           sal de ácido sulfínico e um<br/>           componente fotoiniciador<br/>           Primer: solução aquosa de 2-<br/>           hidroxietilmetacrilato (HEMA) e um<br/>           copolímero do ácido polialcenóico<br/>           (solvente: água)<br/>           Catalisador: Bis-GMA e HEMA,<br/>           sistema de iniciação, aminas e<br/>           peróxido de benzoíla para tornar o<br/>           sistema resinoso auto-polimerizável.</p> |

#### 4.5. **Temperatura de volatilização**

O silano e o sistema adesivo receberam jato de ar através do equipamento de aquecimento de ar (dispositivo portátil) desenvolvido pelo laboratório de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (patente requerida), com pressão (5 psi) e vazão de ar (15 m<sup>3</sup>/s) ejetadas controladas e constantes na saída do dispositivo, sendo padronizada a distância de 2cm entre a ponta da cânula aplicadora e a superfície do pino. O jato de ar foi aplicado à temperatura ambiente ( $\pm 23^{\circ}\text{C}$ ) ou com jato de ar aquecido ( $\pm 40^{\circ}\text{C}$ ) de acordo com o grupo em questão (n= 10). Além disso, sua potência foi controlada em 148,5 Watts, a fim de fornecer jato de ar à temperatura constante. A temperatura foi confirmada através de termômetro digital Powerpack ET-11 plus medindo a temperatura do jato de ar após a saída da cânula aplicadora a cada grupo experimental.



Figura 5: A- Vista Frontal: Dispositivo portátil para o aquecimento de ar utilizado neste estudo; B- Vista Traseira: Pressão (5 Psi) e vazão de ar (15l/min) ejetadas controladas e constantes na saída do dispositivo).

#### 4.6. **Fotoativação**

A fotopolimerização foi realizada por 40s por vestibular e 40s por palatina, de forma que a ponta do aparelho fotopolimerizador forme  $45^{\circ}$  com o pino intrarradicular. Para todos os procedimentos de fotopolimerização, foi utilizado um aparelho de luz halógena de quartzotungstênio (Optilux 501, Sybron Kerr, Danbury, CT,

USA), o qual teve irradiância constantemente monitorada em seu radiômetro, mantendo-se acima de 500mW/cm<sup>2</sup>.

#### 4.7. **Resistência de União**

##### 4.7.1. **Preparo dos espécimes para o ensaio de Push out**

Após isso, as amostras foram fixadas em placas de acrílico com cera pegajosa, de forma que o longo eixo do pino ficou paralelo à placa de fixação. As placas foram fixadas em cortadeira metalográfica de precisão (Isomet 1000; Buehler, Lake Bluff, IL, USA), e cortes paralelos entre si e perpendiculares ao longo eixo da raiz foram realizados com auxílio de um disco diamantado (Extec Corp., Enfield, CT, USA), a fim de se obter 6 fatias de, aproximadamente, 1mm de espessura, por dente.



Figura 6: Fatias de, aproximadamente, 1 mm de espessura.

##### 4.7.2. **Ensaio de Push out**

Após 24h foi realizado o ensaio de *push-out*. Para isso, inicialmente as fatias tiveram sua espessura mensurada por um paquímetro digital (Mitutoyo Sul Americana, São Paulo, SP, Brasil), e então as amostras foram colocadas em uma base metálica que apresenta um orifício com 3mm de diâmetro na região central, fixada à Máquina de Ensaio Universal (EMIC DL 500, São José dos Pinhais, SC, Brasil). As amostras foram posicionadas de modo que a porção referente ao pino foi colocada na mesma direção do orifício. Uma haste com ponta ativa de 1mm foi fixada a célula de carga e posicionada sobre o centro do pino, e o ensaio de *push out* foi realizado a uma velocidade de 0,5mm/min. Os dados foram obtidos em Kgf e transformados em MPa,

dividindo-se a força pela área do canal radicular. A fórmula utilizada foi a seguinte:  $A=2pr \times h$  (Goracci et al., 2004), onde “p” é a constante 3,14; “r” o raio da broca Largo #5, que é de 0,75mm (diâmetro 1,5mm) e “h” a espessura de cada fatia em mm. As médias dos valores de resistência de união obtidos referentes a cada raiz foram tabuladas e submetidas à análise estatística.

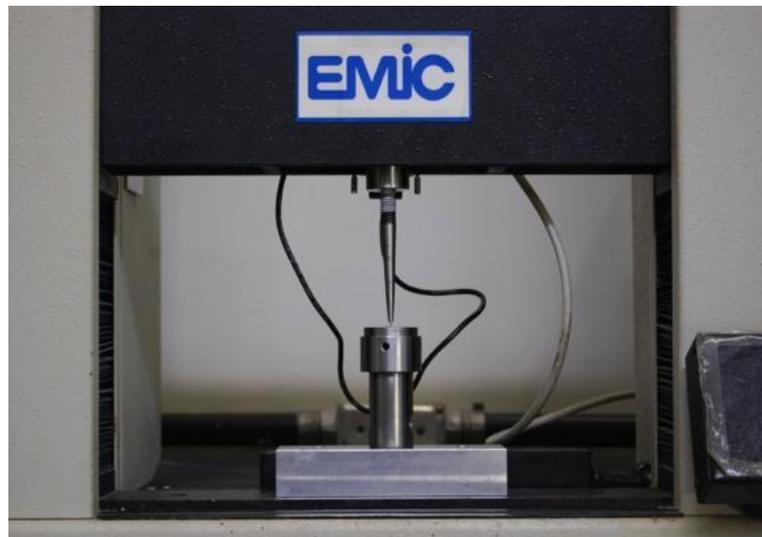


Figura 7: Máquina de Ensaio Universal (EMIC DL 500, São José dos Pinhais, SC, Brasil).

## 5. RESULTADOS

Os valores obtidos através do teste de Resistencia de União ao *push-out* de cada grupo foram tabulados e analisados quanto à sua normalidade. Após a análise exploratória dos dados foi aplicada análise de variância (ANOVA) 1<sup>o</sup> way” e teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5%.

Tabela 2. Resistência de União em função da temperatura de volatilização do silano e da temperatura de volatilização do *primer*.

| Grupos  | Resistência de União |
|---------|----------------------|
| S23+P23 | 8.80 (3.96) C        |
| S40+P23 | 9.55 (3.13) C        |
| S23+P40 | 10.36 (4.11) BC      |
| S40+P40 | 14.11 (3.10) AB      |

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da Tabela mostraram que as raízes que receberam o tratamento com jato de ar aquecido no silano e no *primer* (S40+P40) apresentaram maiores valores de Resistencia de União ( $p < 0,05$ ) quando comparadas as raízes que receberam o tratamento com jato de ar a temperatura ambiente no silano e no *primer* (S23+P23) e as raízes que receberam jato de ar aquecido no silano e a temperatura ambiente no *primer* (S40+P23), sem diferença estatisticamente significativa entre estes dois últimos ( $p > 0,05$ ).

As raízes que receberam o tratamento com jato de ar aquecido no *primer* e jato de ar a temperatura ambiente no silano (S23+P40) apresentaram valores intermediários de Resistencia de União, sem diferença estatisticamente significativa para os demais grupos ( $p > 0,05$ ).

## 6. DISCUSSÃO

Dentes tratados endodonticamente são um grande desafio para a Odontologia Restauradora. Nos casos em que há perda de grande quantidade de estrutura coronária, há a necessidade da utilização de retentores intrarradiculares que serão de extrema importância para oferecer retenção e resistência à restauração, além de proteger a estrutura dental remanescente (Asmussem et al. 1999). Porém, para obter sucesso na cimentação destes pinos, é necessária a utilização de sistema adesivo bem como técnica de cimentação adequados.

Muitos estudos *in vitro* tem investigado os fatores que podem afetar a retenção desses pinos. Geralmente, a retenção é afetada pelas propriedades dos cimentos e pela união entre o cimento, o pino e a dentina no interior do canal radicular (Sahafi et al. 2004). Um outro fator que pode afetar a retenção é o tratamento de superfície dos pinos que são recomendados para melhorar as propriedades de união facilitando a adesão química e micromecânica (Monticelli et al., 2006).

Neste contexto, o objetivo deste estudo consistiu na modificação de um protocolo de cimentação de pinos de fibra de vidro em dentes tratados endodonticamente que já é bastante realizado pelos profissionais da área odontológica, envolvendo a utilização de sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (ativador, *primer* e catalisador), cimento resinoso Rely X ARC, associado ao tratamento superficial do pino de fibra de vidro com aplicação de silano (Grupo Controle- S23+P23; volatilização de *primer* e silano com jato de ar a temperatura ambiente).

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que apesar do grupo S23+P23 ( $8.80 \pm 3.96$ ) ter apresentado valores de Resistência de União ligeiramente menores quando comparado ao grupo S40+P23 ( $9.55 \pm 3.13$ ) não houve diferença estatisticamente significativa entre estes ( $p > 0,05$ ). Nestes grupos, após o tratamento da superfície do pino de fibra de vidro com silano, os solventes presentes no mesmo foram volatilizados a 23°C (temperatura ambiente) ou a 40°C (jato de ar aquecido) de acordo com o grupo em questão, sendo o *primer* volatilizado na dentina a temperatura ambiente para ambos os casos. A partir desse resultado foi possível observar que só a

volatilização do silano no pino de fibra de vidro com jato de ar aquecido não foi suficiente para induzir uma melhora expressiva na qualidade da adesão radicular, mantendo os valores de Resistência de União no mesmo patamar do Grupo Controle (S23+P23).

O silano é uma molécula orgânica bifuncional que possui duas extremidades reativas, uma que reage com a porção orgânica e a outra com a inorgânica. A sua aplicação nos pinos tem sido indicada, portanto, para unir quimicamente a resina de preenchimento, como é o caso dos cimentos resinosos, à fibra do pino (Monticelli *et al.*, 2006). Por essas características, tem sido proposta sua utilização para otimizar os resultados clínicos na cimentação de pinos em dentes tratados endodonticamente. Dallari e Rovatti (1996) e Soares *et al.* (2003) afirmaram, em estudos prévios, que o pré-tratamento das superfícies dos pinos com silano, para a cimentação resinosa, aumentou a força de união e retenção em relação aos pinos que não sofreram silanização.

De acordo com Monticelli *et al.*, em 2006, a composição do silano, em termos de conteúdo ácido, taxa de solvente ou grau de hidrólise, pode influenciar a força de adesão resina/pino quando o mesmo é volatilizado a 21°C. Dessa forma, a volatilização com jato de ar aquecido provavelmente facilitaria ainda mais a evaporação dos solventes presentes no agente silano, resultando em maior resistência do material resinoso ao pino de fibra. (Monticelli *et al.*, 2006) o que foi comprovado em seu estudo.

Por outro lado, quando o *primer* na dentina recebeu o jato de ar aquecido, associado ou não a volatilização do silano no pino (grupos S23+P40 e S40+P40), houve um aumento significativo nos valores de resistência de união ( $10.36 \pm 4.11$ ;  $14.11 \pm 3.10$ , respectivamente). Tem sido relatado que a utilização de ar quente para volatilização de adesivos pode elevar consideravelmente a evaporação dos solventes presentes nos mesmos (Klein- Junior *et al.*, 2008) resultando em uma camada adesiva com melhores propriedades mecânicas e físicas principalmente relacionadas a resistência coesiva do sistema adesivo (Araújo, 2011) o que pode explicar os resultados deste estudo.

O *primer* utilizado neste estudo é composto basicamente por água como solvente. Pode-se supor, portanto, que a volatilização por meio de jato de ar aquecido do Primer Scotchbond, além de ter melhorado a volatilização do solvente, fez com que suas moléculas se movimentassem mais depressa devido ao aquecimento, diminuindo a viscosidade do adesivo (Araújo, 2011) e fazendo-o penetrar na dentina desmineralizada de maneira mais eficaz formando uma camada adesiva mais resistente e de melhor qualidade, sem a presença de solvente residual.

Os maiores valores de resistência de união foram obtidos quando a modificação do protocolo de cimentação consistiu na volatilização dos solventes presentes tanto no silano quanto no *primer* com jato de ar aquecido no grupo S40+P40 ( $14.11 \pm 3.10$ ) com diferença estatisticamente significativa para o grupo controle S23+P23 ( $8.80 \pm 3.96$ ). Assim, o protocolo mais satisfatório dentre os quatro avaliados neste estudo foi aquele onde houve associação do tratamento de superfície do pino com o tratamento da superfície de dentina por meio do aquecimento do jato de ar utilizado para a volatilização dos solventes presentes nesses materiais.

Sabe-se que a resistência adesiva avaliada pelo ensaio de *push out* está baseada na estabilidade da união da interface dentina radicular-sistema adesivo/cimento resinoso; este, por sua vez, dependerá do silano e pino de fibra de vidro (Goracci *et al.*, 2004). Diante do exposto, pode-se supor que o jato de aquecido foi eficaz em evaporar o solvente presente no silano para os grupos testados; no entanto, apenas essa modificação no protocolo de cimentação não foi suficiente já que o *primer* continuou sendo volatilizado à temperatura ambiente na dentina radicular que continua sendo a principal responsável pelo mecanismo de adesão.

## 7. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos podemos concluir que:

- O tratamento com jato de ar aquecido no silano e no *primer* (S40+P40) resultou em maiores valores de Resistência de União quando comparado aos demais tratamentos testados.
- Foi verificado que o tratamento com jato de aquecido do silano no pino não foi capaz de elevar expressivamente a Resistência de União dos grupos onde não houve aquecimento concomitante do *primer* na dentina radicular.
- A volatilização a uma temperatura de 40° C do *primer* na dentina radicular foi o responsável pelo aumento significativo nos valores de Resistência de União.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1994 Jun; 71(6):565-7.
- 2- 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, Feb;* 39:117-29, 2008.
- 3- Eskitascioglu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod.* 2002 Sep; 28(9):629- 33.
- 4- Giannini M, Arrais CAG, Vermelho PM, Reis RS, Santos LPS, Leite ER. Effects of the solvent evaporation technique on the degree of conversion of one- bottle adhesive systems. *Oper Dent.* 2008; 33 (2): 149- 54.
- 5- Araújo, Larissa Sgarbosa Napoleão. Efeito de diferentes tempos e temperaturas de volatilização de solventes sobre o grau de conversão e propriedades mecânicas de sistemas adesivos dentinários. Piracicaba: FOP, 2011, 78 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2011.
- 6- Lung C.Y.; Matinlinna J.P. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater.* 2012 May;28(5):467-77. Epub 2012 Mar 15.
- 7- 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. *Operative Dentistry*, 2008, 33-3, 346-355.
- 8- 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.
- 9- Monticelli F, Toledano M, Osorio R & Ferrari M (2006) Effect of temperature on the silane coupling agents when bonding core resin to quartz fibre posts *Dental Materials* 22(11) 1024- 1028.

- 10- Goracci C; Tavares AU; Fabianelli A; Monticelli F; Raffaelli O; Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004.
- 11- Anusavice KJ. *Phillips Materiais Dentários*. 11ed. Elsevier Editora Ltda; 2005. p. 19-37.
- 12-Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent.* 1999 May;27(4):275-8.
- 13-Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E & Gotfredsen K (2004) Effect of surface treatment of prefabricated posts on bonding of resin cements *Operative Dentistry* 29(1) 60-68.
- 14-Christensen GJ. Posts: necessary or unnecessary? *J Am Dent Assoc.* 1996 Oct;127(10):1522-4, 1526.