

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

FÁBIO LUIZ ANDRETTI

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE TRATAMENTO DA
SUPERFÍCIE DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À RESINA COMPOSTA**

FLORIANÓPOLIS

2011

FÁBIO LUIZ ANDRETTI

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE TRATAMENTO DA
SUPERFÍCIE DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À RESINA COMPOSTA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Élito Araújo

Co-orientador: Prof. Dr. Hamilton Pires Maia

FLORIANÓPOLIS

2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

A561i Andretti, Fabio Luiz

Influência do tipo de tratamento da superfície de pinos de fibra de vidro na resistência de união à resina composta [tese] / Fábio Luiz Andretti ; orientador, Élitó Araújo. - Florianópolis, SC, 2011.

74 p.: ils., grafs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Pinos dentários. 3. Peróxido de hidrogênio. 4. Resinas compostas. I. Araújo, Elito. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314

Fábio Luiz Andretti

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE TRATAMENTO DA
SUPERFÍCIE DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À RESINA COMPOSTA**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor em Odontologia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 23 de Fevereiro de 2011.

Prof. Luiz Clovis Cardoso Vieira
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Élito Araújo, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luiz Narciso Baratieri, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a.Renata Gondo Machado, Dr^a.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Camillo Anauate Netto, Dr.
Universidade Bandeirantes

Prof^a. Roselaine Teresinha Pozzobon, Dr^a.
Universidade Federal de Santa Maria

Dedico aos meus pais e aos meus
filhos.

Por me amarem e me apoiarem
incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Élito Araújo, pela orientação, incentivo, ensinamentos, conselhos e pelas inúmeras oportunidades. Minha gratidão, respeito e admiração.

Ao Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri, pelos ensinamentos, pela valiosa ajuda, sugestões, conselhos e apoio. Muito obrigado pelas oportunidades. Muito obrigado.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Hamilton Pires Maia, pelos ensinamentos e pelas sugestões.

Ao Prof. Dr. Sylvio Monteiro Jr., pelos ensinamentos, oportunidades e incentivo.

Ao Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira, Coordenador da Área de Doutorado em Dentística, pelo incentivo, pelas oportunidades e pelos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada, pelos ensinamentos, pelas oportunidades e pelo convívio.

Ao Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes, pelos ensinamentos e sugestões.

À Prof. Dra. Renata Gondo Machado por ter cedido gentilmente o dispositivo de ensaio de *push-out*.

À Prof. Dra. Jussara Karina Bernardon, pelo apoio, ajuda e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Gilberto Müller Arcari, pela ajuda e apoio.

Aos colegas de minha Turma de Doutorado, Beatriz, Flávia, Fernando, Jackeline, Kazuza, Leandro, Letícia, Luciana, Luís, Mônica e Tiago, pelo privilégio do convívio.

Aos colegas da Turma de Doutorado de 2008, Neimar, Sheila, Silvana, Marcelo e Max, pelo convívio e apoio.

Aos colegas de Mestrado de 2008, Adriano, Eduardo, Daniel, David, Greciana e Cássio Neto, pelo incentivo, convívio e apoio.

A D. Léia, D. Ana, D. Talita, Bruno, Sr. Lauro e Sr. Joaquim, pela ajuda.

Ao Sr. Herbert Mendes, da Ivoclar Vivadent, por ter cedido gentilmente os pinos.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus irmãos, pelo incentivo e apoio.

À minha família da Igreja Batista Palavra Viva, pelo incentivo, conselhos, ajuda e por acreditarem em mim.

Eu quero conhecer os pensamentos de Deus...o resto são detalhes.

Albert Einstein, 1954

RESUMO

ANDRETTI, FÁBIO LUIZ. **Influência do tipo de tratamento da superfície de pinos de fibra de vidro na resistência de união à resina composta.** 2011. 74f. Tese (Doutorado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Os pinos de fibra de vidro são indicados para promover retenção adicional a núcleos de preenchimento ou a restaurações diretas. O objetivo deste estudo, *in vitro*, foi determinar a influência do tratamento da superfície na resistência de união de pinos de fibra a uma resina composta sob ensaio de *push-out* e observar o tipo de fratura sob microscopia eletrônica de varredura. Os grupos foram formados de acordo com o tratamento da superfície dos pinos: Grupo 1: silano (G1), Grupo 2: peróxido de hidrogênio 24% por 10 min e silano (G2), Grupo 3: jateamento com óxido de alumínio 50 μ m e silano (G3) e Grupo 4: jateamento com óxido de alumínio, peróxido de hidrogênio 24% e silano (G4) (n=20). Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar se os grupos apresentavam distribuição normal e teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística significativa na interação entre os quatro grupos (G1: 11,08 \pm 10,16 MPa; G2: 16,24 \pm 8,49 MPa; G3: 12,81 \pm 9,89 MPa e G4: 11,14 \pm 8,58 MPa) ($p = 0,252$). O tipo de fratura predominante foi misto (Tipo IV) e apenas duas fraturas adesivas (Tipo I) foram observadas (uma no Grupo G2 e outra no Grupo G3). O tratamento da superfície com peróxido de hidrogênio não alterou significativamente a resistência de união ao cisalhamento (*push-out*) do pino de fibra testado à resina composta.

Palavras-chave: Pinos dentários. Peróxido de hidrogênio. Resinas compostas.

ABSTRACT

ANDRETTI, FÁBIO LUIZ. **Influence of surface treatment of glass-fiber posts on push-out bond strength to composite resin.** 2011. 74p. Thesis (PhD Course – Operative Dentistry) – Graduate Program of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

Fiber posts are indicated to create additional retention for post-and-core restorations. The aim of this in vitro study was to evaluate the influence of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber resin posts to a composite resin and to observe the type of fracture under scanning electron microscopy. The groups were formed according to the surface treatments: Group 1: silane (G1), Group 2: 24% hydrogen peroxide/silane (G2); Group 3: 50 μ m aluminum oxide/silane (G3), and Group 4: 24% hydrogen peroxide/50 μ m aluminum oxide/silane (G4) (n=20). Data were subjected to Shapiro-Wilk test to verify data distribution and Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). The results revealed no statistically significant differences between groups (G1: 11.08 \pm 10.16 MPa; G2: 16.24 \pm 8.49 MPa; G3: 12.81 \pm 9.89 MPa; and G4: 11.14 \pm 8.58 MPa) ($p = 0.252$). Type IV fractures (mixed) were predominant and only two adhesive (Type I) failures were observed. Surface treatment using hydrogen peroxide did not influence significantly the push-out bond strength of the glass-fiber posts to composite resin tested.

Keywords: Dental posts. Hydrogen peroxide. Composite resins.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Cilindro metálico (esquerda) e tubo plástico (direita) utilizados para obtenção da matriz de silicone para confecção dos cilindros de resina composta. | 47 |
| Figura 2 – Vazamento do silicone transparente para obtenção da matriz para confecção de espécimes cilíndricos. | 48 |
| Figura 3 – Matriz de silicone contendo molde interno (*) de 13mm de altura e 8mm de diâmetro. | 49 |
| Figura 4 – Pino de fibra de vidro fixado na placa de vidro com adesivo à base de cianoacrilato (super bonder, loctite). | 50 |
| Figura 5 – Matriz de silicone contendo o pino de fibra de vidro (*) centralizado no molde. | 50 |
| Figura 6 – Matriz de silicone transparente com incremento de resina composta. | 51 |
| Figura 7 – Matriz de silicone durante a fotoativação da resina composta. | 52 |
| Figura 8 – Cilindro de resina composta após remoção do interior do molde. | 52 |
| Figura 9 – Dispositivo de padronização de cortes, contendo o espécime cilíndrico de resina composta, fixado à máquina de cortes. | 54 |
| Figura 10 – Corpos-de-prova para ensaio de <i>push-out</i> | 54 |
| Figura 11 – Aplicação da carga para o teste de cisalhamento. | 56 |
| Figura 12 – Médias e desvios-padrões de resistência de união sob <i>push-out</i> | 60 |
| Figura 13 – Fotomicrografia da superfície lateral do pino FRC Postec Plus tratado com silano (G1, aumento de 400X). setas amarelas: fibras de vidro dispostas longitudinalmente. setas azuis: matriz resinosa. | 61 |
| Figura 14 – Fotomicrografia da superfície lateral do pino FRC Postec Plus tratado com H ₂ O ₂ 24% por 10 min. e silano (G2, aumento de 400x). setas amarelas: fibra de vidro parcialmente descoberta pela ação do H ₂ O ₂ 24%. | 61 |

Figura 15 – Fotomicrografia da superfície lateral de FRC Postec Plus (G3 — tratamento: jateamento AL_2O_3 50 μ m e silano, aumento de 400X). 62

Figura 16 – Fotomicrografia da superfície lateral de FRC Postec Plus (G4 — tratamento: jateamento AL_2O_3 50 μ M, H_2O_2 24% e silano, aumento 400X). 62

LISTA DE TABELAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Informações técnicas fornecidas pelos fabricantes dos materiais..... | 44 |
| Tabela 2 – Formação e distribuição dos grupos da pesquisa..... | 55 |
| Tabela 3 – Estatística descritiva para o ensaio de <i>push-out</i> | 59 |
| Tabela 4 – Tipo de fratura sob <i>push-out</i> de acordo com os grupos..... | 63 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

min – Minuto

p – Valor de significância estatística

MPa – megaPascal

μm – Micrometro

R_a – Rugosidade média

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

r – Correlação estatística de Pearson

s – Segundo

mm – Milímetro

mW/cm^2 – Miliwatt por centímetro quadrado

mm/min – Milímetro por minuto

CV – Coeficiente de Variação

$^\circ$ – Grau

% – Percentagem

γ - Gama

h – Altura

\varnothing – Diâmetro

σ – Sigma

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 29 |
| 2 OBJETIVOS | 31 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 31 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 31 |
| 3 REVISÃO DA LITERATURA | 33 |
| 3.1 TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE PINOS | 33 |
| 3.1.1 <i>Silanização</i> | 33 |
| 3.1.2 <i>Jateamento e Silicatização</i> | 37 |
| 3.1.3 <i>Tratamentos de Superfície Alternativos</i> | 39 |
| 3.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO | 41 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 43 |
| 4.1 MATERIAL | 43 |
| 4.2 MÉTODOS | 45 |
| 4.2.1 <i>Tratamento com Silano</i> | 45 |
| 4.2.2 <i>Tratamento com Peróxido de Hidrogênio 24% e Silano</i> | 45 |
| 4.2.3 <i>Tratamento com Jateamento com Óxido de Alumínio e Silano</i> | 45 |
| 4.2.4 <i>Tratamento com Jateamento com Óxido de Alumínio, Peróxido de Hidrogênio 24% e Silano</i> | 46 |
| 4.3 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA | 47 |
| 4.4 FORMAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS | 55 |
| 4.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB <i>PUSH-OUT</i> | 55 |
| 4.6 ANÁLISE COM MEV | 56 |
| 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 57 |
| 5. RESULTADOS | 59 |
| 5.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB <i>PUSH-OUT</i> | 59 |
| 5.2 ANÁLISE COM MEV | 60 |
| 5.2.1 <i>Análise Topográfica Dos Pinos</i> | 60 |
| 5.2.2 <i>Análise do Tipo de Fratura</i> | 63 |
| 6. DISCUSSÃO | 65 |
| 7. CONCLUSÕES | 69 |
| REFERÊNCIAS | 71 |

1 INTRODUÇÃO

Dentes tratados endodonticamente muitas vezes necessitam de meios adicionais de retenção para a restauração, especialmente quando há perda substancial de estrutura coronal. Os pinos de fibra de vidro podem ser utilizados para esta finalidade, pois apresentam vantagens como estética e módulo de elasticidade parecido com a estrutura dental (Goracci et al, 2004).

A adesão de pinos de fibra de vidro ao material do núcleo é influenciada por fatores como forma do pino (Sahafi et al., 2004) e tratamento da superfície do pino (Monticelli et al, 2006a,b).

Assim, pinos de fibra com superfícies lisas são um desafio para o embricamento mecânico entre sua superfície e a resina composta. Comumente, falhas exclusivamente adesivas são registradas nas interfaces entre pino e resina (Monticelli et al, 2008).

Para melhorar a união dos pinos ao dente e ao material restaurador, são utilizados silanos para tratamento da superfície (Matinlinna et al, 2004; Goracci et al, 2005; Monticelli et al, 2006b). Entretanto, existe controvérsia quanto à sua eficácia, pois apesar de haver sido relatada maior resistência de união após silanização (Goracci et al, 2005), também há relatos de ausência de diferença estatística significativa entre pinos silanizados e não silanizados (Perdigão et al, 2006).

Outra opção é o jateamento com óxido de alumínio, que cria retenções na superfície dos pinos de fibra para a resina composta (Sahafi et al, 2004). Entretanto, apesar de provocar trincas na superfície dos pinos, foi relatado que o jateamento não produz qualquer degradação das propriedades mecânicas dos pinos de fibra (Monticelli et al, 2008).

Um tratamento de superfície alternativo para pinos de fibra consiste no condicionamento com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com concentrações que variam de 10% a 24%, que resulta na formação de uma camada de 50 μ m de profundidade, caracterizada pela remoção da matriz orgânica, e exposição de fibras intactas expostas, disponíveis para a silanização (Monticelli et al, 2006c).

As falhas mais comuns nas restaurações diretas ou indiretas associadas a pinos de fibra são o deslocamento da resina composta do núcleo ou da reconstrução completa do núcleo (pino/cimento resinoso/núcleo de resina) (Goracci et al, 2004; Goracci et al., 2005; Valandro et al, 2006).

Estudos adicionais devem ser feitos para determinar se o condicionamento com H_2O_2 melhora a união entre pinos de fibra contendo matriz de resina de metacrilato e resinas compostas utilizadas para confecção do núcleo ou da restauração direta (Ferrari et al, 2006).

Mediante o exposto acima, é relevante avaliar a influência do tratamento da superfície de pinos de fibra de vidro na resistência de união à resina composta utilizada para confeccionar o núcleo ou restaurações diretas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a resistência de união de pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes tratamentos de superfície a uma resina composta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a influência do tratamento da superfície na resistência de união de pinos de fibra a uma resina composta sob ensaio de cisalhamento por extrusão (*push-out*).

Determinar o tipo de falha, através de microscopia eletrônica de varredura, observada após a fratura sob ensaio de cisalhamento por extrusão (*push-out*).

A hipótese nula testada foi que os tratamentos de superfície não influenciam a resistência de união sob *push-out* de pinos de fibra a uma resina composta. A hipótese alternativa foi que os tratamentos de superfície dos pinos influenciam a resistência de união sob cisalhamento por extrusão (*push-out*) a uma resina composta.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE PINOS

3.1.1 Silanização

Matinlinna et al (2004) informaram, com base em uma revisão de literatura, que os silanos são compostos orgânicos que contêm silício (Si), podendo ser bifuncionais, ou seja, ter duas extremidades reativas. A parte orgânica funcional (p. ex., vinila, alila, amina ou isocianato) pode reagir com uma matriz orgânica.

Monticelli et al (2006a) determinaram a resistência de união à microtração de pinos de fibra de quartzo (DT Light Post #3, RTD, França) contendo fibras de quartzo pré-tensionadas (60%) incluídas em matriz de resina epóxica (40%) condicionados com etóxido de sódio 21% em peso por 20 minutos. O condicionamento com etóxido de sódio remove a resina epóxica da superfície e expõe as fibras de quartzo. Após o condicionamento, os pinos foram enxaguados consecutivamente com etanol absoluto, etanol 50% e água deionizada até se obter um pH estável igual a 7,0. Os pinos foram limpos em ultrassom por 10 min em água deionizada, imersos etanol 96%, secos com jatos de ar e divididos em seis grupos experimentais, de acordo com o silano/adesivo testado (Clearfil Porcelain Bond Activator [PBA] mais Clearfil SE; PBA mais Clearfil Protect Bond; PBA mais Clearfil Tri S Bond; PBA mais Clearfil Photo Bond; PBA mais Clearfil New Bond; todos na proporção 1:1; e aplicação de silano pré-hidrolisado em solução aquosa, seco após 60 s [Monobond-S]) (n=7). A aplicação do silano e dos adesivos acima aumentou significativamente a resistência de união à microtração e produziu adaptação mais uniforme do núcleo de resina à superfície do pino condicionado.

Perdigão et al (2006) observaram que o uso de silano (Monobond-S, Ivoclar Vivadent) não aumentou os valores de resistência de união (*push-out*) de três pinos de fibra (D.T. Light Post, Bisco; FRC Postec Ivoclar Vivadent; e ParaPost Fiber White, Coltène/Whaledent) usando os sistemas adesivos fornecidos pelos fabricantes. As

resistências de união não apresentaram diferenças estatísticas significativas em nenhum dos terços radiculares (*Sem silano* = $12,7 \pm 8,4$ MPa; *Silano* = $14,1 \pm 7,0$ MPa). Concluíram que o uso de um silano não necessariamente resultou em maior resistência de união entre os pinos e o cimento resinoso testados, que a adesão no terço coronal foi mais confiável do que o terço médio e apical do canal preparado e que o tipo de pino de fibra não afetou significativamente a adesão à estrutura radicular.

Zhang et al. (2006) avaliaram a adesão de um núcleo de resina a pinos de fibra de sílica tratados com diferentes agentes adesivos. Vinte e oito pinos de fibra de sílica foram divididos em quatro grupos de acordo com os adesivos aplicados ao pino: Grupo 1 – Clearfil SE Bond; Grupo 2 – Clearfil SE Bond mais Clearfil Porcelain Bond Activator; Grupo 3 – PR.-Bond Ethanol; e Grupo 4 – PR.-Bond Ethanol mais PR.-Bond Activator. Foram utilizadas duas resinas de dupla ativação para a fabricação dos núcleos: Clearfil DC Core Automix (Grupos 1 e 2) e DC Flow Core (Grupos 3 e 4). O teste de resistência de união sob microtração sem desgaste foi realizado e os dados foram analisados usando ANOVA de um critério e teste *post-hoc* de Tamhane, e a interface adesiva foi avaliada sob MEV. Os valores médios de resistência do Grupo 2 ($22,30 \pm 8,26$ MPa) foram significativamente mais altos do que o Grupo 3 ($15,34 \pm 5,91$ MPa, $p < 0,05$). Concluíram em seu estudo *in vitro* que os silanos não aumentaram significativamente a resistência de união dos pinos de fibra ao cimento resinoso.

Ferrari et al (2006) determinaram o efeito da silanização e do adesivo na resistência de união de pinos de fibra de vidro e de quartzo a uma resina de baixa viscosidade. Concluíram que a silanização dos pinos não produziu valores de resistência união entre pino e resina para núcleo, equivalentes às criadas entre as resinas para núcleo e dentina.

Soares et al (2008a) determinaram a influência da metodologia de ensaio mecânico na distribuição de tensões e na resistência de união (*push-out* e microtração) de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. Dos corpos-de-prova de microtração, 46 dos 50 palitos e quatro das 50 ampulhetas fraturaram prematuramente. O teste de *push-out* demonstrou distribuição mais homogênea de tensões e menor variabilidade nos ensaios mecânicos.

Soares et al. (2008b) avaliaram a influência do jateamento sobre a resistência flexural, módulo flexural e resistência de união sob microtração e de *push-out*, de pinos de fibra de vidro e de carbono, restaurados com uma resina composta (Z250, 3M ESPE) e um cimento

resinoso (RelyX ARC, 3M ESPE). Os grupos foram Silano (Controle), Silano e Adesivo, Jateamento com Óxido de Alumínio e Silano e Jateamento associado a Silano e Adesivo. As fotomicrografias de MEV demonstraram que os piores resultados foram para o grupo de Jateamento, associado a Silano e Adesivo, e que usar adesivo e realizar jateamento não foram necessários quando silano aplicado. Além disso, foram encontradas falhas adesivas e coesivas no teste de microtração porém não para o ensaio de *push-out*.

Spazzin et al. (2009) avaliaram a morfologia de pinos de fibra de vidro e de carbono e a resistência de união sob microtração, após diferentes tratamentos de superfície, a cimentos resinosos após seccionarem os pinos ao meio e recimentaram as duas metades com os cimentos de fixação. Os dados foram analisados com ANOVA de dois critérios e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Os tipos de fratura foram avaliados sob microscopia óptica e MEV. Os pinos de fibra de vidro apresentaram fibras mais largas e maior quantidade de matriz do que os pinos de fibra de carbono. Para esses dois tipos de pino, o cimento dual apresentou diferença estatística significativa em relação ao cimento autopolimerizável ($p<0,05$). Para os pinos de fibra de vidro, todas as falhas foram consideradas mistas. Concluíram que a adesão entre os pinos e cimentos de fixação foi afetada pelo tipo de fibra e pelo modo de polimerização do cimento. Quando nenhum tratamento de superfície do pino foi realizado, a adesão entre o pino de fibra de vidro e um cimento dual parece ser a mais confiável.

Bitter et al (2008) avaliaram os efeitos do pré-tratamento (silanização) e da termociclagem na resistência de união sob *push-out* de 2 materiais para núcleo (de baixa viscosidade e de alta viscosidade) a 3 tipos diferentes de pinos de fibra (de fibra de vidro, de fibra de quartzo e de fibra de vidro anatômicos). Metade de todos os espécimes foi armazenada em água por 28 dias, depois submetido à termociclagem (5000 ciclos, 5 a 55°C), e a outra metade foi testada após armazenamento por 24 horas em água. A resistência de união foi afetada significativamente pela termociclagem ($p<0,0005$), tipo do pino ($p<0,0005$) e pré-tratamento ($p<0,0005$), porém não foi afetada pelo material do núcleo ($p=0,149$; ANOVA de 4 critérios). Os pinos anatômicos apresentaram resistência significativamente mais alta do que os outros pinos, mesmo após a termociclagem ($p<0,05$; Tukey-B). Apesar dos efeitos da silanização terem sido pequenos, a termociclagem reduziu acentuadamente a resistência de união, independente do pré-tratamento, do tipo do pino ou do material do núcleo.

Yenisey; Kulunk (2008) determinaram o efeito de tratamentos químicos na retenção entre uma resina composta (Tetric EVO Ceram, Ivoclar Vivadent) e pinos de fibra (Cytec blanco; Hahnenkratt, Alemanha) e de quartzo (Light-Post, Bisco). As soluções avaliadas foram H₂O₂ 10% por 20 minutos, clorometileno por 5 segundos e silano por 60 segundos (controle). Os pinos tratados com H₂O₂ 10% apresentaram resistência adesiva significativamente mais alta e os grupos de silano e clorometileno não apresentaram diferença significativa entre si. Concluíram que o condicionamento com peróxido de hidrogênio dissolveu a matriz resinosa dos pinos, o que provavelmente foi responsável pelo aumento da resistência adesiva.

Prithviraj et al (2010) determinaram o efeito do tratamento da superfície com álcool etílico 57% por 3 minutos, primer (Rely•a•Bond, Reliance Orthodontics, EUA) e jateamento com óxido de alumínio (50 µm, 30mm de distância, 5 segundos) na retenção de pinos de fibra de vidro, de carbono e metálicos. O tratamento de superfície dos pinos de fibra de vidro, de fibra de carbono e metálicos fundidos foi feito com álcool etílico, primer e jateamento. A seguir, os pinos foram cimentados com cimento resinoso de dupla polimerização, no interior dos espaços para pino preparados nos dentes. Os melhores resultados foram observados no grupo de jateamento e os grupos com álcool e *primer* não foram diferentes estatisticamente.

Akgungor et al (2008) avaliaram o efeito do jateamento, silicatização mais silanização, jateamento mais mistura de *primer* contendo MDP e silano, e silicatização mais mistura de primer com MDP e silano sobre a resistência de união em curto prazo entre pinos de zircônia e uma resina para núcleo (Build-It! FR) (n=20). Os grupos foram divididos em dois subgrupos de 10 espécimes e armazenados em água destilada a 37°C, por 24 horas ou 150 dias com 37.500 ciclos (5°C e 55°C, tempo de imersão de 30 segundos). Espécimes de *push-out* de 2mm de espessura foram testados com velocidade de travessa de 0,5 mm/min e analisados com MEV após a fratura. Os dados foram analisados com ANOVA de um e de dois critérios e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Os valores de resistência de união média dos grupos TSC-BSIL (27,1 ±3,2 MPa) e TSC-SIL (25,2 ±2,4 MPa) foram significativamente mais altos do que o grupo AIRB-BSIL (23,3 ±2,2 MPa)(P<0,001). Os valores relativamente altos dos grupos TSC-BSIL e TSC-SIL diminuíram significativamente após 150 dias de armazenamento em água para 13,5±1,6 e 11,8±1,2 MPa, respectivamente (P<0,001). Concluíram que a união foi durável apenas no grupo AIRB-BSIL (21,8±2,7 MPa), que também foi o único grupo

que demonstrou falhas predominantemente coesivas no núcleo após o armazenamento em água.

Sahafi; Peutzfeld (2009) determinaram o efeito do tratamento da superfície de pinos e a condição de armazenamento na adesão entre resinas para núcleo (Clearfil Core) e pinos de liga de titânio, de resina epóxica, reforçado com sílica-zircônia, e de zircônia. Nos grupos experimentais, a porção coronal de cada pino recebeu jateamento ou silicatização (CoJet). A porção coronal de cada pino foi incluída em um cilindro de resina composta com o auxílio de um aparato de fixação. Após 15 minutos, o espécime foi removido do molde e armazenado em água deionizada. A resistência à tração axial dos pinos foi determinada em uma Máquina de Testes Universal, removendo os pinos dos núcleos de resina composta após 14 dias de armazenamento em água a 37°C, 14 dias de armazenamento em água a 37°C, seguido de ciclagem térmica (6.000 ciclos entre 5°C e 55°C), ou um ano de armazenamento em água a 37°C. Os resultados foram analisados estatisticamente com ANOVA de três critérios e teste de Newman-Keuls. A termociclagem ou armazenamento em água de longo prazo exerceu efeito mínimo nos valores de resistência à tração. A adesão dos núcleos de resina aos pinos dependeu mais do material do pino e do tratamento da superfície dos pinos, do que das condições de armazenamento.

3.1.2 Jateamento e Silicatização

Sahafi et al (2004) determinaram a influência do tratamento da superfície na adesão e no tipo de falha de pinos de fibra e de titânio. Observaram que o tipo do cimento, o material e a forma do pino não influenciaram a resistência de união e a morfologia da fratura dos pinos. Apesar dos valores satisfatórios de resistência de união obtidos, o tratamento com CoJet foi considerado muito agressivo para os pinos segundo os autores, pois modificou significativamente seu formato e, conseqüentemente, sua adaptação aos canais radiculares.

Monticelli et al (2008) relataram que o jateamento com óxido de alumínio aumenta a área de superfície e a rugosidade da superfície. Os autores utilizaram um sistema, para uso intraoral, de óxido de alumínio modificado por sílica (Co-Jet, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), para jatear a superfície dos pinos de fibra. Observaram que uma camada de silicato foi depositada na superfície do pino devido às altas temperaturas concentradas, geradas pela pressão do jateamento (recobrimento

triboquímico). Concluíram em sua revisão, que a maioria dos estudos *in vitro* e *in vivo* sugere que o modo de fratura dos pinos de fibra é mais favorável do que nos pinos metálicos e que as taxas de sucesso dos ensaios clínicos de curto prazo publicados necessitam ser confirmadas pelas avaliações de longo prazo em andamento.

Valandro et al (2006) determinaram a influência do tratamento de superfície de pinos de fibra na resistência de união a cimentos resinosos. Perceberam que a interface entre o pino e o cimento resinoso após condicionamento com ácido fosfórico a 32% foi o elo mais fraco. Por isso, sugeriram o jateamento com óxido de alumínio de 30 μm silanizado (silicatização). Este processo criou uma camada de sílica de cerca de 15 μm de profundidade, que aumentou significativamente a resistência de união, quando comparado ao condicionamento com ácido fosfórico ou ácido fluorídrico. A silicatização foi realizada com o uso de um Micro-Etcher, por 20 s a uma distância de 10 mm, com pressão de 2,8 bar. Os pinos foram girados durante o jateamento para garantir que todas as superfícies fossem atingidas. Concluíram que a silicatização aumentou a resistência de união entre os pinos de fibra de quartzo e o cimento resinoso, em comparação ao ácido fosfórico ou fluorídrico.

D'Arcangelo et al. (2007) determinaram o efeito de três tipos de tratamento de superfície de pinos (silanização; condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% e jateamento com Al_2O_3 50 μm) sobre a retenção e a morfologia de pinos de fibra de quartzo. Concluíram que o aumento de resistência à tração foi mais acentuado nos pinos jateados e condicionados.

Magni et al (2007) determinaram a resistência interfacial entre pinos FRC Postec e três cimentos resinosos após tratamento da superfície do pino com jateamento, silanização e associação de ambos os métodos. O tratamento do pino influenciou significativamente a resistência de união ($p < 0,001$). O tipo de cimento não influenciou a resistência de união ($p = 0,07$). A combinação de jateamento com silanização foi melhor do que apenas jateamento ou sem tratamento ($p < 0,001$). O grupo apenas com silanização apresentou valores significativamente mais altos do que sem tratamento ($p = 0,045$), porém não foram detectadas diferenças entre jateamento com silanização e apenas silanização.

Radovic et al (2007) estudaram a influência da associação de jateamento, silanização e adesivo na resistência de união à microtração de pinos de fibra a uma resina composta de dupla cura. O jateamento não aumentou significativamente a resistência de união ($p = 0,08$), mas os outros tratamentos e a interação entre eles foram significativos

($p < 0,001$). A aplicação de adesivo reduziu significativamente a resistência de união aos pinos jateados. Quando nenhum pré-tratamento foi realizado, o grupo tratado com silano apresentou resistência de união mais alta do que a aplicação de adesivo. Concluíram que a o jateamento pode aumentar a resistência de união de pinos de fibra de vidro com matriz de metacrilato à resina composta, eliminando a necessidade de tratamentos adicionais de consultório.

3.1.3 Tratamentos de Superfície Alternativos

Monticelli et al (2006b) determinaram a influência do condicionamento com permanganato de potássio, H_2O_2 10% por 20 min.; etóxido de sódio 21% por 20 min.; permanganato de potássio e HCl 10% vol. por 1 h e silanização por 60s, na resistência de união à microtração de pinos de fibra a resinas para núcleo (Core Paste XP, Dent Mat e Unifil Flow, GC). O H_2O_2 quebra as cadeias epóxicas, removendo a camada superficial da matriz. Após a aplicação do silano, o compósito fica retido micromecanicamente, criando uma estrutura que até certo ponto lembra a hibridização na dentina. Também, o aumento da rugosidade e da área de superfície das fibras fornece resistência friccional e sítios para silanização, melhorando ainda mais a união do pino à resina.

Vano et al (2006) determinaram a influência do uso de H_2O_2 24% e 10%, silano, ácido fluorídrico 4% ou adesivo na resistência de união à microtração entre pinos de fibra e resina composta. O peróxido de hidrogênio foi o tratamento de superfície mais eficiente com respeito à resistência de união entre o pino e o núcleo. Ambas as concentrações de H_2O_2 aumentaram significativamente a resistência de união ($p < 0,05$), independente do material do núcleo. As profundidades do condicionamento foram similares para as duas concentrações de peróxido de hidrogênio.

Monticelli et al (2006c) determinaram o efeito do condicionamento com H_2O_2 24% por 10 min ou H_2O_2 10% por 20 min na retenção micromecânica entre pinos de fibra e resinas compostas à base de metacrilato. Sessenta pinos de fibras de quartzo (60% em volume), com matriz de resina epóxica (40% em volume), DT Light-Post (RTD, França), com 2,1 mm de diâmetro máximo, foram usados neste estudo. Os pinos foram divididos em cinco grupos ($n=12$) de acordo com os pré-tratamentos de experimentais de superfície. No grupo

1, os pinos foram imersos em H_2O_2 24% por 10 min; no grupo 2, H_2O_2 10% por 20 min; grupo 3, H_2O_2 24% por 10 min e no grupo 4, H_2O_2 10% por 20 min, todos em temperatura ambiente, e depois silanizados por 60 segundos. No grupo 5 (controle) os pinos foram apenas silanizados por 60 segundos (Monobond-S, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Este silano é uma substância de frasco único que contém 1% em peso de 3-metacriloxipropil-trimetoxissilano, em etanol/água. Concluíram que o silano melhorou o molhamento da superfície e criou ligações químicas entre as fibras de vidro e as resinas e que a aplicação de H_2O_2 produziu uma camada de aproximadamente 50 μm de espessura (cinco camadas de fibras) sem matriz resinosa, deixando fibras de quartzo intactas, prontas para silanização. Quando analisaram sob MEV, observaram que o pré-tratamento com H_2O_2 foi tão eficaz quanto à modificação das superfícies dos pinos de fibra com brocas. As fibras de quartzo expostas não foram danificadas ou fraturadas pela ação oxidante do H_2O_2 .

Schmage et al (2009) determinaram o efeito da silanização, do condicionamento com ácido fluorídrico 5% e do recobrimento triboquímico sobre a resistência de união à tração de pinos de fibra a cimentos resinosos (Calibra ou RelyX ARC) ou resinas para núcleo (Build-It, MultiCore Flow ou Rebilda DC) em dentes humanos, após armazenamento em água e termociclagem. A resistência de união dos pinos cimentados com MultiCore Flow após CoJet e dos pinos restaurados com Rebilda DC após condicionamento com ácido fluorídrico foram significativamente mais altos do que nos pinos não condicionados ($P < 0,001$). Não foram observadas diferenças significativas entre RelyX Unicem com CoJet, MultiCore Flow com CoJet e Rebilda DC tanto com CoJet, como após o condicionamento com HF ($P > 0,05$). A resistência foi significativamente mais baixa para condicionamento com HF e para CoJet com Build-It! comparado com os grupos controles correspondentes ($P < 0,001$). As fraturas foram principalmente adesivas na superfície do pino ou coesivas no interior da camada de resina composta ou no interior do pino.

De Souza Menezes et al (2011) avaliaram o efeito da concentração e do tempo de aplicação do H_2O_2 na topografia com MEV e resistência de união à tração de pinos de fibra de vidro a núcleos de resina. Pinos de fibra (Aestheti-Plus, Bisco) foram condicionados com H_2O_2 24% ou 50% por 1, 5 ou 10 min ($n=10$) e comparados a pinos sem tratamento (controle). Em seguida, os pinos foram silanizados, foi aplicado adesivo e, após centralização no molde de silicone de adição, foi aplicada resina autopolimerizável. O conjunto pino/resina foi

seccionado em cinco espécimes que foram submetidos ao teste de resistência à tração. Os dados foram analisados com ANOVA de dois critérios e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). A análise da topografia dos pinos não condicionados sob MEV demonstrou uma superfície relativamente lisa sem exposição das fibras. A aplicação de H_2O_2 aumentou a rugosidade de superfície e expôs as fibras. Todas as condições experimentais produziram valores similares de resistência de união mais altas do que o do grupo controle. A exposição a H_2O_2 24% e 50% aumentou a resistência de união da resina aos pinos, independente do tempo de aplicação.

3.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO

Goracci et al (2004) determinaram a influência da forma do corpo-de-prova na resistência de união sob microtração e compararam ao ensaio de micro *push-out*. Os resultados demonstraram alto número de falhas prematuras (16,9% a 27,5%) e altos valores de desvio-padrão na microtração com desgaste da interface. Para a microtração sem desgaste, apenas cinco palitos foram obtidos de seis raízes, e não ocorreram falhas prematuras no ensaio de *push-out*.

Goracci et al (2005) determinaram a influência do tipo de cimento ou adesivo na resistência de união sob *push-out* de pinos de fibra à dentina radicular humana. Informaram que o ensaio de *push-out* seria mais tolerante na determinação da resistência de união de pinos de fibra cimentados em raízes e que a fricção formada pela rugosidade interfacial contribui significativamente para os resultados de ensaios de *push-out*. A discrepância entre experimentos de microtração e de *push-out* sugeriram que a resistência ao deslocamento de pinos de fibra foi em grande parte devida à fricção por deslizamento. Os resultados mostraram que o adesivo foi dispensável e que a retenção foi mais importante do que a cimentação adesiva.

Vano et al (2009) determinaram os efeitos da condição e da duração do armazenamento na resistência à fratura de três tipos de pinos de fibra (DT Light Post, GC Post e FRC Postec Plus), avaliando morfológicamente os pinos antes e após o armazenamento em quatro condições (a seco a 37° C; soro a 37°C; óleo mineral a 37° C e em raízes de dentes humanos extraídos imersas em soro a 37° C) e dois períodos (6 e 12 meses)(n=12). A carga foi aplicada com uma máquina de ensaios universal com ângulo de 90° com ensaio de flexão de três pontos até a

fratura do pino. ANOVA de três critérios e teste de Tukey ($\alpha=0,05$) foram usados para comparar o efeito dos fatores experimentais na resistência à fratura. Dois pinos de cada grupo foram observados, antes e após o armazenamento, usando microscópio eletrônico de varredura. A condição de armazenamento e o tipo do pino exerceram efeito significativo sobre a resistência à fratura do pino ($P<0,05$) e sua interação também foi significativa ($P<0,05$). O armazenamento em água diminuiu significativamente a resistência à fratura, independente do tipo do pino e da duração do armazenamento. O armazenamento dentro das raízes, em óleo e a seco não afetou significativamente a resistência à fratura do pino. As fotomicrografias revelaram bolhas entre as fibras e a matriz resinosa nos pinos armazenados em água. Os pinos armazenados nas demais condições exibiram uma matriz compacta sem porosidades.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo deste estudo *in vitro* foi determinar a influência do tratamento da superfície de pinos de fibra de vidro na resistência de união sob *push-out* a uma resina composta.

4.1 MATERIAL

As informações técnicas fornecidas pelos fabricantes, sobre os materiais pesquisados, estão descritas na Tabela 1.

O jateamento das superfícies dos pinos foi realizado com um aparelho de jateamento para uso em consultório (RONDOflex 2013, KaVo).

Tabela 1 – Informações técnicas fornecidas pelos fabricantes dos materiais.

| Marca comercial, Lote e Data de Validade | Material | Composição |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent) Lote K24720 | Pino de fibra de vidro translúcido, radiopaco, 20mm de comprimento (13mm porção cilíndrica e 7mm porção cônica), pino #1) | Dimetacrilatos (~ 21%), Fluoreto de itérbio (~ 9%), Fibras de vidro (~ 70%), Catalisadores e estabilizadores (<0,5%) |
| Peróxido de hidrogênio 24% (Dermus, Farmácia de Manipulação) Ref. 153141 Val Nov/2009 | Solução para condicionamento | Peróxido de hidrogênio 24% em água deionizada. |
| Óxido de alumínio 50µm | Pó para jateamento | Óxido de alumínio 99,5%, Óxido de sódio 0,18%, Dióxido de silício 0,2%, Óxido de ferro 0,01% e Dióxido de titânio 0,010%. |
| Monobond-S (Ivoclar Vivadent) Lote K50346 Val: Out/ 2010 | Silano pré-hidrolisado | γ-metacriloxipropil trimetoxisilano 1% 52% etanol, 47% água |
| Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) Lotes J00833, L3385, K4663, L28350 Validade: Jan 2010 | Resina composta restauradora direta, híbrida, radiopaca, cor A1 | Matriz: Bis-GMA, UDMA e TEG-DMA (20,2% peso). Carga: 0,04 a 3 µm, Vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de alumínio e bário, dióxido de silício, dióxido de silício disperso e óxidos mistos esféricos, catalisadores, estabilizadores e pigmentos. |

4.2 MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizados 20 pinos divididos em quatro grupos, de acordo com os seguintes tratamentos da superfície.

4.2.1 Tratamento com Silano

Os pinos foram imersos em silano (Monobond-S, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), por 60 segundos, dentro da própria embalagem plástica dos pinos para padronizar o volume da solução de silano e evitar a contaminação dos pinos. Após este tempo, os pinos foram secos com jatos de ar de uma seringa tríplice e armazenados em temperatura ambiente e a seco, para serem imediatamente restaurados com resina composta para a confecção dos corpos-de-prova.

4.2.2 Tratamento com Peróxido de Hidrogênio 24% e Silano

Os pinos foram imersos em peróxido de hidrogênio 24% (Dermus, Farmácia de Manipulação, Florianópolis, SC, Brasil) por 10 minutos e mantidos sob agitação constante na cuba ultrasônica durante este período, dentro da própria embalagem fornecida pelo fabricante.

Após o condicionamento com peróxido de hidrogênio, os pinos foram retirados da embalagem, a solução condicionadora foi descartada e os pinos foram colocados dentro de outra embalagem plástica contendo água destilada, sendo mantidos sob constante agitação na cuba ultrasônica (Ultrasonic Cleaner, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 10 minutos.

Os pinos foram tratados com silano do mesmo modo que no item 4.2.1.

4.2.3 Tratamento com Jateamento com Óxido de Alumínio e Silano

Os pinos foram submetidos ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μm , a 20 mm de distância, com pressão de 4 bar por 20 segundos, usando um aparelho de jateamento (RONDOFlex 2013, KaVo).

O pino foi girado manualmente para garantir que toda a superfície fosse jateada. Após o jateamento, os pinos foram lavados vigorosamente com spray de ar/água por 60 segundos, para eliminação de resíduos de óxido de alumínio.

A seguir, os pinos foram secos, acondicionados na embalagem do fabricante, imersos no silano por 60s (Monobond-S, Ivoclar Vivadent) e separados para o recobrimento com resina composta.

4.2.4 Tratamento com Jateamento com Óxido de Alumínio, Peróxido de Hidrogênio 24% e Silano

Os pinos deste grupo foram submetidos ao jateamento de modo idêntico ao descrito no item 4.2.3 e em seguida foram tratados com peróxido de hidrogênio 24% (Dermus, Farmácia de Manipulação, Florianópolis, SC, Brasil), nas mesmas condições descritas no item 4.2.2.

O silano também foi aplicado por 60 segundos (Monobond-S, Ivoclar Vivadent), de forma idêntica aos demais grupos.

4.3 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Os corpos-de-prova para o ensaio de *push-out* foram obtidos a partir de cilindros de resina composta, contendo um pino de fibra posicionado no centro de seu longo eixo.

Um cilindro metálico de 13 mm de altura e 8 mm de diâmetro e um cilindro de plástico medindo 20mm de altura e 1,27 cm de diâmetro interno (Fig. 1) foram utilizados para confeccionar uma matriz de silicone de adição (Transil, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

O cilindro de plástico foi seccionado longitudinalmente em dois pontos distantes 2 mm entre si. Este recorte foi realizado para facilitar o escoamento do silicone de adição e visualização do cilindro metálico.

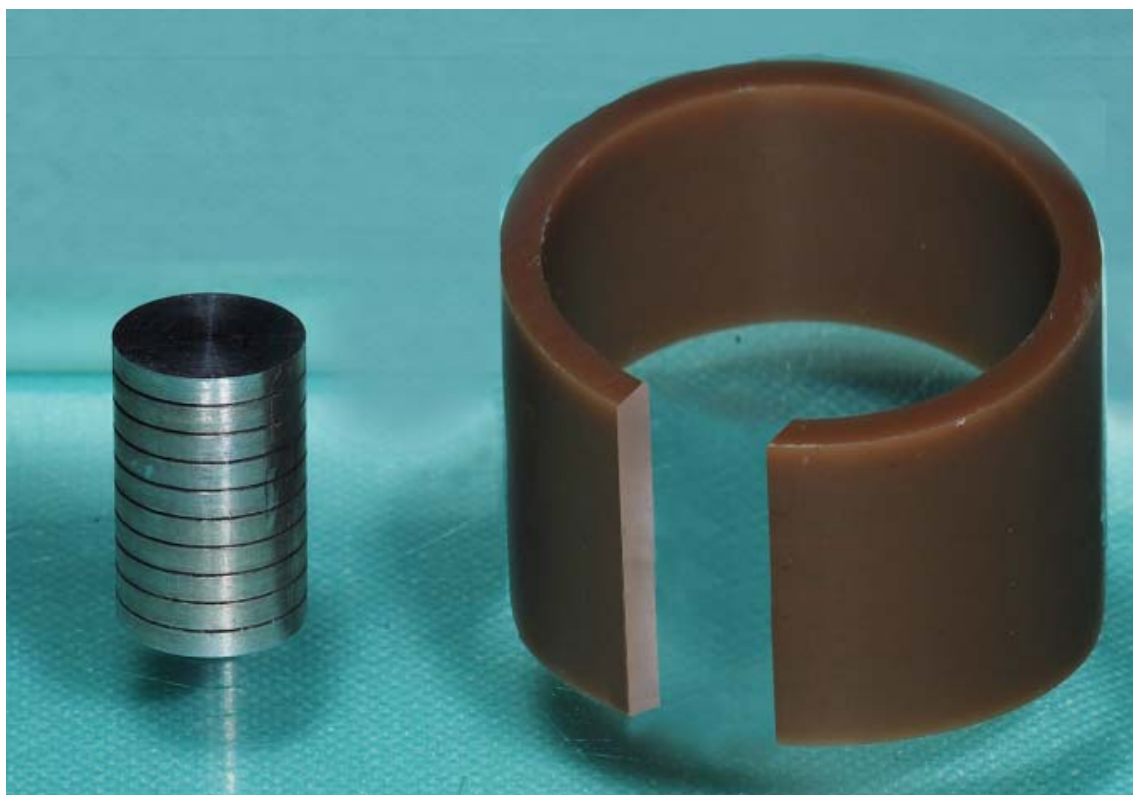


Figura 1 – Cilindro metálico (esquerda) e tubo plástico (direita) utilizados para obtenção da matriz de silicone para confecção dos cilindros de resina composta.

O cilindro metálico e o cilindro plástico foram fixados à placa de vidro com cera pegajosa, tomando cuidado de posicionar o cilindro metálico o mais centralizado possível em relação ao cilindro plástico (Fig. 2).

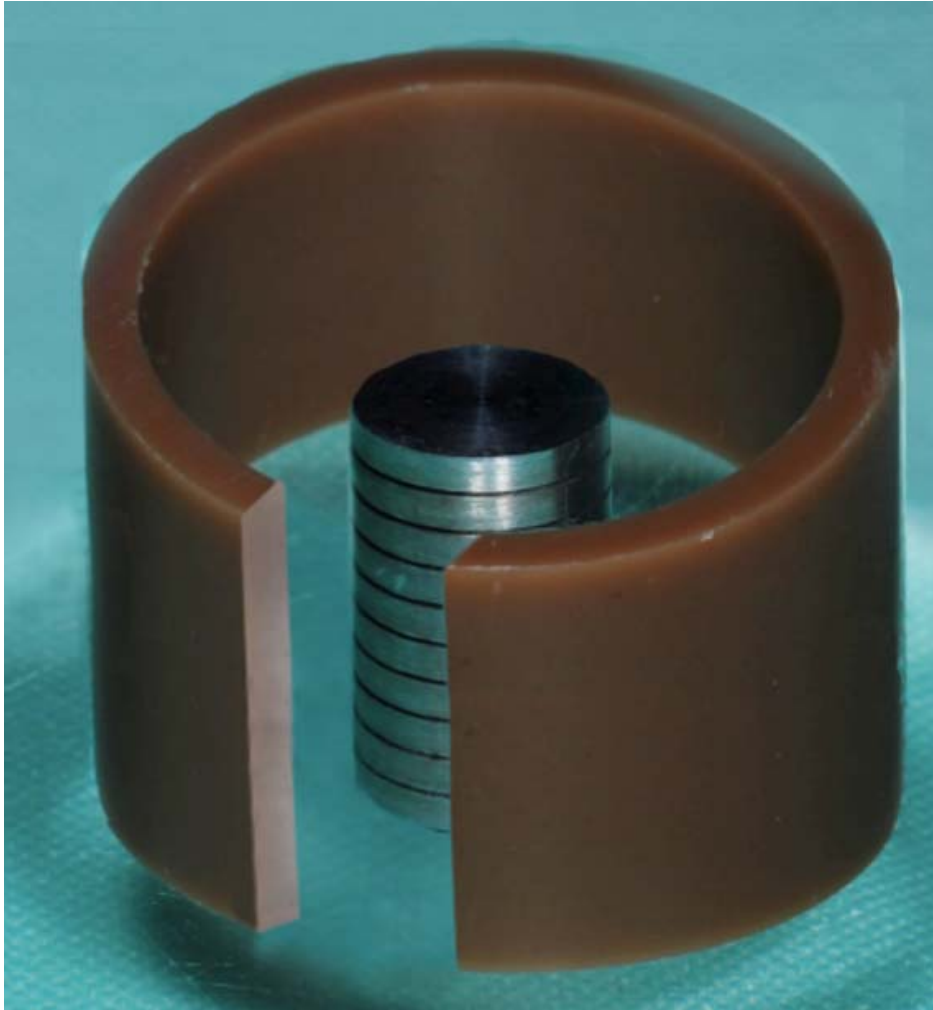


Figura 2 – Vazamento do silicone transparente para obtenção da matriz para confecção de espécimes cilíndricos.

O silicone de adição transparente foi vasado com uma seringa de auto-mistura com ponteira intraoral no espaço entre o cilindro metálico e o cilindro plástico. Após o tempo de presa de 15 minutos do silicone transparente, o conjunto cilindro plástico/molde de silicone foi removido da placa de vidro. A matriz de silicone transparente obtida foi separada do cilindro plástico com uma espátula 36 e o cilindro metálico foi removido do interior do molde, obtendo-se uma matriz de silicone transparente com um molde interno de 13 mm de altura e 8 mm de diâmetro (Fig. 3). Após exame visual da matriz para verificar a existência de bolhas ou outros defeitos, os excessos foram removidos com lâminas de bisturi #15.



Figura 3 – Matriz de silicone contendo molde interno (*) de 13mm de altura e 8mm de diâmetro.

O pino foi posicionado, com o auxílio de uma pinça clínica, perpendicular a uma placa de vidro (Fig. 4), com a extremidade coronal fixada com adesivo à base de cianocrilato (SuperBonder, Loctite).

Neste momento, o pino fo manipulado cuidadosamente para não ocorrer contaminação das superfícies tratadas.



Figura 4 – Pino de fibra de vidro fixado na placa de vidro com adesivo à base de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite).

A matriz de silicone transparente foi posicionada sobre a placa, tomando-se cuidado para que o pino ficasse o mais centralizado possível no interior do molde (Fig. 5).



Figura 5 – Matriz de silicone contendo o pino de fibra de vidro (*) centralizado no molde.

A seguir, a resina composta (Tetric Ceram, Ivoclar Vivadent, Cor A1) foi inserida em incrementos de 2 mm de altura (Fig. 6) com espátulas para inserção de resina.

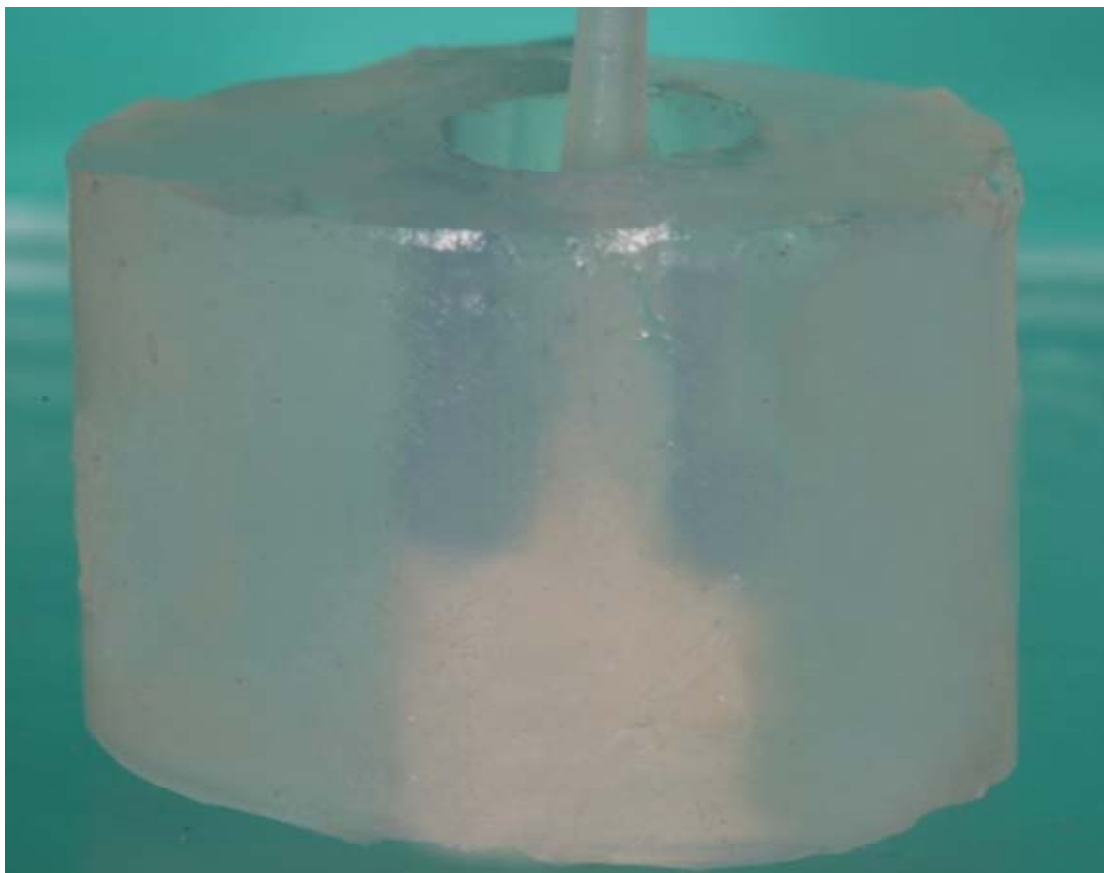


Figura 6 – Matriz de silicone transparente com incremento de resina composta.

Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos (Fig. 7) com um fotoativador de lâmpada halógena (UltraLux, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) até preencher o molde.

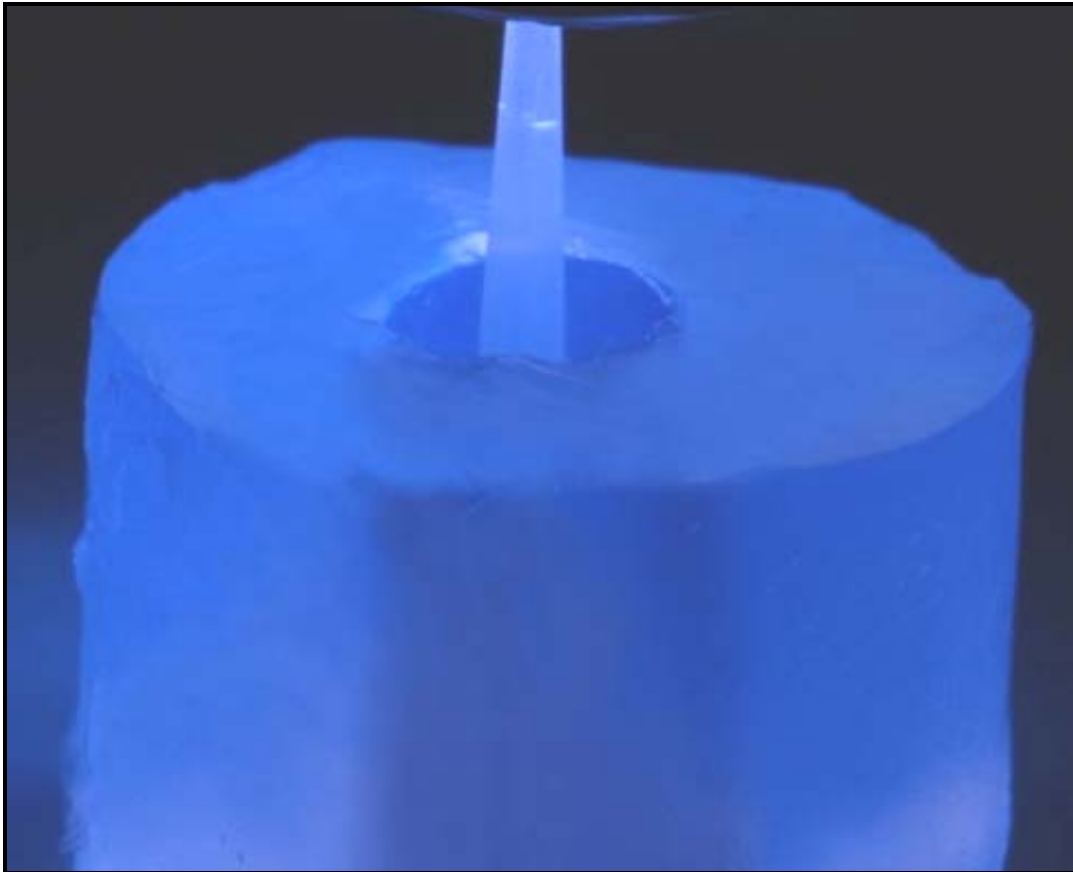


Figura 7 – Matriz de silicone durante a fotoativação da resina composta.

A intensidade de luz foi aferida com um radiômetro de cura (intensidade de 750 mW/cm^2). Após a remoção da matriz de silicone transparente, foi obtido um cilindro de resina composta, medindo 8 mm de diâmetro e 13 mm de altura, com o pino de fibra posicionado no centro de seu longo eixo (Fig. 8) e a porção cônica exposta na face superior.



Figura 8 – Cilindro de resina composta após remoção do interior do molde.

Dois espécimes foram descartados devido à posição excêntrica do pino. Os espécimes sem defeitos foram armazenados a 37 °C por um período entre 24 e 28 horas, até o momento do corte para obtenção dos corpos-de-prova.

Com o objetivo de padronizar dos cortes, foi desenvolvido o Dispositivo de Padronização de Cortes.

Este dispositivo é constituído de uma peça de aço inoxidável, em forma de “L”, medindo 8,0mm de cada lado e 3,5mm de espessura. Na face superior foi confeccionada uma área em baixo relevo, para fixação dos corpos-de-prova com cera de enceramento diagnóstico. As superfícies do Dispositivo de Padronização de Cortes possuíam orifícios para fixação com parafusos à máquina de cortes.

Para realização dos cortes, cada cilindro de resina foi fixado ao Dispositivo com cera para enceramento diagnóstico.

O cilindro de resina foi fixado com seu longo eixo paralelo tanto à superfície do Dispositivo como à face lateral externa do mesmo, para possibilitar a realização dos cortes perpendiculares à superfície lateral do cilindro de resina composta e, portanto ao longo eixo do pino de fibra.

Com o disco diamantado posicionado perpendicular ao longo eixo do pino de fibra, um corte foi realizado em baixa rotação (400 RPM) sob abundante refrigeração com água, descartando a porção cônica do pino (Fig. 9).

Em seguida, o cilindro de resina composta foi seccionado em fatias de 1 mm de espessura, obtendo-se os corpos-de-prova para o ensaio de *push-out* (Fig. 10).

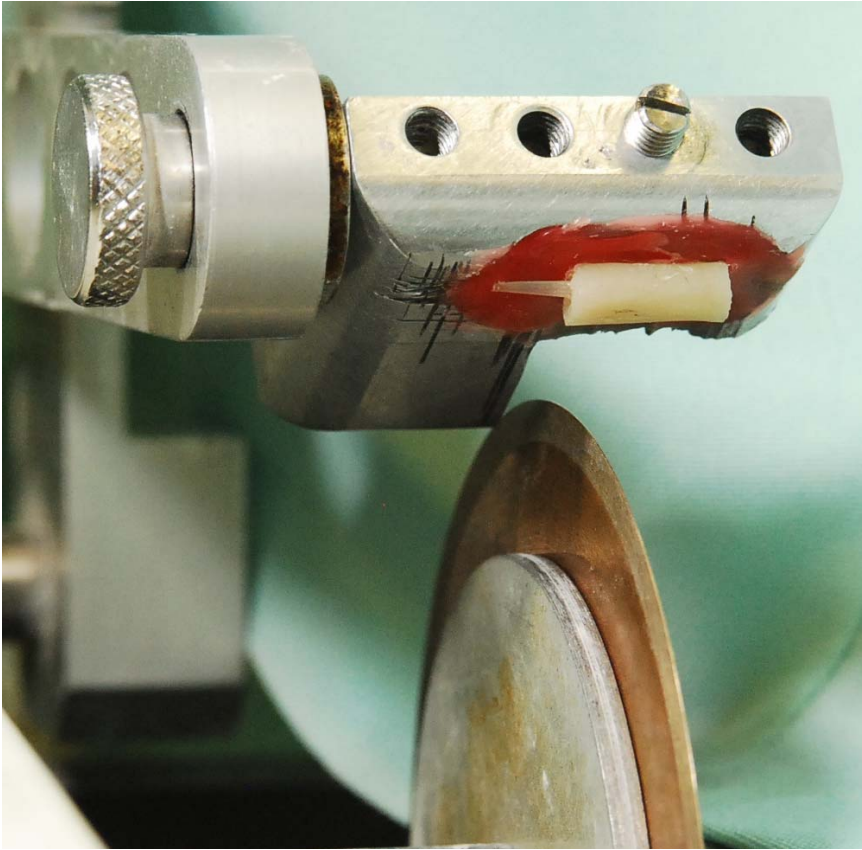


Figura 9 – Dispositivo de Padronização de Cortes, contendo o espécime cilíndrico de resina composta, fixado à Máquina de Cortes.



Figura 10 – Corpos-de-prova para ensaio de *push-out*.

4.4 FORMAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Os grupos foram formados de acordo com o tipo de tratamento da superfície do pino (Tabela 2).

| Grupo | Tratamentos | n |
|-------|---------------------------------------------------------|----|
| G1 | Silano (Controle) | 20 |
| G2 | H ₂ O ₂ 24% + Silano | 20 |
| G3 | Jateamento + Silano | 20 |
| G4 | Jateamento + H ₂ O ₂ 24% + Silano | 20 |

Tabela 2 – Formação e distribuição dos grupos da pesquisa.

4.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB *PUSH-OUT*

Os corpos-de-prova obtidos foram examinados com microscópio óptico (DM 4000M, Leica, Buffalo Grove, IL, EUA) para detectar a presença de defeitos na interface pino-resina. Os corpos-de-prova com bolhas ou fendas na interface ou no corpo da resina foram descartados. A espessura das fatias foi mensurada com paquímetro digital (Starrett 727, Itu, SP, Brasil) e identificados com tinta insolúvel, de acordo com os grupos.

Para a realização do ensaio de *push-out*, foi utilizado um dispositivo para ensaios de *push-out*. Este dispositivo é constituído de duas partes: uma superior, na qual é fixado o acessório para aplicação da carga, e uma inferior, na qual é fixada uma base metálica de aço inoxidável, cilíndrica. A carga para realização do ensaio foi aplicada com uma haste metálica de 0,8mm, que foi selecionada para aplicar a força na maior área possível da secção do pino.

Os corpos-de-prova foram fixados individualmente, com adesivo à base de cianocrilato (Super Bonder, Loctite). O ensaio foi realizado em uma máquina de ensaios universal (Instron 4444, Instron, Canton, MA, EUA) (Laboratório de Pesquisa, Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina) com velocidade de travessa de 0,5mm/min (Fig. 11).



Figura 11 – Aplicação da carga para o teste de cisalhamento.

4.6 ANÁLISE COM MEV

Imediatamente após a fratura, dois corpos-de-prova de cada grupo foram analisados com microscópio eletrônico de varredura (Phillips XL-300, Phillips, Eindhoven, Holanda) com aumentos de 30X a 400X.

Um pino não recortado de cada grupo também foi observado no MEV, com o objetivo de caracterizar a topografia de cada tipo de tratamento da superfície.

Dois corpos-de-prova e o pino íntegro selecionados foram recobertos com ouro em um recobridor (SCD-005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) resultando em uma camada regular de 600 Å para análise subsequente no MEV.

As fraturas observadas após o ensaio de *push-out* foram classificadas como:

I – Fratura adesiva: quando a fratura ocorre na interface entre pino de fibra e resina composta;

II – Fratura coesiva em resina: quando a fratura ocorre exclusivamente no interior da resina composta;

III – Fratura coesiva no pino: quando a fratura ocorre exclusivamente no interior da secção do pino de fibra;

IV – Fratura mista: combinação das falhas anteriores.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste estatístico de Shapiro-Wilk para verificar se os grupos apresentavam distribuição normal. A seguir, os dados foram analisados com o teste de Kruskal-Wallis, pois não apresentavam normalidade na distribuição. O intervalo de significância adotado foi de 95% ($p < 0,05$). Os cálculos de estatística foram realizados com um software de estatística (SPSS 17, SPSS Inc., Chicago, Il, EUA).

5. RESULTADOS

A análise quantitativa dos dados foi realizada a partir dos valores nominais obtidos no ensaio de *push-out*, registrados em Newtons (N), que foram plotados em um programa de planilhas (Microsoft Excel 2007, Microsoft Office System 2007).

O cálculo da área de adesão dos corpos-de-prova de *push-out* foi feito com a fórmula:

$A = 2 \pi r X h$, onde π é igual a 3,14, “r” é o raio do pino e “h” é a espessura da fatia em mm (Goracci et al, 2004).

A partir do cálculo do valor da área, foi possível realizar o cálculo da resistência de união sob *push-out* com a fórmula:

$$\rho = F/A$$

Onde F é a força em N e A é a área de adesão.

5.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB PUSH-OUT

O teste de Kruskal-Wallis revelou que não há diferença estatística significativa na interação entre os quatro grupos testados ($p=0,252$).

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva dos dados.

| Grupo | n | Mediana (MPa) | Média (MPa) | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | CV |
|-------|----|---------------|-------------|---------------|--------|--------|--------|
| G1 | 20 | 13,36 | 11,08 | 10,16 | 0,000 | 27,33 | 91,70% |
| G2 | 20 | 18,00 | 16,24 | 8,49 | 0,000 | 31,70 | 52,27% |
| G3 | 20 | 15,09 | 12,81 | 9,89 | 0,000 | 27,73 | 77,21% |
| G4 | 20 | 13,80 | 11,14 | 8,58 | 0,000 | 25,50 | 77,02% |

Tabela 3 – Estatística descritiva para o ensaio de *push-out*.

A Figura 12 ilustra os dados apresentados na Tabela 3. Os Grupos unidos pela barra horizontal não apresentaram diferença estatística significativa, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p=0,252$)

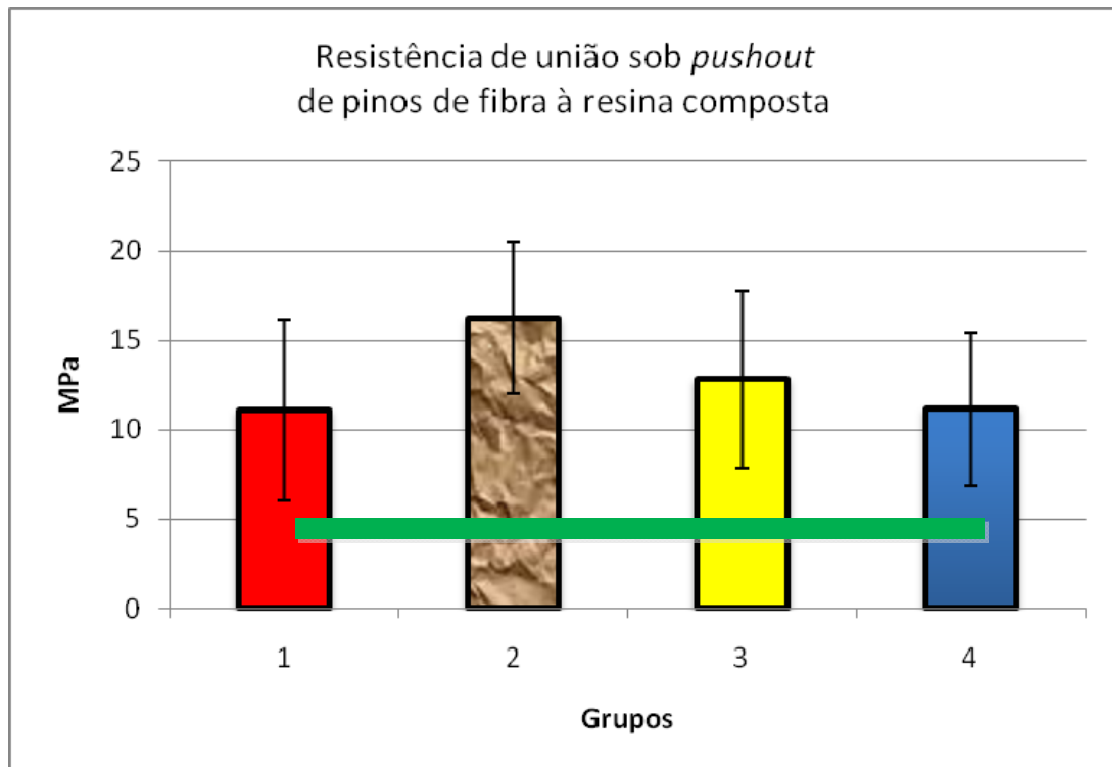


Figura 12 – Médias e desvios-padrões de resistência de união sob *push-out*.

5.2 ANÁLISE COM MEV

Os corpos-de-prova fraturados e os pinos íntegros selecionados foram examinados com microscópio eletrônico de varredura (Phillips XL-300, Phillips, Eindhoven, Holanda), com aumentos de 30X a 400X.

5.2.1 Análise Topográfica Dos Pinos

As fotomicrografias dos pinos íntegros de cada Grupo podem ser vistas nas Figuras 13 a 16.

O pino íntegro de G1 (Controle) (Fig. 13) apresentou superfícies regulares, lisas, com um padrão típico formado pelas fibras de vidro dispostas longitudinalmente e a matriz resinosa.

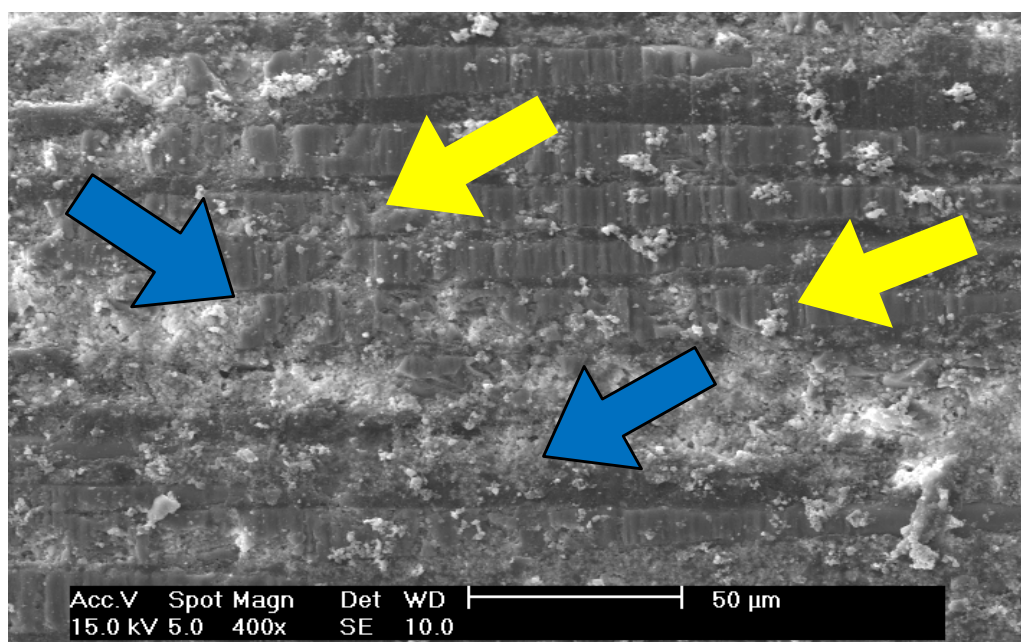


Figura 13 – Fotomicrografia da superfície lateral do pino FRC Postec Plus tratado com silano (G1, aumento de 400X). Setas amarelas: fibras de vidro dispostas longitudinalmente. Setas azuis: matriz resinosa.

A superfície do pino íntegro de G2 apresentou áreas de fibra de vidro parcialmente descobertas (Fig. 14).

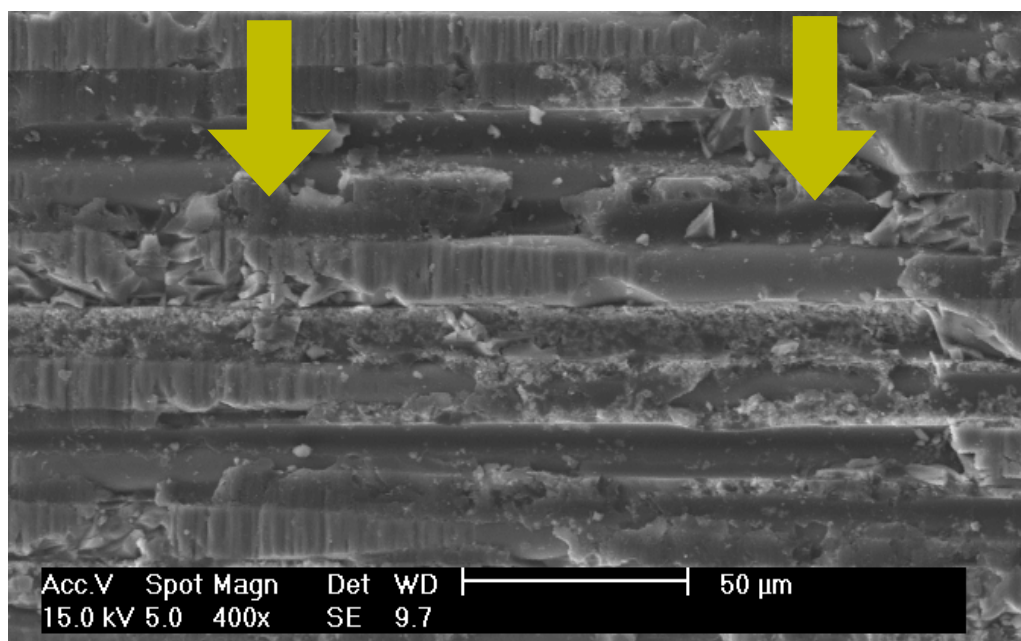


Figura 14 – Fotomicrografia da superfície lateral do pino FRC Postec Plus tratado com H_2O_2 24% por 10 min. e silano (G2, aumento de 400X). Setas amarelas: fibra de vidro parcialmente descoberta pela ação do H_2O_2 24%.

A amostra de G3 apresentou destruição parcial das fibras e a matriz resinosa foi parcialmente removida na maior parte da superfície, demonstrando o padrão não seletivo do jateamento (Fig. 15).

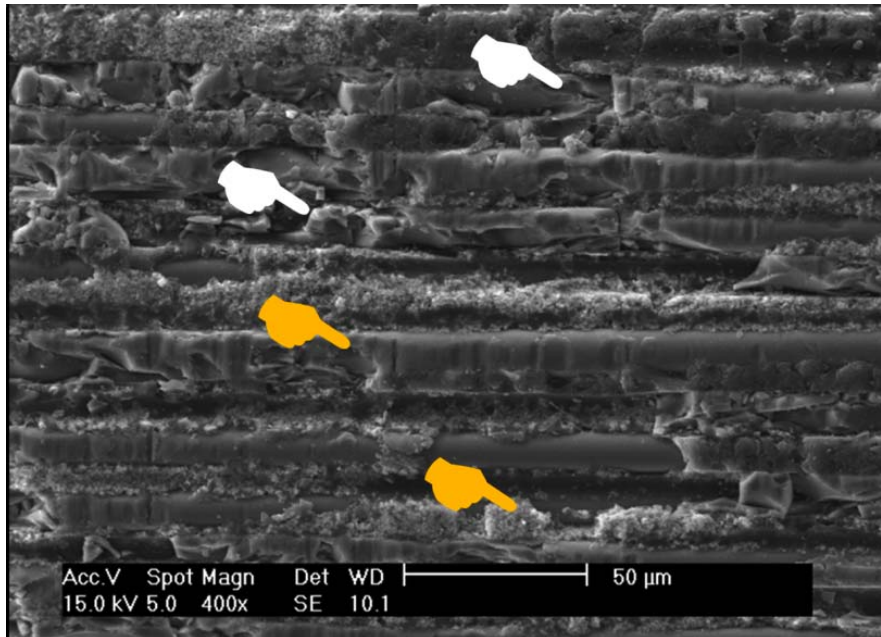


Figura 15 – Fotomicrografia da superfície lateral de FRC Postec Plus (G3 — tratamento: jateamento Al₂O₃ 50μm e silano, aumento de 400X).

Finalmente, a amostra de G4 apresentou maior destruição das fibras de vidro e remoção da matriz resinosa da superfície, apresentando padrão não seletivo (Fig. 16).

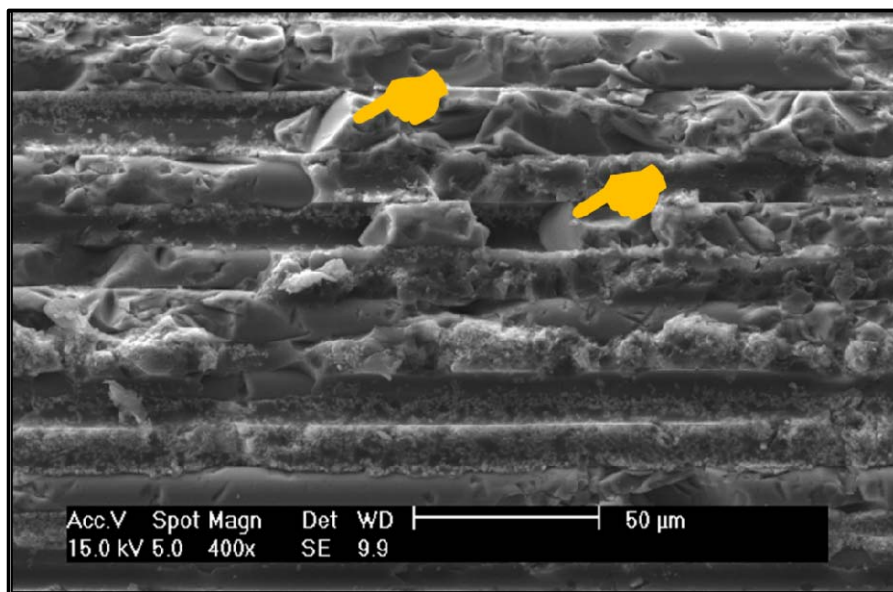


Figura 16 – Fotomicrografia da superfície lateral de FRC Postec Plus (G4 — tratamento: jateamento Al₂O₃ 50μm, H₂O₂ 24% e silano, aumento 400X).

5.2.2 Análise do Tipo de Fratura

A Tabela 4 apresenta os tipos de fratura de acordo com os Grupos.

| Grupo | n | I | II | III | IV |
|-------|----|---|----|-----|----|
| G1 | 20 | – | – | – | 20 |
| G2 | 20 | 1 | – | – | 19 |
| G3 | 20 | 1 | – | – | 19 |
| G4 | 20 | – | – | – | 20 |

Tabela 4 – Tipo de fratura sob *push-out* de acordo com os Grupos.

Foram observadas apenas duas fraturas adesivas (tipo I), uma no Grupo 2 e uma no Grupo 3. Ocorreu predomínio de fraturas mistas (tipo IV). As amostras foram analisadas ao microscópio óptico (DM 4000M, Leica, Buffalo Grove, IL, EUA), acoplado a uma câmera digital (Leica DC300, Leica, Buffalo Grove, IL, EUA) com um software de manipulação de imagens (IrfanView, versão 3.98).

Durante a realização dos testes foram observadas falhas prematuras que foram descartadas das análises posteriores, por não permitirem a determinação da resistência de união durante os testes.

Foram registradas seis falhas no G1, três falhas no G2, quatro falhas no G3 e cinco falhas no G4.

Inicialmente, cinco pinos foram utilizados para cada grupo, obtendo-se em média sete fatias por pino. Entretanto, devido às falhas prematuras foram necessários dois pinos adicionais para obter-se o número necessário por razões estatísticas.

6. DISCUSSÃO

As superfícies da maior parte dos pinos de fibra são muito lisas, o que dificulta a retenção do núcleo de preenchimento ou da restauração direta de resina composta.

Além da união química entre a matriz resinosa do pino de fibra e a resina composta, é necessária a presença de retenções micromecânicas para garantir que a restauração tenha longevidade (Ferrari et al, 2006a). A combinação de condicionamento químico e da retenção micromecânica melhora a retenção, alcançando-se valores de adesão mais confiáveis (Monticelli et al, 2006a).

Os resultados deste estudo demonstraram que o tratamento da superfície por imersão em peróxido de hidrogênio 24% por 10 minutos aumentou os valores da resistência de união à resina composta, porém sem diferença estatística significativa, diferente dos resultados obtidos por Monticelli et al (2006a).

Optou-se pelo uso de peróxido de hidrogênio 24% por 10 minutos, pois esta concentração não é tão alta, o que representaria riscos de manuseio ao profissional e ao paciente e porque concentrações mais baixas necessitariam de tempos de condicionamento mais longos, o que inviabilizaria seu uso na clínica.

A explicação do aumento da resistência de união no trabalho de Monticelli et al (2006a) foi que, ao remover a camada superficial da resina epóxica, uma maior área de superfície de fibras de quartzo expostas fica disponível para a silanização (Ferrari et al, 2006a; Monticelli et al, 2006c; Vano et al., 2006). Além disso, os espaços criados entre as fibras formam sítios adicionais para reter a resina composta, sem uso de líquidos potencialmente perigosos em ambiente clínico (Monticelli et al, 2006c).

Não foi utilizado ácido fluorídrico neste trabalho, pois há relatos que ele é muito agressivo, condicionando não seletivamente as fibras e a matriz, danificando a microestrutura dos pinos, o que também altera as propriedades físico-mecânicas (Valandro et al, 2006; Vano et al, 2006).

Isto contraria D'Arcangelo et al. (2007) que indicaram o uso de ácido fluorídrico baseado nos elevados valores de resistência à tração (*pull-out*) encontrado para Endo Light Post cimentado em dentina. Como aquele ensaio foi realizado com a tração do pino inteiro, a área de união era muito mais alta. Além disso, as características encontradas nas

superfícies das fibras condicionadas com ácido fluorídrico demonstram que ocorreu dano devido à agressividade deste.

Radovic et al (2007) também não encontraram aumento significativo da resistência de união após jateamento.

Valandro et al (2006) afirmaram que a inclusão de partículas de $\text{SiO}_x\text{-Al}_2\text{O}_3$ na superfície do pino pelo jateamento diminui as propriedades mecânicas e prejudica o desempenho clínico. Apesar de, provavelmente, ocorrer aumento da irregularidade da superfície, a presença das partículas impediria o escoamento da resina composta. Isto também foi observado nesta pesquisa, pois foi constatado na análise com MEV que o jateamento produziu alterações significativas da superfície, o que pode explicar a ausência de diferença significativa entre G1 e G3.

Este achado contraria Monticelli et al (2008), que afirmaram que o jateamento com óxido de alumínio não produziu alterações morfológicas do pino.

As diferenças de valores observadas para os grupos com jateamento deste estudo e de outros pode também ser justificada pelos diferentes tempos de aplicação, tamanho das partículas de óxido de alumínio, pressão e distância do aplicador à superfície do pino (Sahafi et al, 2004).

As resinas compostas híbridas podem ser escolhidas por apresentarem propriedades mecânicas superiores, apesar das resinas de baixa viscosidade apresentarem melhor adaptação interfacial aos pinos de fibra, segundo Zhang et al. (2006). Além disso, as resinas híbridas podem ser mais fáceis de manusear para a maioria dos clínicos e a maior parte das resinas híbridas disponíveis comercialmente apresenta melhor relação custo/benefício para o profissional, em relação às resinas de dupla cura, especialmente desenvolvidas para núcleos de preenchimento.

O valor médio de Monticelli et al (2006a) utilizando uma resina híbrida (Clearfil AP) foi $10,4 \pm 3,5$ MPa, sendo mais baixo do que a nossa média. A utilização da resina híbrida ainda resultou em diferença estatística significativa em relação à resina de baixa viscosidade. Esta tendência foi observada por Magni et al. (2007).

Os resultados desta pesquisa foram similares a Soares et al (2008b) que encontraram $11,89 \pm 6,55$ MPa para o pino Reforpost (Angelus), porém para pinos cimentados em dentina humana.

Embora não houvesse diferença significativa entre o Grupo 1 e os demais Grupos, observou-se maior número de falhas prematuras dos pinos. Ainda necessita ser investigado, se a diferença do número de falhas prematuras entre os Grupos foi significativa e se existe correlação com os valores de resistência de união dos respectivos Grupos.

A silanização de fibras de vidro foi proposta inicialmente para tratamento de fibras usadas em contenções periodontais (Matinlinna et al, 2004).

O silano se une às fibras de vidro através da matriz orgânica (Matinlinna et al, 2004). Diferenças na composição dos pinos podem ser responsáveis pelas diferenças de resistência de união após a aplicação de silano (Goracci et al, 2005).

Perdigão et al (2006) também utilizaram Monobond-S, e concluíram que aplicar silano não influenciou significativamente a resistência de união dos pinos de fibra à dentina.

A respeito da inclusão de um grupo controle, optamos por considerar o grupo tratado apenas com silano como o grupo de referência, pois esta opção de tratamento é considerada como um padrão de tratamento, preconizado pela maioria dos fabricantes.

Ferrari et al (2006) afirmaram que atribuir às falhas prematuras (corpos-de-prova que não resistiram às etapas do preparo) um valor maior do que zero com base em um índice arbitrário, deve ser considerado apenas uma tentativa de eliminar um erro na pesquisa. Por esta razão, optou-se por atribuir valor “zero” às falhas prematuras encontradas neste estudo. Como consequência, a inclusão das falhas prematuras tornou a distribuição dos valores não-normal.

Entretanto, nos grupos onde as falhas prematuras foram em maior número, os valores de resistência de união não foram significativamente menores do que os outros Grupos.

Deve-se ter o cuidado de não achar que o ensaio de *push-out* é mais confiável do que os ensaios de resistência de união à microtração, pois grande parte da resistência de união deve-se à fricção interfacial (Goracci et al., 2005). Quando a fibra se solta completamente da matriz, o movimento dela é causado principalmente pela fricção e pela rugosidade de superfície.

Futuras pesquisas, a respeito de substâncias alternativas para tratar a superfície dos pinos de fibra e sobre o comportamento da resistência de união, após fadiga mecânica e térmica, são necessárias para determinar a eficácia destas substâncias.

7. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo, *in vitro*, pode-se concluir que:

O tratamento da superfície com peróxido de hidrogênio não alterou significativamente a resistência de união ao cisalhamento (*push-out*) do pino de fibra testado à resina composta.

REFERÊNCIAS

- AKGUNGOR, G.; SEN, D.; AYDIN, M. Influence of different surface treatments on the short-term bond strength and durability between a zirconia post and a composite resin core material. *J Prosthet Dent, Saint Louis*, v. 99, n. 5, p. 388-399, May, 2008.
- BITTER, K., NEUMANN, K., KIELBASSA, A.M. Effects of pretreatment and thermocycling on bond strength of resin core materials to various fiber-reinforced composite posts. *J Adhes Dent. New Maldin*, v. 10, n. 6, Dec; p. 481-489, 2008.
- D'ARCANGELO, C.; D'AMARIO, M.; PROSPERI, G.D.; CINELLI, M.; GIANNONI, M.; CAPUTI, S. Effect of surface treatments on tensile bond strength and on morphology of quartz-fiber posts. *J. Endod.*, Baltimore, v. 33, n. 2, Mar, p. 264–267, 2007
- DE SOUZA MENEZES, M; QUEIROZ, E.C.; SOARES, P.V.; FARIA-E-SILVA, A.L.; SOARES, C.J.; MARTINS, L.R. Fiber post etching with hydrogen peroxide: effect of concentration and application time. *J Endod.*, Baltimore, v. 37, n. 3, p. 398-402, Mar, 2011.
- FERRARI, M.; MONTICELLI, F.; CURY, A.H.; PAPACCHINI, F.; CHIEFFI, N.; GORACCI, C. Efficacy of a combined silica methacrylate coupling on the fiber post bonding to composite cores. *Int Dent SA, Wendywood*, v. 8, n. 4, p. 58-65, 2006
- GORACCI, C.; TAVARES, A.U.; FABIANELLI, A.; MONTICELLI, F.; RAFFAELLI, O.; CARDOSO, P.C.; TAY, F.R.; FERRARI, M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and *push-out* bond strength measurements. *Eur. J. Oral Sci.*, Göteborg, v. 122, n. 4, p. 353-361, Aug., 2004.
- GORACCI, C.; FABIANELLI, A.; SADEK, F.T.; PAPACCHINI, F.; TAY, F.R.; FERRARI, M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J. Endod.*, Baltimore, v. 31, n. 8, p. 608-612, Aug., 2005.
- MAGNI, E.; MAZZITELLI, C.; PAPACCHINI, F.; RADOVIC, I.; GORACCI, C.; CONIGLIO, I.; FERRARI, M. Adhesion between fiber posts and resin luting agents: a microtensile bond strength test and an

SEM investigation following different treatments of the post surface. *J. Adhes. Dent.*, New Maldin, V.9, N. 2, P. 195-202. Feb, 2007

MATINLINNA, J.P.; LASSILA, L.V.; OZCAN, M.; YLI-URPO, A.; VALLITTU, P.K. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont*, v. 17, n. 2, p. 155-164, Mar-Apr; 2004.

MONTICELLI, F.; OSÓRIO, R.; TOLEDANO, M.; GORACCI, C.; TAY, F.R.; FERRARI, M. Improving the quality of the quartz fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. *J. Endod.*, Baltimore, v. 32, n. 5, p. 447-451, May, 2006.

MONTICELLI, F.; TOLEDANO, M.; TAY, F.R.; CURY A.H.; GORACCI, C.; FERRARI, M. Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent. Mat.*, Washington, v. 22, n. 7, p. 602-609, Jul., 2006.

MONTICELLI, F.; TOLEDANO, M.; TAY, F.R.; SADEK, F.T.; GORACCI, C.; FERRARI, M. A Simple Etching Technique for Improving the Retention of Fiber Posts to Resin Composites. *J. Endod.*, Baltimore, v. 32, n. 1, p. 44-47, Jan, 2006.

MONTICELLI, F.; OSÓRIO, R.; SADEK, F.T.; RADOVIC, I.; TOLEDANO, M.; FERRARI, M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. *Oper. Dent.*, Seattle, v. 33, n. 3, p. 346-355, May, 2008.

PERDIGÃO, J.; GOMES, G.; LEE, I.K. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent. Mat.*, Washington, v. 22, n. 8, p. 752-758, Aug, 2006.

PRITHVIRAJ, D.R.; SONI, R.; RAMASWAMY, S.; SHRUTHI, D.P. Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of posts: A laboratory study. *Indian J Dent Res*, Tamil Nadu, v. 21, n. 2, p. 201-206, Apr-Jun, 2010

RADOVIC, I.; MONTICELLI, F.; GORACCI, C.; CURY, A.H.; CONIGLIO, I.; VULICEVIC, Z.R.; GARCIA-GODOY, F.; FERRARI, M. The effect of sandblasting on adhesion of a dual-cured resin

composite to methacrylic fiber posts: Microtensile bond strength and SEM evaluation. J. Dent., Birmingham, v. 35, n.6, p. 496-502, Mar, 2007.

SAHAFI, A.; PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E.; GOTFREDSEN, K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. Int. J. Prosthodont., Lombard, v. 17, n.3, p. 307-312, May-Jun, 2004.

SAHAFI, A.; PEUTZFELDT, A. Durability of the bond between resin composite cores and prefabricated posts. Acta Odontol Scand, Stockholm, v. 67, n. 5, p. 271-276, Sep., 2009.

SCHMAGE, P., CAKIR, F.Y., NERGIZ, I., PFEIFFER, P. Effect of surface conditioning on the retentive bond strengths of fiber-reinforced composite posts. J Prosthet Dent, Saint Louis, v. 102, n. 6, p. 368-377, Dec, 2009.

SOARES, C.J.; SANTANA, F.R.; CASTRO, C.G.; SANTOS-FILHO, P.C.F.; SOARES, P.V.; QIAN, F.; ARMSTRONG, S.R. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: Comparison between microtensile and *push-out* tests. Dent. Mat., Washington, v. 24, n. 10, p. 1405-1411, Oct, 2008.

SOARES, C.J.; SANTANA, F.R.; PEREIRA, J.C.; ARAÚJO, T.S.; MENEZES, M.S. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-GMA fiber-reinforced resin posts. J Prosthet Dent, Saint Louis, v. 99, n. 6, p. 444-454, Jun, 2008.

SPAZZIN, A. O.; MORAES, R. R.; CECCHIN, D; FARINA, A.P.; CARLINI-JÚNIOR, B.; CORRER-SOBRINHO, L.C. Morphological analysis of glass, carbon and glass/carbon fiber posts and bonding to self or dual-cured resin luting agents. J. Appl. Oral Sci., Bauru, v.17, n.5, Sept./Oct., 2009.

VALANDRO, L.F.; YOSHIGA, S.; MELO, R.M.; GALHANO, G.A.P.; MALLMANN, A.; MARINHO, C.P.; BOTTINO, M.A. Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. J. Adhes. Dent., New Maldin, v. 8, n. 2, p. 105-111, Apr., 2006.

VANO, M; CARVALHO, C; SEDDA, M; GABRIELE, M; GARCÍA-GODOY, F; FERRARI, M. The influence of storage condition and duration on the resistance to fracture of different fiber post systems. *Am J Dent.*, cidade, v. 22, n. 6, p. 366-370, Dec, 2009.

VANO, M.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; TOGNINI, F.; GABRIELE, M.; TAY, F.R.; FERRARI, M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.*, Oxford, v. 39, n. 1, p. 31-39, Jan, 2006.

YENISEY, M.; KULUNK, S. Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin. *J Prosthet Dent.*, Saint Louis, v. 99, n. 1, p. 38-45, Jan, 2008.

ZHANG, L.; WANG, Y.-J.; RADOVIC, I.; CHIEFFI, N.; CHEN, J.-H.; FERRARI, M. Adhesion of two dual-cure core resins to silica fiber posts treated with different bonding agents. *Int Dent SA*, Wendywood, v. 8, n. 6, p.38-47, 2006