

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM MATERIAIS DENTÁRIOS

JORGE ALBERTO GONÇALVES

**EFEITO DO CONDICIONAMENTO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA
MICRODUREZA E NA MORFOLOGIA SUPERFICIAL**

Porto Alegre

2011

JORGE ALBERTO GONÇALVES

**EFEITO DO CONDICIONAMENTO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA
MICRODUREZA E NA MORFOLOGIA SUPERFICIAL**

Tese apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a obtenção do título de Doutor na área de Materiais Dentários pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Eduardo Gonçalves Mota

Porto Alegre

2011

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

G635e

Gonçalves, Jorge Alberto

Efeito do condicionamento de pinos de fibra de vidro na microdureza e morfologia superficial / Jorge Alberto Gonçalves. — Porto Alegre, 2011.

61 f.: il.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Pós-graduação em Odontologia, área de Concentração em Materiais Dentários, PUCRS, 2011.

Orientador: Prof. Eduardo Gonçalves Mota.

1. Odontologia. 2. Materias Dentários. 3. Pinos Dentários. 5. Fibras de Vidro. 6. Microdureza. 6. Rugosidade. I. Mota, Eduardo Gonçalves. II. Título.

CDD: 617.634

Alessandra Pinto Fagundes
Bibliotecária
CRB10/1244

JORGE ALBERTO GONÇALVES

**EFEITO DO CONDICIONAMENTO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA
MICRODUREZA E NA MORFOLOGIA SUPERFICIAL**

Tese apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a obtenção do título de Doutor na área de Materiais Dentários pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: _____, de _____ de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota

Prof. Dr. Álvaro Heitor Cruz Couto

Prof. Dr. José Pedro Peixoto de Oliveira

Prof. Dr. Ézio Teseo Mainieri

Prof.Dr. Paulo Afonso Burmann

Porto Alegre

2011

DEDICO...

À **DEUS**, que sempre está ao meu lado abençoando a minha vida e iluminado os meus passos em busca dos meus ideais.

Aos meus **Pais** (*in memoriam*) **José e Maria Gonçalves**, que ensinaram meus primeiros passos para a vida e não mediram esforços, ensinando a viver com honestidade, lealdade e a amor a Deus e ao próximo. Onde quer que vocês estejam sei que estão felizes.

À minha esposa **Fátima**, pelo amor, carinho, paciência e tolerância em abrir de mão de momentos juntos para que eu pudesse dedicar-me a conclusão desta pesquisa.

Aos meus filhos **Cláudio, Pedro e Jorge**, nora **Andréa**, e ao meu querido neto **Claudinho**, por entenderem as muitas ausências minhas e por serem a razão da minha vida.

À minha irmã **Fátima** e sobrinha **Catarine**, pelo constante apoio, carinho, conselhos e incentivos durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador **Professor Dr. Eduardo Gonçalves Mota**, pelo conhecimento, dedicação e experiência para realização desta pesquisa.

Aos **Professores Dr. Álvaro Couto e Dr. José Pedro Peixoto de Oliveira**, pela amizade, apoio e hospitalidade.

À **Professora Dra. Marília Gerhardt**, pela atenção, transparência, apoio, carinho e postura ética, sempre pronta para ouvir sobre inquietações e aconselhar.

Ao **Prof. Dr. Paulo Burmann**, a quem tive o privilégio de conhecer durante o meu mestrado, sempre mostrando seu caráter de companheirismo, lealdade, amizade e com disposição para ajudar, colaborar e incentivar novos pesquisadores. A partir de hoje a nossa amizade ficará mais sólida ainda.

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa do **Professor Marcos Túlio Mazzini Carvalho** diretor da Faculdade de Odontologia.

Ao **Professor Dr. José Antonio Poli de Figueiredo**, coordenador do Programa Pós-Graduação em Odontologia, pela sua postura como gestor, amizade e incentivo.

À **Professora Dra. Luciana Hirakata**, **Professora Dra. Ana Sphor** e **Professor Dr. Hugo Oshima**, pelo exemplo de dedicação, conhecimento, competência e gentileza, transmitido durante o Doutorado.

Aos colegas do Doutorado, **Catharina**, **Fernanda**, **Luciana**, **Lucas** e **Patrícia**, pela convivência e troca de experiência e em especial as amigas **Luciana** e **Patrícia** pela amizade, apoio, confiança, disponibilidade e sugestões em colaborar.

A mestranda **Débora Chiele Palma(UFSM)**, pela valiosa sugestão, colaboração e gentileza na realização desta pesquisa.

Ao **Professor Messina** e à **Helena**, pelo carinho, gentileza e hospitalidade.

À **Professora Ida** e ao **Professor Ari**, pelos conselhos e ensinamentos de vida.

À **Professora Dra. Berenice Dedavid** do Centro de Microscopia Eletrônica e Microanálise da PUCRS, pelas orientações e sugestões nas imagens de MEV.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação, **Ana**, **Davenir**, **Carlos**, **Cláudia**, **Marcos**, **Paulo** e **Kleber**, pelo profissionalismo e por sempre estarem dispostos a ajudar.

À **Universidade Federal de Alagoas** e aos **colegas** da **Faculdade de Odontologia**, por me darem condições e flexibilidade de tempo para a realização do Doutorado.

Ao **Professor Silvio Chagas**, pela paciência e orientação em questões de estatística que contribuíram para o resultado da pesquisa.

As empresas **Angelus** e **Klinter**, pela gentileza e cordialidade em ceder o material para este estudo.

“Ter um ideal e nunca esquecê-lo.
Ser uma metamorfose ambulante em vez de ter
aquela velha opinião formada sobre tudo, como
cantava Raul Seixas. Não podemos deixar
envelhecer sonhos, enrugar idéias.
Quem perde a oportunidade de se renovar
a cada dia, no contato com crianças e
jovens cheios de desejos, desiste de viver
vira ultrapassado, neutro, passivo, incompetente,
injusto consigo mesmo e seus alunos.
Quem abandona idéias pára de ensinar a
ter esperança no futuro”.

Suzana Maríngoni

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1 - Figura 1 - Fotografia identificando a posição do pino de fibra de vidro incluído em resina epóxi.....	18
Figura 2 – Imagem da indentação promovida pelo microdurômetro.	19
Figura 3 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 1 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C)	22
Figura 4 – MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 2 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).	23
Figura 5- MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 3 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).	24
Figura 6 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 4 nos terços:.....	25
Artigo 2, Figura 7 – Fotografia identificando o pino de fibra de vidro incluído com polimento final.	36
Figura 8 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 1 nos terços:.....	40
Figura 9 – MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 2 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).	41
Figura 10 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 3 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).	42
Figura 11- MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 4 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).	43
Figura 12 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 5 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).	44

LISTA DE TABELAS

Artigo 1, Tabela 1 - Material utilizados no estudo.....	18
Tabela 2 - Delineamento experimental do estudo	19
Tabela 3 – Valores de média e desvio padrão de microdureza (VHN) entre os grupos experimentais.	21
Tabela 4 – Valores médios de microdureza (VHN) e desvio padrão entre os grupos experimentais divididos por terços.	21
Artigo 2, Tabela 5 Material utilizados no estudo.....	37
Tabela 6: Delineamento experimental do estudo:	37
Tabela 7 – Valores de média e desvio padrão de rugosidade entre os grupos experimentais.	39
Tabela 8 – Valores da média de rugosidade e desvio padrão entre os grupos experimentais divididos por terços.	39

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

- Número

% - Porcento

h - Altura

± - Mais ou menos

∅ - Diâmetro

® - Marca registrada

µm - Micrometro

Al₂O₃ - Óxido de Alumínio

H₂O₂ - Peróxido de hidrogênio

bar - Unidade de pressão

CP - Corpo-de-prova

cm - Centímetro

Bis-GMA - Bisfenol-A glicidil metacrilato

DP - Desvio-padrão

et al - E outros

Fig - Figura

G1 - Grupo um

G2 - Grupo dois

G3 - Grupo três

G4 - Grupo quatro

EUA - Estados Unidos da América

KHN - Número de dureza Knoop

VHN - Número de dureza Vickers

MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura

min - Minuto

s – Segundo

Stbus- tubos com ponta romba

mm - Milímetro

n - Número

p - Probabilidade calculada

SPSS- Statical Packge for the Social Sciences

PFV - Pino de Fibra de Vidro

PVC - Policloreto de vinila

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

x - Indica o número de vezes.

α - Alfa, nível de significância

Ra - Rugosidade

p.a. - Pró-análise

g - Grama, unidade de massa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 ARTIGO 1	14
3 ARTIGO 2.....	31
4 DISCUSSÃO GERAL.....	49
5 REFERÊNCIAS GERAL.....	52
ANEXO - COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA	56
APÊNDICE A – SUBMISSÃO ARTIGO 1	57
APÊNDICE B – SUBMISSÃO ARTIGO 2	58

1 INTRODUÇÃO GERAL

A utilização clínica dos pinos de fibra em dentes com tratamento endodôntico tem aumentado de maneira significativa, em razão da sua praticidade, da preservação da estrutura dental sadia, da possibilidade de união adesiva com cimentos resinosos e pela facilidade de remoção com o auxílio de instrumentos rotatórios, facilitando o acesso ao canal radicular em situações de retratamento ou de fratura^{1,48}.

Neste contexto, os pinos de fibras de vidro têm demonstrado ótima performance tanto pela estética quanto pelo conjunto das suas propriedades mecânicas^{12,14,40}. Quando analisados juntamente com os núcleos metálicos fundidos em ligas nobres e os pinos de fibras de carbono, através do método dos elementos finitos, os pinos de fibras de vidro apresentaram melhor desempenho na distribuição de cargas funcionais e para-funcionais²⁸.

A capacidade que apresenta um sistema de pino/núcleo direto em resistir às tensões mastigatórias, permanecendo firmemente unido ao dente, é fator crítico para a sobrevivência de uma restauração. Se o sistema de pinos ou o material do núcleo falha, a restauração também falhará^{10,25}. Para isso, os materiais empregados devem apresentar propriedades mecânicas similares às da dentina, tornando-os capazes de proporcionar reforço à estrutura dentinária enfraquecida e de transferir menor estresse para a raiz, de modo que sob a ação de forças exageradas o pino fracture-se antes da raiz^{8,10,27,44,46}. Entretanto, o emprego de núcleos diretos com pinos pré-fabricados na sustentação do núcleo coronário para recuperação de coroas vem gerando algumas controvérsias e enfrenta críticas no sentido da confiabilidade em relação à retenção e à resistência.

As vantagens da indicação da cimentação adesiva dos pinos de fibra são vistas com certa cautela, principalmente pela dificuldade de se conseguir, clinicamente uma união micromecânica dentro do canal radicular. Essa dificuldade é freqüentemente explicada pela sensibilidade da técnica adesiva as condições do substrato, grande diversidade de materiais e de técnicas de cimentação disponíveis, incorreta indicação no que diz respeito à quantidade de tecido coronário remanescente disponível para união micromecânica dificuldade de acesso ao interior

do canal radicular, bem como a experiência do profissional e o fator de configuração (fator C), que acarreta grande estresse quando se trata do canal radicular^{5,15,17}.

Os aspectos de retenção de pinos pré-fabricados que têm sido mais estudados são forma, diâmetro, comprimento e agente cimentante^{17,36}.

As propriedades mecânicas de um sistema de pino e núcleo podem ser afetadas pelo desenho da cabeça do pino e pela natureza do material do núcleo, cuja interface pode não apresentar a solidez e a resistência necessárias⁸.

Segundo Duret¹⁰, a qualidade das interfaces entre os elementos da reconstrução coronária com compósito garante a homogeneidade e a longevidade do trabalho. Neste cenário, quatro interfaces deveriam ser consideradas: pino/cimento resinoso, cimento resinoso/dentina, dentina/compósito, compósito/pino²⁵.

O condicionamento de superfícies adesivas é um procedimento capaz de melhorar a retenção entre as partes. No caso dos pinos de fibra em condutos radiculares, o mesmo pode ser feito através de substâncias químicas, asperização com pontas diamantadas ou do microjateamento com partículas de óxido de alumínio, constituindo um conjunto de microretenções mecânicas^{3,9,13,23,25,26}.

Estudos têm comprovado a eficácia dos agentes químicos como tratamento de superfície no aumento da retenção. O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em concentrações de 10%, 24% e 50% é capaz de dissolver parcialmente a matriz de resina epóxi, sem interferir nas fibras, não prejudicando a integridade do pino ou o seu tamanho, nem o debilitando, o que resulta no aumento da resistência de união entre a resina e o pino de fibra^{23,25}.

A acetona é um poderoso solvente orgânico de comprovada ação sobre a matriz BisGMA das resinas compostas odontológicas^{4,18,31}. No entanto pouco se sabe sobre o seu efeito frente à matriz epóxi presente nos pinos de fibra.

Pelo fato da retenção necessária à fixação intraradicular significar um passo importante para a longevidade das restaurações em que o remanescente coronário não é suficiente para dar estabilidade e retenção à coroa protética, é fundamental que se estude as variáveis envolvidas no processo adesivo intracanal.

Como o processo adesivo ocorre na superfície dos materiais, as alterações nesta região podem interferir na rugosidade superficial e na dureza, propriedade mecânica relacionada à resistência à deformação permanente²⁰ e que indica a

resistência à fadiga, com desdobramentos sobre processos de falha prematura de materiais sob tensão^{33,34}.

Por outro lado, a rugosidade superficial está relacionada com a retenção micro-mecânica e com tensão superficial, que torna-se crítica diante da utilização de sistemas adesivos.

Ensaio mecânicos para avaliar diferentes materiais devem ser executados sob condições padronizadas, levando, assim a resultados facilmente comparáveis e que facilitem a escolha dos materiais mais adequados^{6,22,35}, o que parece não constituir dificuldade quando se trata de pinos fabricados dentro de um conjunto de normas técnicas padronizadas.

Assim, estudar o condicionamento das superfícies envolvidas e o seu efeito sobre a dureza e a rugosidade superficial parece encerrar contribuição importante ao aperfeiçoamento da técnica, uma vez que alterações superficiais podem interferir na resistência estrutural do material e da interface adesiva³⁷.

Considerando estes fatores e as dúvidas e controvérsias sobre as interfaces adesivas na cimentação de pinos de fibra, o propósito deste estudo foi verificar a influência do tratamento de superfície com peróxido de hidrogênio e acetona sobre a microdureza e sobre a rugosidade superficial do pino de fibra de vidro nos terços coronário, médio e apical. Trabalhou-se com a hipótese de que a utilização de diferentes tratamentos de superfície químicos não influencia a microdureza e nem a rugosidade superficial do pino de fibra de vidro e que não há diferença regionais. Foi, também, realizada análise qualitativa a partir de imagens de microscopia eletrônica de varredura das superfícies estudadas.

2 ARTIGO 1

GONÇALVES, J. A. EFEITO DO CONDICIONAMENTO DE SUPERFÍCIE DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA MICRODUREZA SUPERFICIAL. Orientador Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota. Porto Alegre, PUCRS, Faculdade de Odontologia – Tese (Doutorado em Materiais Dentários), 2011.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi verificar a influência do tratamento de superfície com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 10% e 24% e acetona p.a. sobre a microdureza superficial de pinos de fibra de vidro nos terços cervical, médio e apical. A morfologia de superfície dos pinos tratados com (H_2O_2) e acetona p.a., comparativamente ao pino sem nenhum tratamento de superfície foi avaliada qualitativamente, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Trinta e seis pinos de fibra de vidro (Exacto, Ângelus, Londrina, PR, Brasil) foram embutidos em resina epóxi (EMBed 812, Polysciences, Inc., Warrington, PA, USA) em cilindros de PVC ($\varnothing = 20\text{mm}$ e $h = 15\text{mm}$), com seu longo eixo paralelo à superfície; após a polimerização da resina, foram submetidos ao lixamento até expor o diâmetro maior do pino (lixas de carbetto de silício 400, 600, 1200, e 4000 e disco de feltro em suspensão diamantada $1,0\ \mu\text{m}$). A seguir foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos ($n= 9$): grupo 1 - pinos sem tratamento de superfície (grupo controle); grupo 2 – pinos condicionados com H_2O_2 à 10 % por 1 minuto; grupo 3 - pinos condicionados com H_2O_2 à 24% por 1 minuto; grupo 4 - pinos condicionados com acetona p.a. por 1 minuto. Em seguida, todos os grupos foram submetidos ao teste de microdureza Vickers em três diferentes terços do pino (coronário, médio e apical) com carga de 1g por 5s. Cada corpo-de-prova recebeu três indentações (uma em cada terço) no microdurômetro (Shimadzu HMV tester, Shimadzu, Kioto, Japan). Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o teste ANOVA com dois fatores fixos e Tukey com $\alpha = 0.05$, que indicou que o grupo controle apresentou média de VHN de $1.86 (\pm 0.46)$, superior ao grupo 2 (0.72 ± 0.18), grupo 3 (0.57 ± 0.09) e ao grupo 4 (0.51 ± 0.09). O grupo controle apresentou a maior média para microdureza no terço apical superior às demais interações, que foram semelhantes entre si. As imagens da MEV de corpos-de-prova dos diferentes grupos demonstraram que os tratamentos de superfície ensaiados alteram a morfologia da superfície, removendo parcialmente a resina epóxi dos pinos, expondo as fibras de vidro e indicando sua erosão/desgaste parcial.

Palavras-chaves : Fibra de vidro. Microdureza. Pinos dentinários.

GONÇALVES, J. A. CONDITIONING EFFECT ON GLASS FIBER POST SURFACES OVER SUPERFICIAL MICROHARDNESS. Orientador Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota. Porto Alegre, PUCRS, Faculdade de Odontologia – Tese (Doutorado em Materiais Dentários), 2011.

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the influence of surface treatment with 10% and 24% hydrogen peroxide (H_2O_2) and acetone p.a. on the superficial microhardness in glass fiber posts in coronary, middle and apical thirds. The surface morphology of the posts treated with H_2O_2 and acetone p.a., compared to the post without any surfaces treatment, was evaluated qualitatively, through scanning electron microscopy. Thirty six glass fiber post (Exacto, Ângelus, Londrina, PR, Brazil) were embedded on epoxy resin (EMBed 812, Polysciences, Inc., Warrington, PA, USA) in cylinders of PVC ($\varnothing = 20\text{mm}$ and $h = 15\text{mm}$) with its long axis parallel to the surface. After the resin polymerization, all specimens were abraded with sandpaper until expose the wider diameter of the post with silicon carbide sandpaper grit 400, 600, 1200, and 4000 and a felt disc in diamond suspension ($1.0\ \mu\text{m}$). The glass fiber posts were divided, randomly, into four groups ($n = 9$) as follows: group 1- post without surface treatment (control group), group 2 - post etched with 10% H_2O_2 for 1 min., group 3 - post etched with 24% H_2O_2 for 1 min. and group 4 - post etched with acetone for 1min. After, all groups were tested for Vickers microhardness test in three different thirds of fiber post (coronary, middle and apical) with a load of 1 g per 5 s. Each specimen received three indentations (one on each third) in microdurometer (tester Shimadzu HMV, Shimadzu, Kyoto, Japan). The results were analyzed statistically using ANOVA with two fixed factors and Tukey's test at $\alpha = 0.05$, which showed control group a mean VHN of $1.86 (\pm 0.46)$, higher than group 2 (0.72 ± 0.18), group 3 (0.57 ± 0.09) and group 4 (0.51 ± 0.09). The control group had the highest average microhardness in the apical third superior to others interactions, which were similar among them. The images of SEM of specimen for different groups showed the surface treatments tested alter the surface morphology, removing the epoxy matrix of fiber posts partially, exposing the glass fibers and indicating its partial erosion.

Key Words: Microhardness. Glass fiber post. Etching surface.

INTRODUÇÃO

Os pinos de fibra de vidro tem sido uma alternativa aos pinos de metal e cerâmica, por possuírem um módulo de elasticidade semelhante ao da estrutura dental, que permite deformações sob tensão mastigatória, minimizando a concentração de tensões nas paredes internas do preparo do canal radicular, podendo melhorar a união micromecânica entre pino e cimento resinoso^{5,17,24}. Portanto, a utilização de núcleos diretos com pinos pré-fabricados na sustentação do núcleo coronário para recuperação de coroas vem gerando algumas controvérsias e enfrentando críticas no sentido da confiabilidade em relação à retenção e à resistência.

O condicionamento de superfícies aderentes é um procedimento destinado a melhorar a união entre elas. No caso dos pinos de fibra em condutos radiculares, pode ser feito através de substâncias químicas, asperização com pontas diamantadas ou do microjateamento com partículas de óxido de alumínio, constituindo um conjunto de microretenções mecânicas^{3,6,8,14,15-16}.

Estudos têm comprovado a eficácia dos agentes químicos como tratamento de superfície no aumento da retenção^{3,6,8,14,15-16}. O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em concentrações de 10%, 24% e 50% é capaz de dissolver parcialmente a matriz de resina epóxi, sem interferir nas fibras, não prejudicando a integridade do pino ou o seu tamanho, nem o debilitando, o que resulta no aumento da resistência de união entre a resina e o pino de fibra^{14,15}.

A acetona é um poderoso solvente orgânico de comprovada ação sobre a matriz Bis-GMA das resinas compostas odontológicas^{2,4,10-19}. No entanto as informações sobre o seu efeito frente à matriz epóxi dos pinos de fibra continuam a suscitar dúvidas.

Pelo fato da retenção necessária à fixação intraradicular significa um passo importante para a longevidade das restaurações em que o remanescente coronário não é suficiente para dar estabilidade e retenção à coroa protética, é fundamental que se estude as variáveis envolvidas no processo adesivo intracanal.

Assim, estudar o condicionamento das superfícies envolvidas e o seu efeito sobre a dureza parece encerrar contribuição importante ao aperfeiçoamento da técnica, uma vez que alterações superficiais podem interferir na resistência estrutural do material e da interface adesiva^{11,20,21}.

O estudo da microdureza de superfícies do pino de fibra condicionadas ou não pode assumir maior confiabilidade, especialmente se considerarmos a possibilidade de padronização do substrato estudado, o que torna o ensaio mais regular e seus resultados mais confiáveis¹³.

Considerando estes fatores e as dúvidas e controvérsias sobre as interfaces adesivas na cimentação de pinos de fibra, o propósito deste estudo foi verificar a influência do tratamento de superfície com peróxido de hidrogênio e acetona p.a. sobre a microdureza superficial do pino de fibra de vidro nos terços cervical, médio e apical. Trabalhou-se com a hipótese de que a utilização de diferentes tratamentos de superfície químicos não influencia a microdureza superficial do pino de fibra de vidro e que não há diferença regionais. Foi, também, realizada análise qualitativa a partir de imagens de microscopia eletrônica de varredura das superfícies estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, trinta e seis pinos pré-fabricados de fibra de vidro foram embutidos em resina epóxi(cilindros de PVC, Ø= 20mm e h= 15mm), com seu longo eixo paralelo à superfície (EMBed 812, Polysciences, Inc., Warrington, PA, EUA), Os pinos de fibra e demais materiais e sua composição estão relacionados na Tabela 1.

Após a polimerização da resina, todos os corpos-de-prova foram submetidos ao lixamento até expor o diâmetro maior do pino (Figura 1) e então polidos em uma politriz (DPU-10, Panambra, SP, São Paulo – Brasil) sob refrigeração constante de água com uma sequência de lixas de carbetto de silício com as granulações 400, 600, 1200 e 4000, por um tempo de aproximadamente um minuto para cada granulação. Em seguida foi utilizado um disco de feltro em suspensão diamantada (1.0 µm), por um minuto para finalizar o polimento²³.

Artigo 1 - Figura 1 - Fotografia identificando a posição do pino de fibra de vidro incluído em resina epóxi.



Fonte: Autor (2011).

Após o polimento de todos os pinos, os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n= 9), destinados aos diferentes tipos de tratamento de superfície, conforme Tabela 2.

Artigo 1, Tabela 1 - Material utilizados no estudo

Material	Composição*	Fabricante
Pino de Fibra Exacto – Cônico, # 1 Ø 1.4mm, cervical Ø 1.2mm, médio Ø 0.7mm, apical h= 17.0mm	80% de fibra de vidro pré-tensionadas de forma paralela; 20% de matriz de resina epóxi	Angelus, Londrina, PR, Brasil
Solução de Peróxido	Peróxido de hidrogênio 10% e 24%	Essência Farmácia de Manipulação, Gravataí, RS, Brasil
Solução de Acetona Klintex	Solvente orgânico - acetona p.a.	Klintex, Cachoeirinha, RS, Brasil

* Informações fornecida pelos fabricantes.

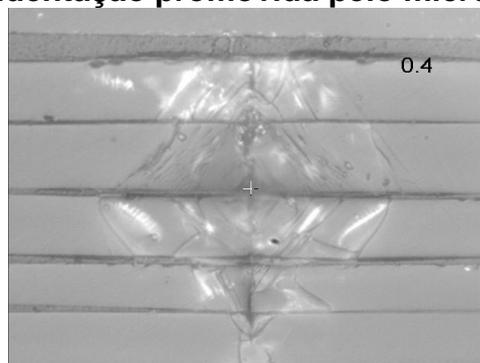
Tabela 2 - Delineamento experimental do estudo

Grupos	Tratamento de Superfície
Grupo 1 - Controle	Superfície axial dos pinos lixada e polida, sem condicionamento de superfície.
Grupo 2 – Peróxido de Hidrogênio a 10%	Superfície axial dos pinos lixada e polida imersa em solução de peróxido de hidrogênio a 10% por 1minuto. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secagem com jato de ar.
Grupo 3 – Peróxido de Hidrogênio a 24%	Superfície axial dos pinos lixada e polida imersa em solução de peróxido de hidrogênio a 24% por 1minuto. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secagem com jato de ar;
Grupo 4 – Acetona p.a.	Superfície axial dos pinos lixada e polida imersa em solução de acetona p.a. por 1minuto. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secagem com jato de ar.

Teste de microdureza Vickers

Uma vez submetidos aos tratamentos descritos previamente, os corpos-de-prova foram imediatamente submetidos ao teste não destrutivo de microdureza Vickers, utilizando o microdurômetro Shimadzu HMV (Shimadzu, Kyoto, Japão). O aparelho possui um penetrador de diamante forma quadrada e base piramidal, realizando-se três impressões conforme a Figura 2, nos três diferentes terços do pino (cervical, médio e apical) com carga estática de 1g com tempos de 5s de penetração. As medidas foram obtidas em unidades VHN (Vickers Hardness Number) para realização do teste estatístico.

Figura 2 – Imagem da indentação promovida pelo microdurômetro.



Fonte: Autor (2011)

Análise estatística

Os dados de microdureza Vickers (VHN) foram avaliados pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0,01$). Ao apresentar distribuição normal, foram comparados por Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores ($\alpha = 0,05$) cujos fatores fixos foram o tratamento de superfície e o terço avaliado. Tendo sido detectada diferença significativa, foi feito o teste de comparações múltiplas de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os testes estatísticos foram realizados pelo programa de computador SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 17.0, Inc., Chicago, IL, USA).

Análise de microscopia

Com a finalidade de observar a superfície dos pinos após o teste de microdureza, três corpos-de-prova de cada grupo foram submetidos a uma análise topográfica qualitativa através de microscopia eletrônica de varredura - MEV (XL 30, Philips, Eindhoven, Germany). Previamente a metalização dos corpos-de-prova, foi realizada uma desidratação com imersão em etanol a 96% por 1 minuto e secados com jatos de ar. Em seguida foram montados em *stubs* e metalizados para a análise em MEV com aumentos de 500x, 1000x e 5000x, identificando a ação dos diferentes tratamentos de superfície nos terços cervical, médio e apical dos pinos.

RESULTADOS

Os valores de média e desvio padrão relativos à microdureza para os quatro grupos experimentais encontram-se apresentados na Tabela 3. Os resultados obtidos na análise de variância de dois fatores apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p \leq 0.05$). Quando aplicado o teste de Tukey, observou-se que o grupo controle apresentou diferença significativa em comparação aos demais ($p \leq 0.05$). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o grupo controle apresentou o maior valor de microdureza.

Tabela 3 – Valores de média e desvio padrão de microdureza (VHN) entre os grupos experimentais.

Tratamento de superfície	n	Média	DP
Controle	9	1.86 ^a	0.46
Peróxido de hidrogênio 10%	9	0.72 ^b	0.18
Peróxido de hidrogênio 24%	9	0.57 ^b	0.09
Acetona p.a.	9	0.51 ^b	0.09

Médias identificadas por letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. (VHN: microdureza Vickers; DP: desvio padrão).

Os valores de média e desvios padrão relativos à microdureza para os quatro grupos experimentais nos três terços analisados encontram-se apresentados na Tabela 4. A Análise de Variância (ANOVA) indicou que existe diferença significativa entre as médias de microdureza dos grupos ($p < 0.001$) para os terços cervical, médio e apical. Constatada a diferença entre as médias, foi aplicado o teste Tukey para verificar entre quais grupos estas diferenças eram significativas. Verificou-se que o grupo controle apresentou a maior média para microdureza no terço apical, enquanto as demais combinações entre terços e condicionamentos proporcionaram as menores médias, que foram semelhantes entre si ($p \leq 0.05$).

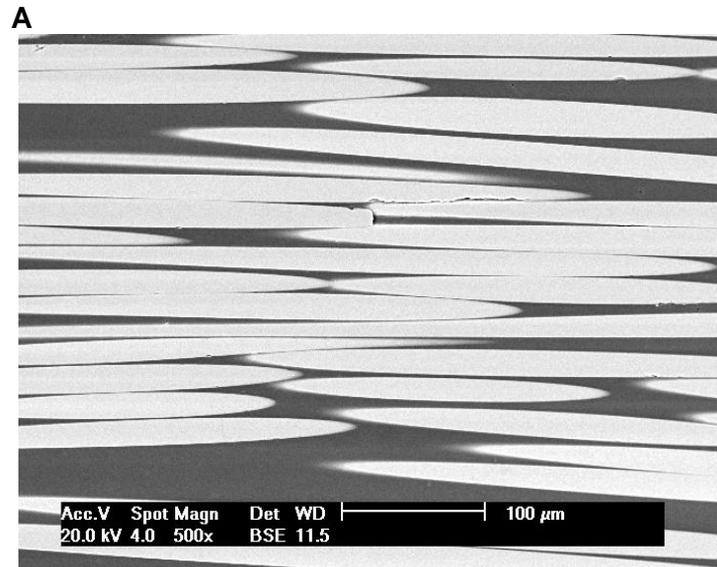
Tabela 4 – Valores médios de microdureza (VHN) e desvio padrão entre os grupos experimentais divididos por terços.

Grupos	VHN cervical		VHN médio		VHN apical	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Controle	0,88 ^a	0,16	1,39 ^a	0,29	3,32 ^a	1,35
Peróxido de hidrogênio 10%	0,49 ^b	0,08	0,73 ^b	0,13	0,96 ^b	0,44
Peróxido de hidrogênio 24%	0,46 ^b	0,07	0,60 ^b	0,09	0,68 ^b	0,14
Acetona p.a.	0,50 ^b	0,07	0,53 ^b	0,10	0,52 ^b	0,12

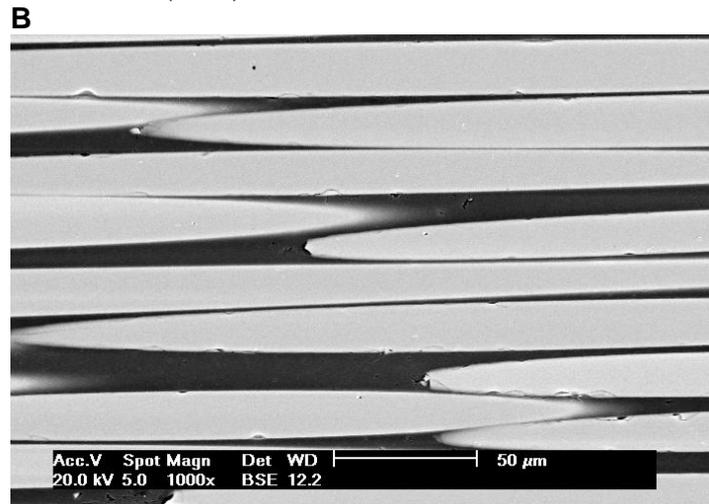
Médias identificadas por letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. (VHN: microdureza Vickers; DP: desvio padrão).

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV), sugerem algumas alterações morfológicas da superfície dos pinos de fibra de vidro, que podem ser identificadas nas Figuras 3,4,5,e 6 (A,B,C).

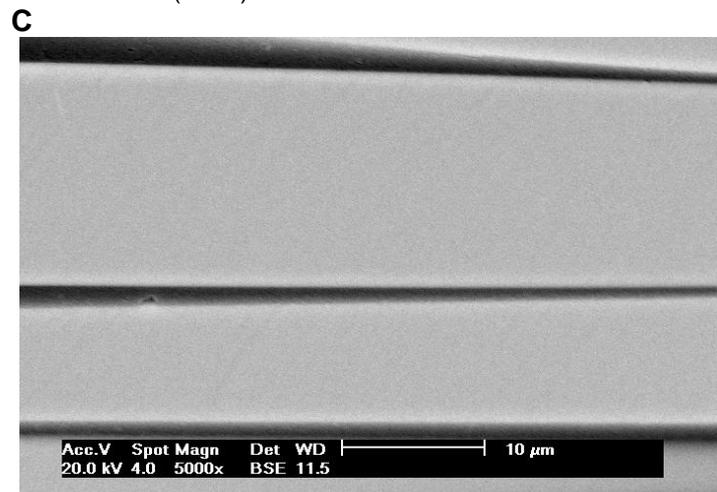
Figura 3 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 1 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

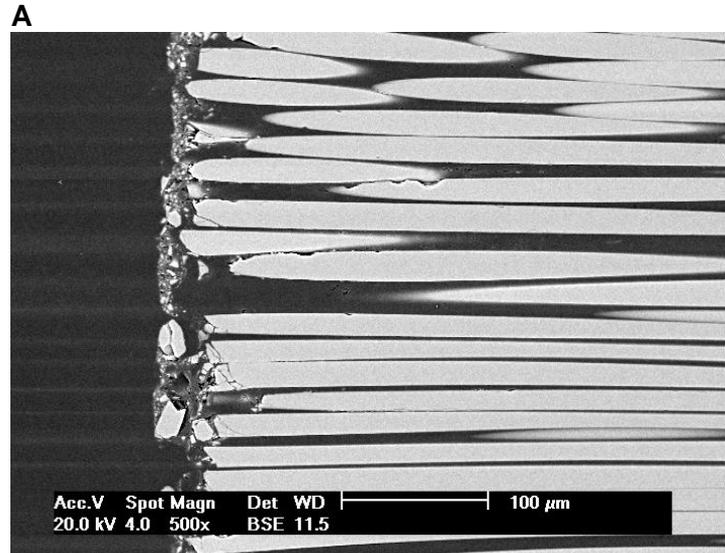


Fonte: Autor (2011)

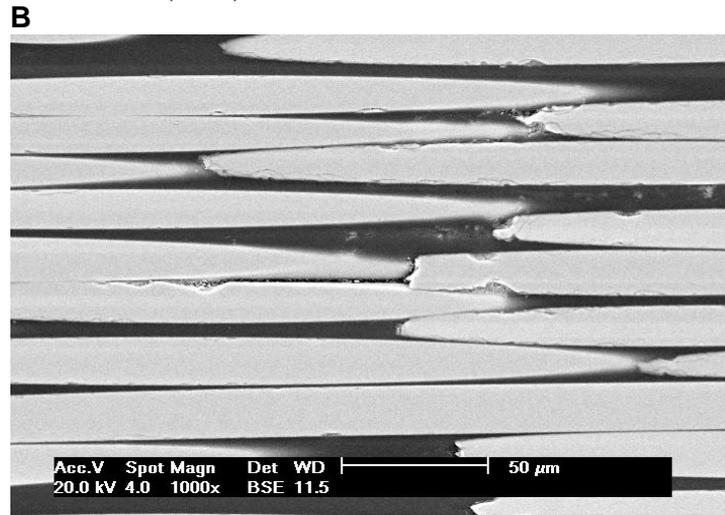


Fonte: O Autor (2011)

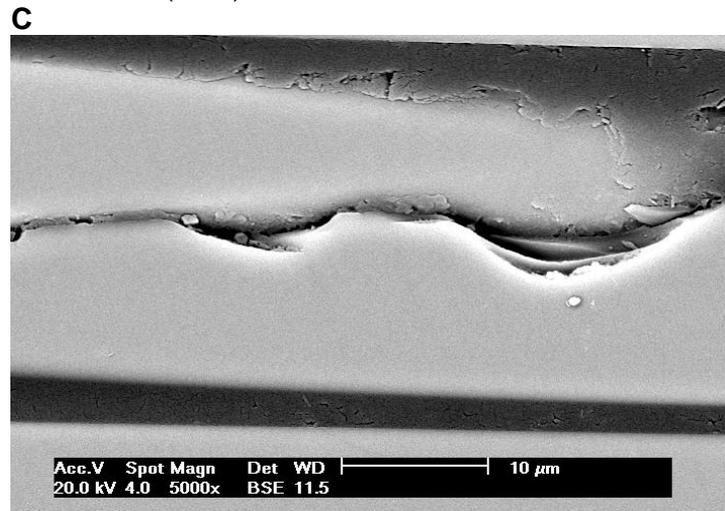
Figura 4 – MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 2 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

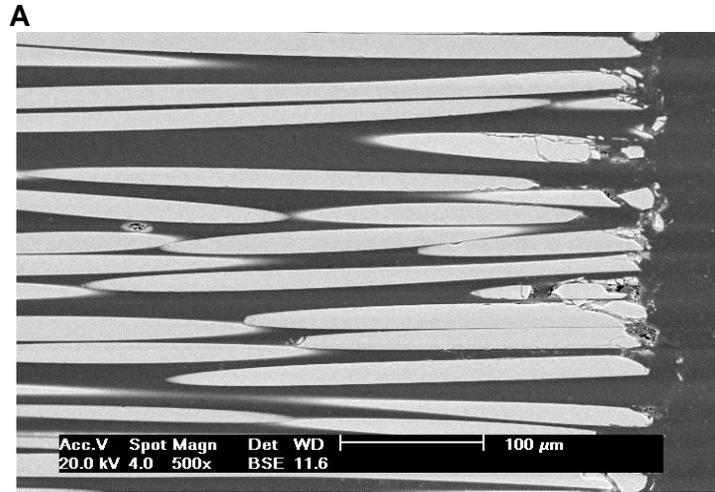


Fonte: Autor (2011)

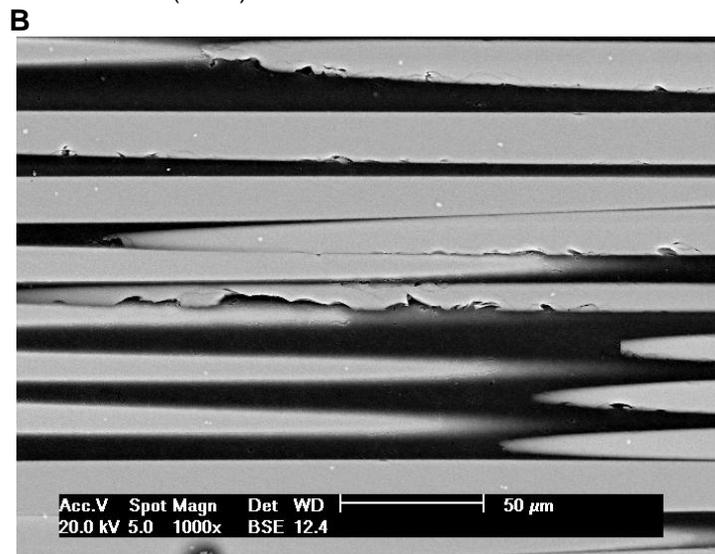


Fonte: Autor (2011)

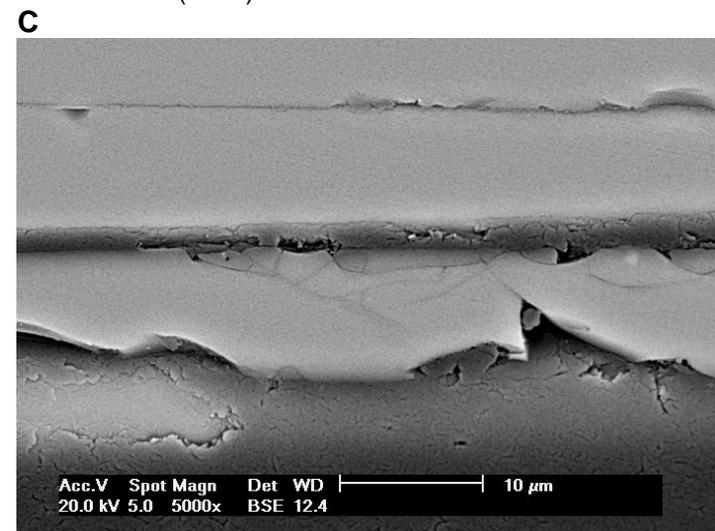
Figura 5- MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 3 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

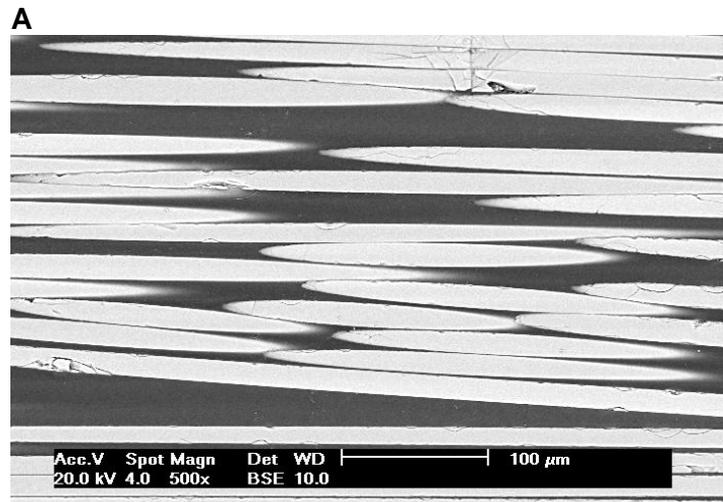


Fonte: Autor (2011)

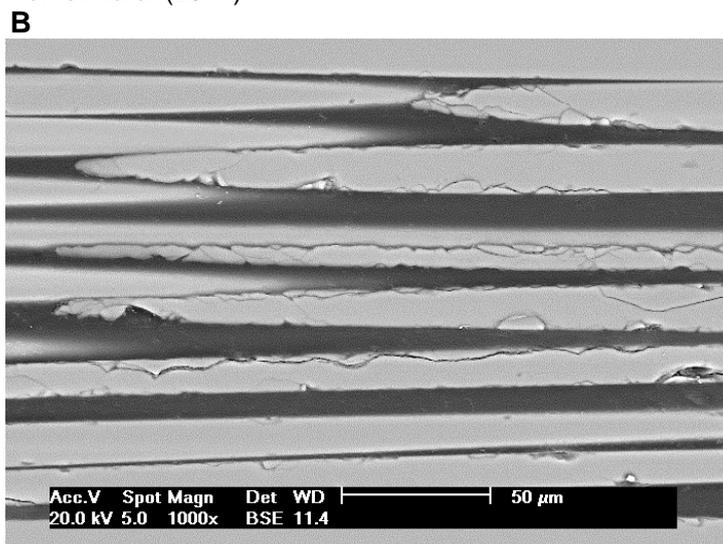


Fonte: Autor (2011)

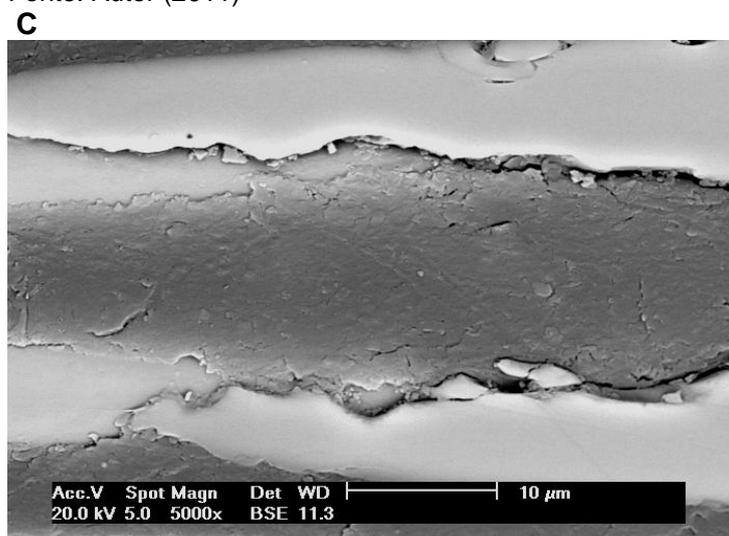
Figura 6 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 4 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)



Fonte: Autor (2011)



Fonte: Autor (2011)

DISCUSSÃO

Com base nos resultados encontrados é possível afirmar que a hipótese inicial do estudo foi refutada. O pino de fibra de vidro quando submetido a tratamento com peróxido de hidrogênio tanto a 10% quanto a 24% e com acetona p.a. teve sua microdureza reduzida em comparação com o grupo controle, que fora apenas polido.

A análise regional indicou que o terço apical do grupo controle apresentou a maior média para microdureza, enquanto as demais combinações entre terços e condicionamentos proporcionaram as menores médias, que foram semelhantes entre si.

Os valores de desvio padrão das médias podem ter contribuído para que diferenças numéricas não fossem identificadas pelo teste de Tukey nas interações entre grupos e terços. Embora estatisticamente não tenha sido detectado, esta avaliação mostra uma tendência de aumento nos valores médios de VHN, progressivamente em direção apical, que implica em menor dureza na região cervical.

É necessário observar, também, que a inexistência de estudos com a metodologia empregada nesta pesquisa limita a comparação de resultados.

A dureza mais elevada na região apical poderia estar relacionada ao formato cônico do pino que, com suas fibras dispostas longitudinalmente, sugere um método de fabricação com maior compactação em direção apical para reduzir progressivamente o diâmetro do pino. Isto aumentaria a concentração de fibras na área apical, que poderia implicar em maior dificuldade à penetração do indentador do microdurômetro.

A leitura da microdureza Vickers nesta situação poder estar comprometida, também em função do módulo de elasticidade das fibras^{9,22} concentradas nesta região que mostrar-se-iam resilientes deformando durante a aplicação da carga e recuperando-se elasticamente quando ela cessasse (Figura 2).

Atualmente, estudos publicados informam que a utilização do peróxido de hidrogênio melhora a resistência a tração do conjunto pino-cimento-dentina pela promoção de microretenções no pino, ao dissolver parcialmente a matriz epóxi, expondo as fibras, sem afetar sua estrutura^{8,14, 16}.

Esta pesquisa indica que o peróxido de hidrogênio nas concentrações de 10 e 24% e a acetona p.a. afetaram a microdureza superficial do pino de fibra de vidro, provavelmente em função da remoção parcial da matriz epóxi que gerou lacunas e expôs as fibras de vidro⁸. A carência de estudos que observem a influência de agentes químicos condicionantes sobre a microdureza de pinos de fibra de vidro dificultam a realização de comparações. No entanto, analisando as imagens das superfícies condicionadas (Figuras 4, 5 e 6), é possível inferir que um super condicionamento poderia gerar redução na resistência estrutural do pino, que, por sua vez, pode comprometer a interface adesiva quando sob ação de tensões mastigatórias.

A distribuição das fibras em todos os grupos, especialmente visível nas imagens do grupo controle, sugere descontinuidade das fibras e indicam que a mesma fibra não percorre toda a extensão do pino, o que fica bem evidenciado na região cervical, observando a macro-retenção projetada pelo fabricante. Estes fatores podem sugerir falhas estruturais no pino.

Nos grupos 2, 3 e 4 é possível observar lacunas que pode ser atribuídas ao efeito do peróxido de hidrogênio^{8,14,15-16}. Por outro lado, o peróxido de hidrogênio parece ter promovido corrosão nas fibras de vidro, o que não fora constatado pela literatura consultada. Se por um lado as alterações superficiais referidas podem incrementar a adesão^{8,14,15-16}, por outro, podem indicar fragilização estrutural do pino, cujo efeito deve ser avaliado em novas pesquisas.

No grupo 4, além das lacunas na matriz epóxi, verifica-se a presença de erosão mais acentuada e trincas sobre as fibras de vidro, que podem igualmente indicar vantagens e desvantagens ao processo adesivo, bem como justificar a redução nos valores de microdureza.

Embora para alguns autores^{1,3,12,14,15,16,18,25-27} as alterações geradas na superfície de pinos de fibra sejam importantes para incrementar a fixação no interior do conduto (Figuras 4, 5 e 6) os sinais de deterioração da fibra devem ser vistos com a devida cautela, já que há estudos de adesão que avaliam o tipo de falha ocorrido na interface adesiva, apontando índices de falhas coesivas do pino^{1,7,26} que podem ter relação com as alterações superficiais promovidas pelos diferentes condicionamentos testados.

É importante refletir acerca das limitações que o estudo possui. A inexistência de trabalhos utilizando acetona p.a. como tratamento de superfície de

pinos de fibra de vidro aponta a necessidade de novos estudos, que possam evidenciar estes achados. Comparativamente, seria interessante desenvolver pesquisas com teste de dureza Knoop, por ser ensaio que talvez seja mais adequado frente à matriz epóxi. Nesta linha, seria pertinente sugerir estudos adicionais que avaliem propriedades mecânicas de pinos após tratamento de superfície.

CONCLUSÕES

1. O condicionamento com peróxido de hidrogênio a 10 e 24 % e com acetona p.a. reduziu a microdureza superficial do pino de fibra de vidro.

2. A análise da microdureza nos diferentes terços indicou que, apesar da tendência de aumento progressivo de cervical para apical, não houve variações, exceto para o terço apical do grupo controle que apresentou o maior valor médio.

REFERÊNCIAS

1. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent.* 2010;103(1):31-9.
2. Anusavice KJ. Resinas Restauradoras. In: Anusavice, K.J. Phillips materiais dentários. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. Cap. 15, p. 375-417.
3. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J. Prosthet Dent.* Mar. 2006;95(3):218-23.
4. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater.* 2007;23(1):51-9.
5. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003;19(3):199-205.
6. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B. Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(2):e74-80.

7. Farina AP, Cecchin D, Garcia Lda F, Naves LZ, Sobrinho LC, Pires-de-Souza Fde C. Bond strength of fiber posts in different root thirds using resin cement. *J Adhes Dent.* 2011;13(2):179-86.
8. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater.* 21(5):437-44, 2005.
9. Hull D. An introduction to composite materials. Cambridge University, 1995. p. 246.
10. Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil.* 1992;19(6):569-84.
11. Marghalani HY. Post-irradiation Vickers micro hardness development of novel resin composites. *Mat.Res.* 2010;13(1):81-87
12. Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface Roughness Analysis of Fiber Post Conditioning Processes. *J Dent Res.* 2008;87(2):186-190.
13. Melcholsky JJ Jr. Fracture mechanics principles. *Dent Mater.* 1995;11(2):111-2.
14. Menezes MS, Queiroz EC, Soares PV, Silva ALF, Soares CJ, Martins LRM. Fiber Post Etching with Hydrogen Peroxide: Effect of Concentration and Application Time. *JOE.* 2011;37(3):398-402.
15. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci, C, Ferrar M. A simple etching technique for improving the retention of posts to resin composites. *J Endod.* 2006;32(1)44-7.
16. Naves LZ, Santana FR, Castro CG, Valdivia AD, Da Mota AS, Estrela C, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. *Microsc Res Tech.* 2011 Apr 29. doi: 10.1002/jemt.20999. [Epub ahead of print]
17. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. 2002. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials.* 2002;23:2667–2682.
18. Prithviraj D R, Romesh Soni, Sushma Ramaswamy, Shruthi DP. Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of posts: A laboratory study. *Indian J Dent Res.* 2010; 21(2):201-206.
19. Queiroz, R.S.; Porto, T.S.; Lima, J.P.M.; Silva, D.N.; Porto-neto, S.T. Análise morfológica e dimensional de partículas de carga inorgânica de resinas compostas. *Dental Sci – Clin e Pesq Integrada.* 2007;4(1): 245-51.

20. Rode KM, Freitas PM, Lloret PR, Powell LG, Turbino ML. Microhardness evaluation of a micro-hybrid composite resin light cured with halogen light, light-emitting diode and argon ion laser. *Lasers Med Sci* 2009; 24: 87-92
21. Saleh, A. A.; Ettman, W. M. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of rootcanal dentine. *Journal of Dentistry*. 1999;27(1):43-6.
22. Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent*. 1997;78(5):447-50.
23. Santana DP. Avaliação da microdureza superficial em resinas compostas fotopolimerizadas com sistemas de luz halógena e diodo emissor de luz (LED). [dissertação]. Taubaté, Universidade de Taubaté; 2006.
24. Smisson DC, Diefenderfer KE, Strother JM. Effects of five thermal stressing regimens on the flexural and bond strengths of a hybrid resin composite. *Oper Dent* 2005;30(3):297-303.
25. Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. 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*. 2008;99(6):444-54.
26. Spazzin AO, de Moraes RR, Cecchin D, Farina AP, Carlini-Júnior B, Corrêa-Sobrinho L. Morphological analysis of glass, carbon and glass/carbon fiber posts and bonding to self or dual-cured resin luting agents. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(5):476-80.
27. Yavirach P, Chaijareenont P, Boonyawan D, Pattamapun K, Tunma S, Takahashi H and Arksornnukit M. Effects of plasma treatment on the shear bond strength between fiber-reinforced composite posts and resin composite for core build-up. *Dental Materials Journal*. 2009;28(6):686-692.

3 ARTIGO 2

GONÇALVES, J. A. EFEITO DO CONDICIONAMENTO DE SUPERFÍCIE DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL. Orientador Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota. Porto Alegre, PUCRS, Faculdade de Odontologia – Tese (Doutorado em Materiais Dentários), 2011.

Resumo: O objetivo deste estudo foi verificar a influência do tratamento de superfície com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 10%, peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 24%, óxido de alumínio (Al_2O_3) a $50\mu m$ e acetona p.a. sobre a rugosidade (R_a) superficial de pinos de fibra de vidro nos terços coronários, médio e apical. A morfologia de superfície dos pinos tratados com peróxido de hidrogênio e acetona p.a., comparativamente ao pino sem nenhum tratamento de superfície foi avaliada qualitativamente, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Quarenta e cinco pinos de fibra de vidro (Exacto, Ângelus, Londrina, PR, Brasil) foram embutidos em resina epóxi (EMBed 812, Polysciences, Inc., Warrington, PA, USA) em cilindros de PVC ($\varnothing = 20$ mm e $h = 15$ mm), com seu longo eixo paralelo à superfície; após a polimerização da resina, foram submetidos ao lixamento até expor o diâmetro maior do pino (lixas de carbo de silício 400, 600, 1200 e 4000 e disco de feltro em suspensão diamantada $1.0 \mu m$). A seguir foram divididos, aleatoriamente, em cinco grupos ($n = 9$): grupo 1 - pinos sem tratamento de superfície (grupo controle); grupo 2 – pinos condicionados com H_2O_2 à 10 % por 1 minuto; grupo 3 - pinos condicionados com H_2O_2 a 24% por 1 minuto; grupo 4 – pinos condicionados com Al_2O_3 ($50\mu m$) e grupo 5 - pinos condicionados com acetona p.a. por 1 minuto. Em seguida, a superfície de todos os corpos-de-prova foi analisada no rugosímetro SJ-201 (Mitutoyo surf test analyser, Kanagawa, Japan), a partir de três leituras em cada uma das três regiões do pino (terço coronário, médio e apical). Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o teste ANOVA com dois fatores fixos e Tukey com $\alpha = 0.05$ através de um programa de computador SPSS, indicou que o grupo 5 apresentou média de rugosidade superficial (R_a , DP) $0.59 (\pm 0.05)$, superior ao grupo controle (0.15 ± 0.05), grupo 2 (0.18 ± 0.05) e grupo 3 (0.20 ± 0.03) e grupo 5 (0.26 ± 0.04). Não foi detectada diferença de rugosidade superficial entre as regiões apical, média e cervical dos pinos de fibra de vidro. As imagens de MEV dos corpos-de-prova dos diferentes grupos demonstraram que os tratamentos de superfície

ensaiados alteram a morfologia da superfície, removendo parcialmente a resina epóxi dos pinos, expondo as fibras de vidro e indicando alteração estrutural parcial.

Palavras-chaves: Fibra de vidro. Pinos dentinários. Rugosidade.

GONÇALVES, J. A. CONDITIONING EFFECT ON GLASS FIBER POST SURFACES OVER SUPERFICIAL ROUGHNESS. Orientador Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota. Porto Alegre, PUCRS, Faculdade de Odontologia – Tese (Doutorado em Materiais Dentários), 2011.

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the influence of surface treatment with 10% and 24% hydrogen peroxide (H_2O_2), 50 μ m aluminum oxide (Al_2O_3) and acetone p.a. on the superficial roughness (Ra) in glass fiber posts on coronary, middle and apical thirds. The surface morphology of the posts treated with H_2O_2 and acetone p.a., compared to the post without any surfaces treatment, was evaluated qualitatively, through scanning electron microscopy (SEM). Forty five glass fiber post (Exacto, Ângelus, Londrina, PR, Brazil) were embedded on epoxy resin (EMBed 812, Polysciences, Inc., Warrington, PA, USA) in cylinders of PVC (\varnothing = 20 mm e h= 15mm), with its long axis parallel to the surface. After the resin polymerization, all specimen were abraded with sandpaper until expose the wider diameter of the post silicon carbide sandpaper grit 400, 600, 1200, and 4000 and felt disc in diamond suspension (1.0 μ m). Subsequently, the glass fiber posts were divided, randomly, into five groups (n= 9) as follows: group 1- post without surface treatment (control group), group 2 - post etched with 10% H_2O_2 for 1 min., group 3 - post etched with 24% H_2O_2 for 1 min., group 4 - post etched with Al_2O_3 (50 μ m) and group 5 – post etched with acetone p.a. for 1min. The surface of all specimens was evaluated in rugosimeter SJ–201 (Mitutoyo surf test analyser, Kanagawa, Japan), from three readings in each of one the three regions post (coronary, middle and apical thirds). The results were analyzed statistically using ANOVA test with two fixed factors and Tukey's test at $\alpha = 0.05$, by the SPSS computer program, which showed that group 5 presented an average of superficial roughness (Ra, SD) 0.59 (\pm 0.05), higher than control group (0.15 \pm 0.05), group 2 (0.18 \pm 0.05), group 3 (0.20 \pm 0.03) and group 5 (0.26 \pm 0.04). There was not difference in superficial roughness among the coronary, middle and apical regions of the fiber posts. The images of SEM of specimens for different groups showed the surface treatments tested, alter the surface morphology, removing the epoxy matrix of fiber posts partially, exposing the glass fibers and indicating its partial corrosion.

Key Words: Roughness. Glass fiber post. Etching surfaces.

INTRODUÇÃO

A utilização clínica dos pinos de fibra tem aumentado de maneira significativa, em razão da sua praticidade, da preservação da estrutura dental sadia, da possibilidade de união micromecânica com cimentos resinosos e das propriedades físicas favoráveis reduzindo o risco de fratura radicular^{1,29}. Ao buscar a fixação de pinos em condutos de dentes tratados endodonticamente, a união micromecânica entre os componentes restauradores (pino, cimento e material de núcleo coronário) e o remanescente dentário passa a ser estratégica. A criação de uma estrutura homogênea do ponto de vista mecânico e funcional, deverá contribuir para absorver as cargas como no dente íntegro e garantir a longevidade do trabalho^{16,19,28-30}.

Entretanto, o emprego de núcleos diretos com pinos pré-fabricados na sustentação do núcleo coronário para recuperação de coroas vem gerando algumas controvérsias e enfrenta críticas no sentido da confiabilidade em relação à retenção e à resistência. Além das dificuldades de união micromecânica à dentina radicular, a superfície dos pinos de fibra, sua composição e geometria podem ser fatores de dificuldade e que necessitem atenção especial e melhorias^{6,11}.

Adicionalmente, os pinos de fibra possuem módulo de elasticidade semelhante ao da estrutura dental, que permite deformações, também semelhantes, sob tensão mastigatória, minimizando a concentração de tensões nas paredes internas do preparo do canal radicular, o que ajuda a reduzir o risco de ruptura da união adesiva e da formação de trincas e fraturas radiculares^{5,18,25}.

O condicionamento de superfícies adesivas é um procedimento capaz de melhorar a retenção entre as partes. No caso dos pinos de fibra em condutos radiculares, pode ser feito através de substâncias químicas, asperização com pontas diamantadas ou do microjateamento com partículas de óxido de alumínio, constituindo um conjunto de microretenções mecânicas^{3,9, 7,14,16,17-23}.

Estudos têm comprovado a eficácia dos agentes químicos como tratamento de superfície no aumento da retenção. O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em concentrações de 10%, 24% e 50% é capaz de dissolver parcialmente a matriz de resina epóxi, sem interferir nas fibras, não prejudicando a integridade do pino ou o seu tamanho, nem debilitando-o, o que resulta no aumento da resistência de união entre a resina e o pino de fibra^{14,16}.

O condicionamento com óxido de alumínio (Al_2O_3) 50 μm altera a superfície de pinos de fibra, aumentando sua rugosidade e criando um padrão microrretentivo favorável à adesão^{3,16,13-20}.

Nesta mesma direção, a acetona, por ser um poderoso solvente orgânico de comprovada ação sobre a matriz Bis-GMA das resinas compostas odontológicas^{2,4,10-21} pode atuar sobre a matriz epóxi. No entanto pouco se sabe sobre o seu efeito frente à matriz epóxi dos nos pinos de fibra.

Pelo fato da retenção necessária à fixação intraradicular significar um passo importante para a longevidade das restaurações em que o remanescente coronário não é suficiente para dar estabilidade e retenção à coroa protética, é fundamental que se estude as variáveis envolvidas no processo adesivo intracanal.

Assim, estudar o condicionamento das superfícies envolvidas e o seu efeito sobre a rugosidade superficial parece encerrar contribuição importante ao aperfeiçoamento da técnica, uma vez que alterações superficiais podem interferir na resistência estrutural do material e da interface adesiva^{12,15}.

Considerando estes fatores e as dúvidas e controvérsias sobre as interfaces adesivas na cimentação de pinos de fibra, o propósito deste estudo foi verificar a influência do tratamento de superfície com peróxido de hidrogênio, óxido de alumínio a 50 μ e acetona p.a. sobre a rugosidade superficial do pino de fibra de vidro nos terços coronário, médio e apical. Trabalhou-se com a hipótese de que a utilização de diferentes tratamentos de superfície não influencia a rugosidade superficial do pino de fibra de vidro e que não há diferença regionais. Foi, também, realizada análise qualitativa a partir de imagens de microscopia eletrônica de varredura das superfícies estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, quarenta e cinco pinos pré-fabricados de fibra de vidro (Exacto nº1, Ângelus, Londrina, PR, Brasil) foram embutidos em resina epóxi (cilindros de PVC, $\varnothing = 20$ mm e $h = 15$ mm), com seu longo eixo paralelo à superfície (EMBed 812, Polysciences, Inc., Warrington, PA, USA). Os pinos de fibra de vidro e demais materiais e sua composição estão relacionados na Tabela 5.

Após a polimerização da resina, todos os corpos-de-prova foram submetidos ao lixamento até expor o diâmetro maior do pino (Figura 7) e então polidos em uma politriz (DPU-10, Panambra, SP, São Paulo – Brasil) sob refrigeração constante de água com uma seqüência de lixas de carbeto de silício com as granulações 400, 600, 1200, e 4000, por um tempo de aproximadamente um minuto para cada granulação. Em seguida foi utilizado um disco de feltro em suspensão diamantada (1.0 μm), por um minuto para finalizar o polimento²⁴.

Artigo 2, Figura 7 – Fotografia identificando o pino de fibra de vidro incluído com resina epóxi e polimento final.



Fonte: Autor (2011).

Após o polimento de todos os pinos, os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n= 9), destinados aos diferentes tipos de tratamento de superfície (Tabela 6).

Artigo 2, Tabela 5 Material utilizados no estudo.

Material	Composição*	Fabricante
Pino de Fibra Exacto – Cônico # 1 Ø 1.4mm, cervical Ø 1.2mm, médio Ø 0.7mm, apical h= 17.0mm	80% de fibra de vidro pré-tensionadas de forma paralela; 20% de matriz de resina epóxi	Angelus, Londrina, PR, Brasil
Solução de Peróxido	Peróxido de Hidrogênio 10% e 24%	Essência Farmácia de Manipulação, Gravataí, RS, Brasil
Solução de Acetona Klintex	Solvente orgânico - acetona p.a.	Klintex, Cachoeirinha, RS, Brasil
Jateamento com óxido de alumínio	Partículas de Al ₂ O ₃ 50µ	Bio Art Equipamentos Odontológicos, São Carlos, SP, Brasil

* Informações fornecidas pelos fabricantes.

Tabela 6: Delineamento experimental do estudo:

Grupos	Tratamento de Superfície
Grupo 1 – Controle	Superfície axial dos pinos lixada e polida, sem condicionamento de superfície.
Grupo 2 – Peróxido de hidrogênio a 10%	Superfície axial dos pinos lixada e polida imersa em solução de peróxido de hidrogênio a 10% por 1minuto. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secagem com jato de ar.
Grupo 3 – Peróxido de hidrogênio a 24%	Superfície axial dos pinos lixada e polida imersa em solução de peróxido de hidrogênio a 24% por 1minuto. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secagem com jato de ar;
Grupo 4 – Jateamento com óxido de alumínio	Jateamento dos pinos com óxido de alumínio à 50µm em toda sua extensão, a distância de 30mm, por cinco segundos e pressão de 2.5bar. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secados com jato de ar.
Grupo 5 – Acetona p.a.	Superfície axial dos pinos lixada e polida imersa em solução de acetona p.a. por 1minuto. Em seguida, limpeza em cuba ultrassônica com água destilada por 10 minutos e secagem com jato de ar.

Teste de Rugosidade

Após a realização dos procedimentos, os pinos foram submetidos ao ensaio de avaliação da rugosidade superficial com um Rugosímetro SJ-201 (Mitutoyo surf test analyser, Kanagawa, Japan). A ponta palpadora do aparelho em formado de agulha, percorreu à superfície realizando três leituras em cada uma das três regiões identificadas nos terços cervical, médio e apical, que deram origem a um valor médio (Ra) por terço, que foi considerado na análise estatística.

Análise Estatística

Os dados de rugosidade foram avaliados pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0,01$). Ao apresentar distribuição normal, foram comparados por Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores ($\alpha = 0,05$), cujos fatores fixos foram o tratamento de superfície e o terço avaliado. Tendo sido detectada diferença significativa, foi feito o teste de comparações múltiplas de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os testes estatísticos foram realizados por um programa de computador SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, 17.0, Inc., Chicago, IL, USA).

Análise de microscopia

Com a finalidade de observar a superfície dos pinos após o teste de microdureza, três corpos-de-prova de cada grupo foram submetidos a uma análise topográfica qualitativa através de microscopia eletrônica de varredura - MEV (XL 30, Philips, Eindhoven, Germany). Previamente a metalização dos corpos-de-prova, foi realizada uma desidratação com imersão em etanol a 96% por 1 minuto e secados com jatos de ar. Em seguida foram montados em stubs e metalizados para a análise em MEV com aumentos de 500x, 1000x e 5000x, identificando a ação dos diferentes tratamentos de superfície nos terços cervical, médio e apical dos pinos.

RESULTADOS

Os valores de média e desvio padrão relativos à rugosidade (R_a) para os cinco grupos experimentais encontram-se apresentados na Tabela 7. Os resultados obtidos na análise de variância de dois fatores apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p \leq 0,05$). Quando aplicado o teste de Tukey, observou-se que o grupo 4 (óxido de alumínio) apresentou diferença significativa em comparação aos demais ($p \leq 0,05$).

Tabela 7 – Valores de média e desvio padrão de rugosidade entre os grupos experimentais.

Tratamento da superfície	n	Média	DP
Controle	9	0.15 ^b	0.05
Peróxido de hidrogênio a 10%	9	0.18 ^b	0.05
Peróxido de hidrogênio a 24%	9	0.20 ^b	0.03
Jateamento com óxido de alumínio	9	0.59 ^a	0.30
Acetona p.a.	9	0.26 ^b	0.04

Médias identificadas por letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. (Ra: Rugosidade; DP: desvio padrão).

Os valores de média e desvios padrão relativos à rugosidade para os cinco grupos experimentais nos três terços analisados encontram-se apresentados na Tabela 8. A Análise de Variância (ANOVA) indicou que existe diferença significativa entre as médias de rugosidade dos grupos ($p < 0.001$) para os terços cervical, médio e apical. Constatada a diferença entre as médias, foi aplicado o teste TUKEY para verificar entre quais grupos estas diferenças eram significativas. O grupo 4 apresentou a maior média de rugosidade nos três terços analisados, com sem diferenças entre os terços, enquanto que os demais grupos apresentaram rugosidade semelhante entre si e sem diferenças regionais ($p \leq 0,05$).

Tabela 8 – Valores da média de rugosidade e desvio padrão entre os grupos experimentais divididos por terços.

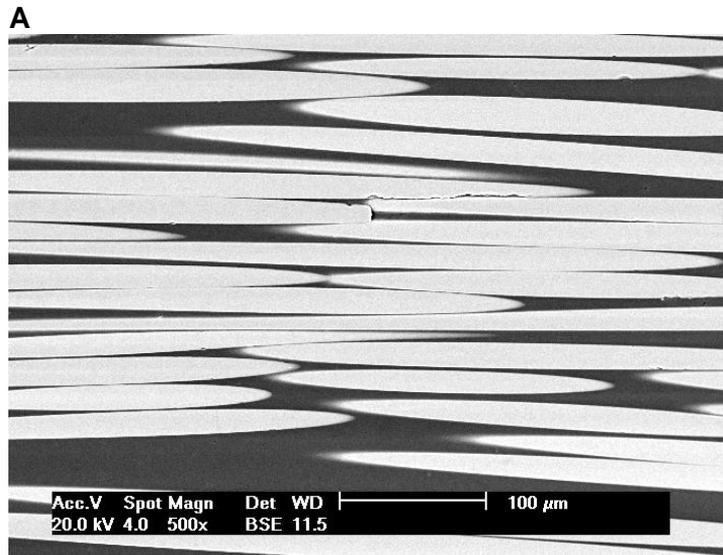
Grupos	Ra cervical		Ra médio		Ra apical	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Controle	0.16 ^b	0.05	0.15 ^b	0.05	0.15 ^b	0.05
Peróxido de hidrogênio 10%	0.19 ^b	0.05	0.19 ^b	0.06	0.17 ^b	0.05
Peróxido de hidrogênio 24%	0.22 ^b	0.04	0.19 ^b	0.02	0.21 ^b	0.05
Jateamento com óxido de alumínio	0.59 ^a	0.25	0.60 ^a	0.30	0.60 ^a	0.36
Acetona p.a.	0.26 ^b	0.03	0.25 ^b	0.04	0.29 ^b	0.05

Ra:Rugosidade; DP: desvio padrão.

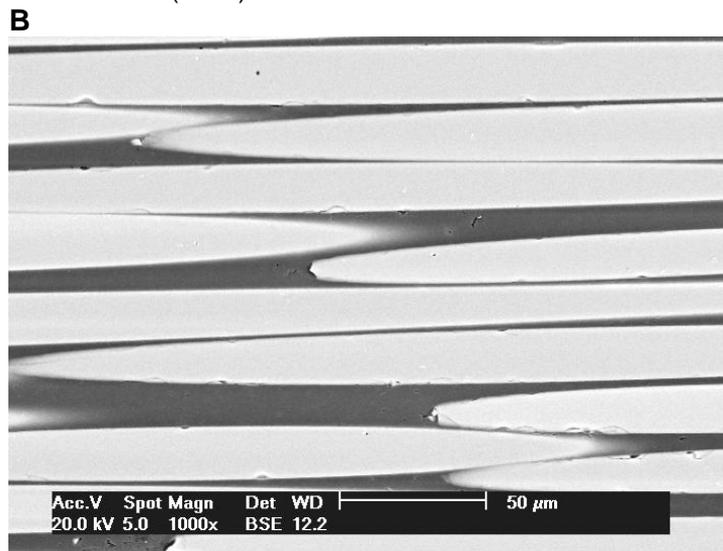
Médias identificadas por letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa.

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV), sugerem algumas alterações morfológicas da superfície dos pinos de fibra de vidro, que podem ser identificadas nas Figuras 8, 9, 10, 11 e 12 (A, B e C).

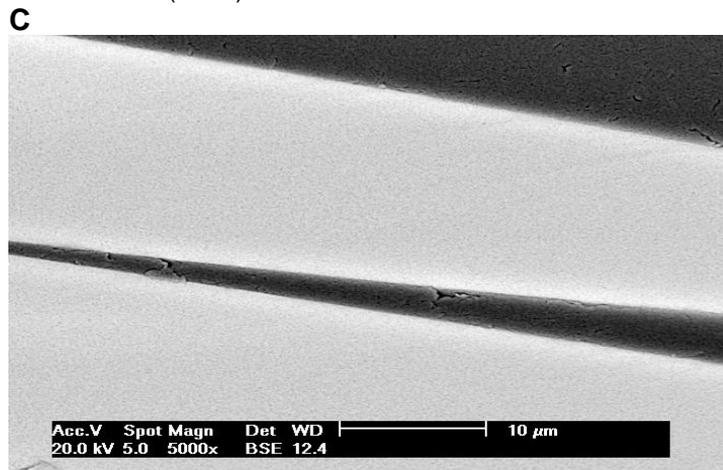
Figura 8 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 1 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

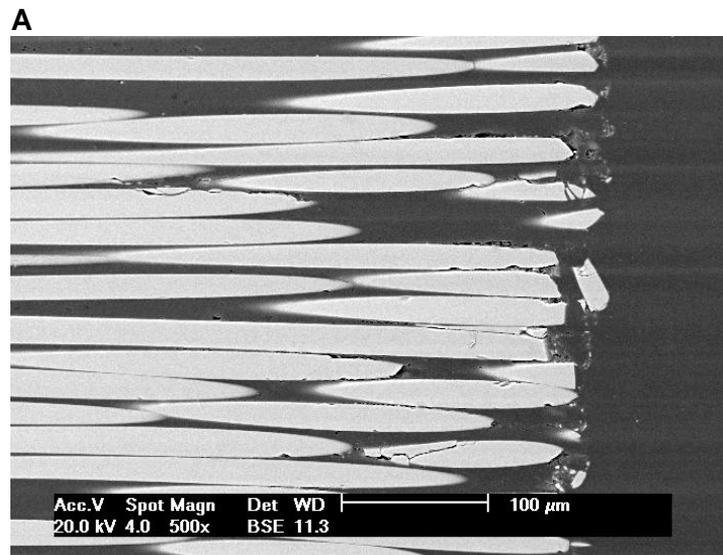


Fonte: Autor (2011)

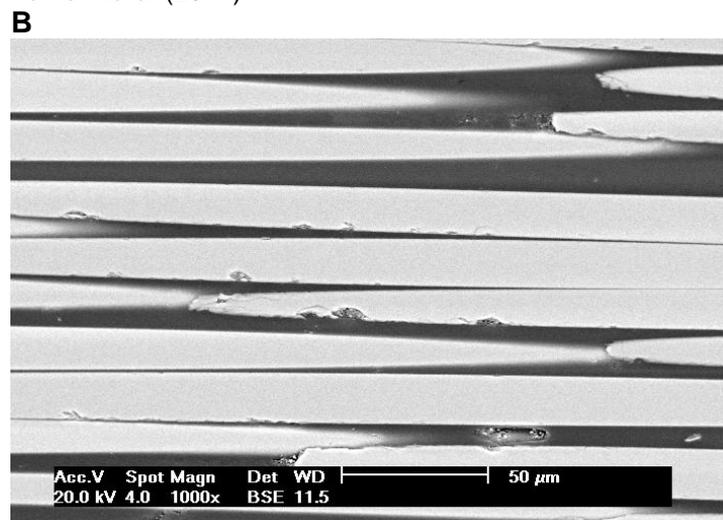


Fonte: Autor (2011)

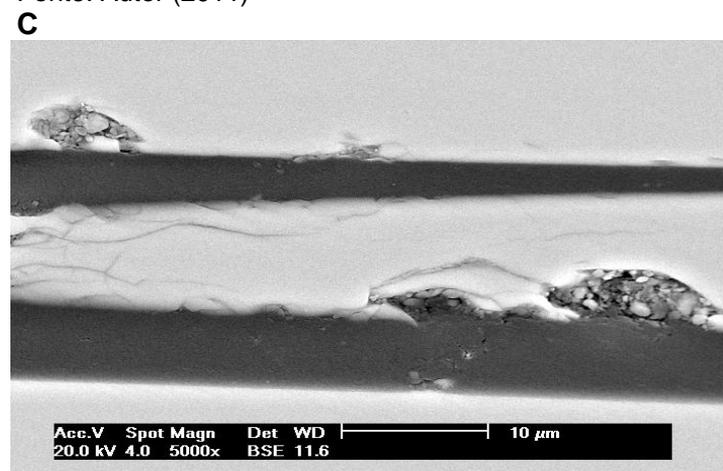
Figura 9 – MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 2 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

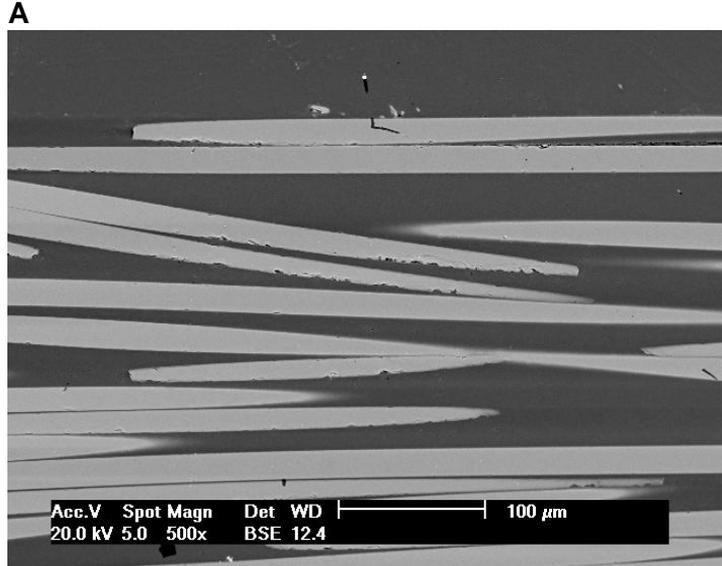


Fonte: Autor (2011)

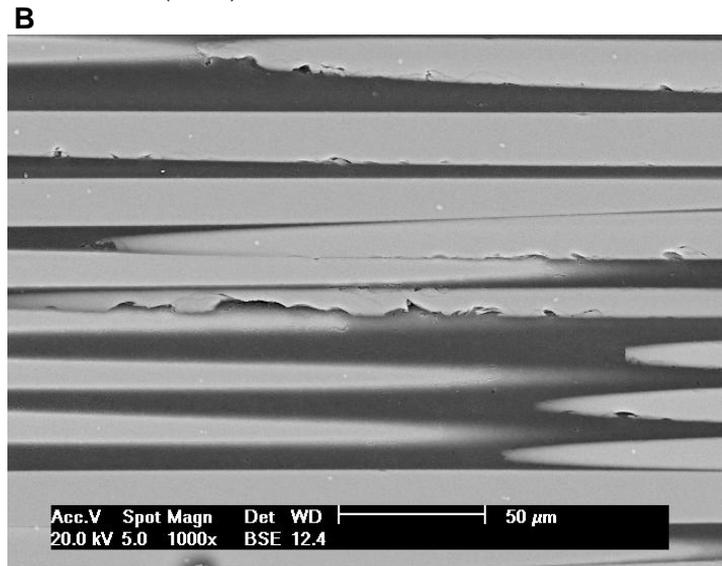


Fonte: Autor (2011)

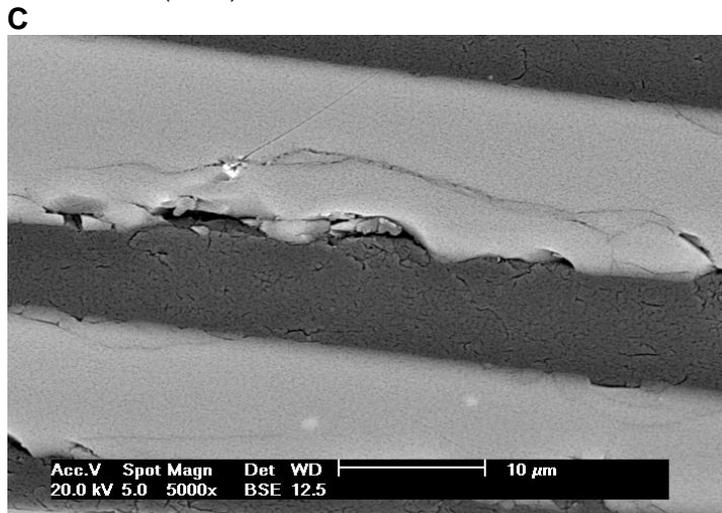
Figura 10 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 3 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

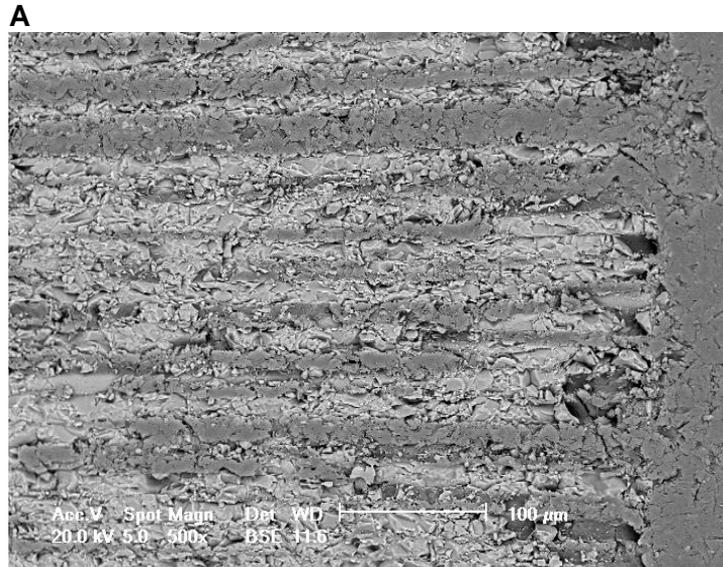


Fonte: Autor (2011)

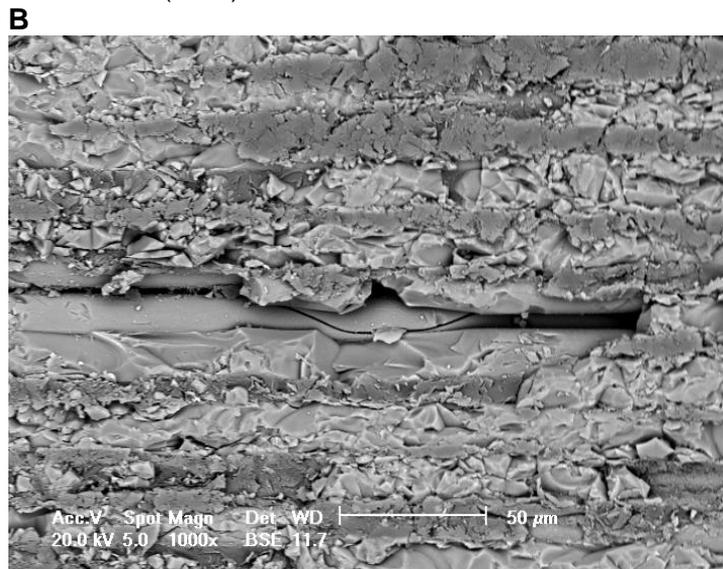


Fonte: Autor (2011)

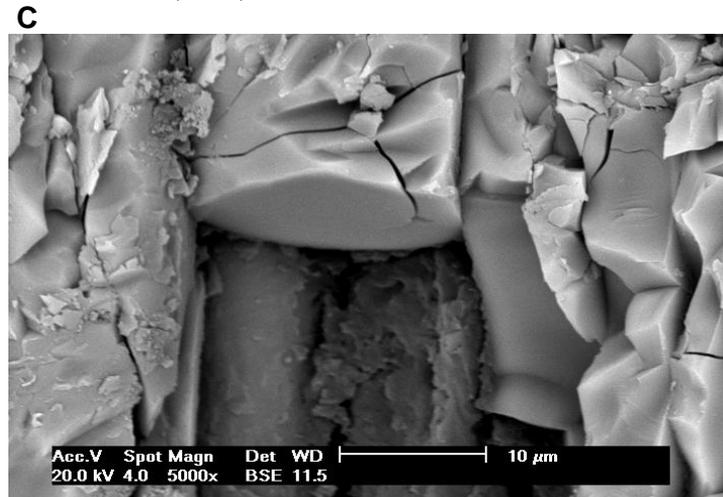
Figura 11- MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 4 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)

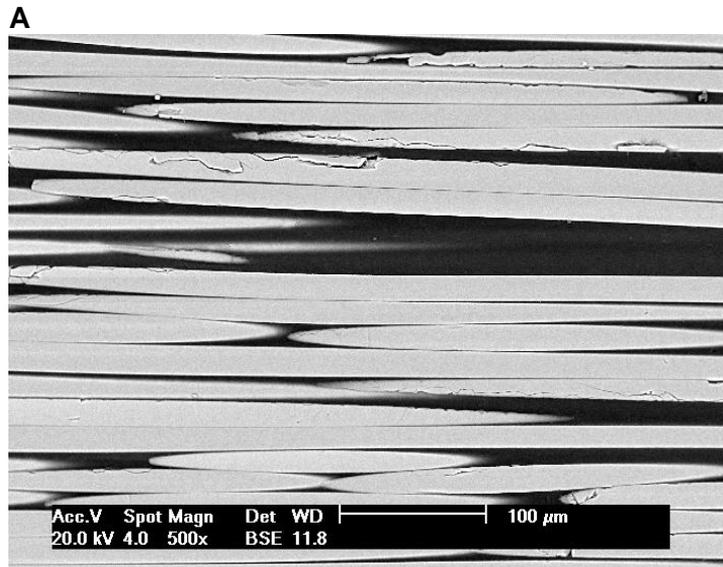


Fonte: Autor (2011)

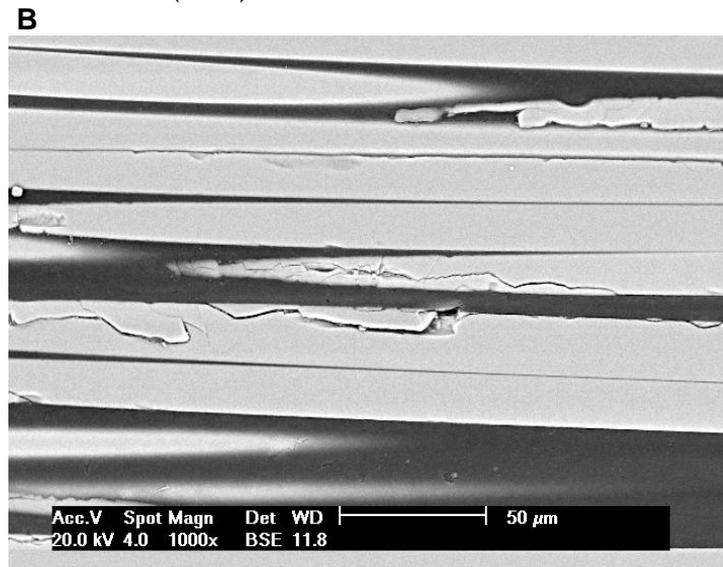


Fonte: Autor (2011)

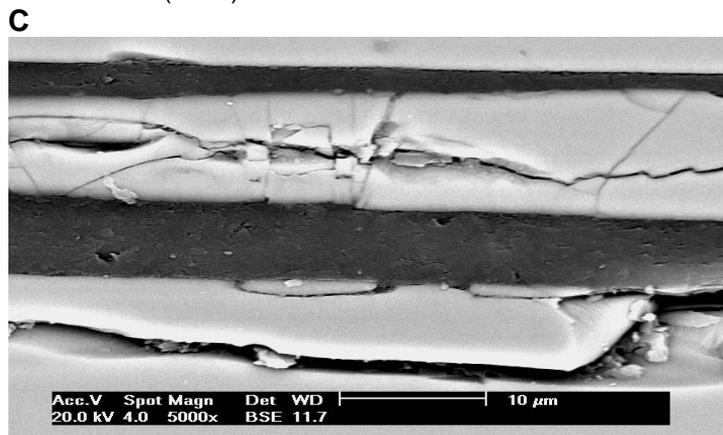
Figura 12 - MEV dos pinos de fibra de vidro do grupo 5 nos terços: cervical(A), médio(B) e apical(C).



Fonte: Autor (2011)



Fonte: Autor (2011)



Fonte: Autor (2011)

DISCUSSÃO

A principal informação que esta investigação fornece baseada nos resultados encontrados é que o tratamento de superfície com jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3) com 50μ aumenta a rugosidade dos pinos de fibra de vidro, quando comparado aos demais grupos (peróxido de hidrogênio 10% e 24%, acetona p.a. e controle), que proporcionaram resultados semelhantes entre si. Dessa forma, a hipótese inicial do estudo foi refutada. A análise da rugosidade superficial nas regiões correspondentes aos terços cervical, médio e apical não detectou diferenças.

A rugosidade mais elevada no grupo de jateamento com o óxido de alumínio, pode ser explicada pela criação de microretenções superficiais^{3,13,16-30}. Este condicionamento por ser realizado sob pressão (2.5bar) e com partículas de óxido de alumínio com alta dureza (VHN 2600), ao impactarem sobre a superfície do pino de fibra, além de imprimir marcas na superfície, promovem arrancamento de parte da estrutura, conforme pode ser visto na Figura 11 (grupo 4)^{3,22}.

Os condicionamentos químicos usados foram realizados por imersão, o que pode ter conferido, sob o ponto de vista do ensaio de rugosidade, superfície mais regular e homogênea, embora as imagens das Figuras 9, 10 e 11 indiquem alterações superficiais importantes, especialmente quando comparadas aos grupos controle e ao grupo de óxido de alumínio, identificados nas Figuras 8 e 11.

O desvio padrão elevado pode ter contribuído para que a erosão na matriz e nas fibras de vidro geradas pelo peróxido de hidrogênio^{3,13,14-26} e pela acetona p.a. (Figura 6) não tenham sido suficientes para alterar a rugosidade da superfície dos pinos

Embora para alguns autores^{1,3,13,14,16,17,20,26-30} as alterações geradas na superfície de pinos de fibra sejam importantes para incrementar a fixação no interior do conduto (Figuras 9, 10,11 e 12) os sinais de deterioração da fibra devem ser vistos com a devida cautela, já que há estudos de adesão que avaliam o tipo de falha ocorrido na interface adesiva, apontando índices de falhas coesivas do pino^{1,8,27} que podem ter relação com as alterações superficiais promovidas pelos diferentes condicionamentos testados.

É importante refletir acerca das limitações que o estudo possui para então concluir de maneira adequada sobre a pergunta inicial. A inexistência de trabalhos utilizando acetona como tratamento de superfície de pinos de fibra de vidro aponta a

necessidade da continuidade de estudos sobre este condicionamento. Adicionalmente, seria interessante desenvolver uma pesquisa que avaliasse a resistência flexural dos pinos de fibra após o tratamento para verificar se os sinais de deterioração observados na microscopia poderiam influenciar na sua resistência.

CONCLUSÕES

1. O jateamento com óxido de alumínio aumentou a rugosidade dos pinos de fibra;
2. Os condicionamentos de superfície com peróxido de hidrogênio e acetona p.a. não alteraram a rugosidade dos pinos de fibra quando comparados ao grupo controle;
3. O fator regional não interferiu na rugosidade superficial dos pinos de fibra.

REFERÊNCIAS

1. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent.* 2010;103(1):31-9.
2. Anusavice, K.J. Resinas Restauradoras. In: Anusavice, K.J. Phillips materiais dentarios. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. p. 375-417.
3. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J. Prosthet Dent.* 2006;95(3):218-23.
4. Beun, S, Glorieux, T, Devaux J, Vreven, J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater.* 2007;23(1):51-9.
5. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003;19(3):199-205.
6. Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent.* Sep, 2003;31:469-77.
7. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B. Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal

- dentín. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(2):74-80.
8. Farina AP, Cecchin D, Garcia Lda F, Naves LZ, Sobrinho LC, Pires-de-Souza Fde C. Bond strength of fiber posts in different root thirds using resin cement. *J Adhes Dent.* 2011;13(2):179-86.
 9. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater.* 2005;21(5):437-44.
 10. Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil.* 1992;19(6):569-84.
 11. Love RM, Purton DG. The effect of serrations on carbon fiber posts-retention within the root canal, core retention, and post rigidity. *Int J Prosthodont.* 1996;9(5):484-488.
 12. Marghalani HY. Post-irradiation Vickers micro hardness development of novel resin composites. *Mat.Res.* 2010;13(1):81-87.
 13. Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface Roughness Analysis of Fiber Post Conditioning Processes. *J Dent Res.* 2008;87(2):186-190.
 14. Menezes MS, Queiroz EC, Soares PV, Silva ALF, Soares CJ, Martins LRM. Fiber Post Etching with Hydrogen Peroxide: Effect of Concentration and Application Time. *JOE.* 2011;37(3):398-402.
 15. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: A literature review. *Oper Dent.* 2008; 33:346–355.
 16. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci, C, Ferrar M. A simple etching technique for improving the retention of posts to resin composites. *J Endod.* 2006;32(1):44-7
 17. Naves LZ, Santana FR, Castro CG, Valdivia AD, Da Mota AS, Estrela C, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. *Microsc Res Tech.* 2011 Apr 29. [Epub ahead of print].
 18. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. 2002. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials.* 2002;23:2667–2682.
 19. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont,* 2007;16:154-164.
 20. Prithviraj DR, Romesh S, Sushma R, Shruthi DP. Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of posts: A laboratory study. *Indian J Dent Res.* 2010;21(2):201-206.
 21. Queiroz RS, Porto TS, Lima JPM, Silva DN, Porto-neto ST. Análise morfológica e

- dimensional de partículas de carga inorgânica de resinas compostas. *Dental Sci – Clin e Pesq Integrada*. 2007;4(1):245-51.
22. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Cury AH, Coniglio I, Vulicevic ZR, 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. *Journal of Dentistry*. 2007;35:496–502.
 23. Sahafi A, Peutzfelt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber and zirconia. *J. Adhes. Dent*. 2003; 5(2):153-62.
 24. Santana DP. Avaliação da microdureza superficial em resinas compostas fotopolimerizadas com sistemas de luz halógena e diodo emissor de luz (LED). [dissertação]. Taubaté, Universidade de Taubaté; 2006.
 25. Smisson DC, Diefenderfer KE, Strother JM. Effects of five thermal stressing regimens on the flexural and bond strengths of a hybrid resin composite. *Oper Dent*. 2005;30(3):297-303.
 26. Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. 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*. 2008;99(6):444-54.
 27. Spazzin AO, de Moraes RR, Cecchin D, Farina AP, Carlini-Júnior B, Correr-Sobrinho L. Morphological analysis of glass, carbon and glass/carbon fiber posts and bonding to self or dual-cured resin luting agents. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(5):476-80.
 28. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*. 2007;33:391–8.
 29. Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dent Mater*. 2008;24(11):1512-7.
 30. Yavirach P, Chaijareenont P, Boonyawan D, Pattamapun K, Tunma S, Takahashi H and Arksornnukit M. Effects of plasma treatment on the shear bond strength between fiber-reinforced composite posts and resin composite for core build-up. *Dental Materials Journal*. 2009;28(6):686-692.

4 DISCUSSÃO GERAL

As principais informações que esta investigação fornece baseada nos resultados encontrados é que o tratamento de superfície com peróxido de hidrogênio e acetona p.a diminui a microdureza dos pinos de fibra de vidro, quando comparado ao grupo controle, que não recebeu tratamento nenhum, assim como indica que o tratamento de superfície com jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3) à 50 μ m aumenta a rugosidade dos pinos de fibra de vidro, quando comparado aos demais grupos (peróxido 10% e 24%, acetona p.a. e controle), que proporcionaram resultados semelhantes entre si.

A análise regional indicou que o terço apical do grupo controle apresentou a maior média para microdureza ($p \leq 0.05$), enquanto as demais combinações entre terços e condicionamentos proporcionaram as menores médias, que foram semelhantes entre si. A análise da rugosidade superficial nas regiões correspondentes aos terços cervical, médio e apical não detectou diferenças.

Neste estudo algumas comparações entre grupos, embora tenham diferenças numéricas, não foram suficientemente elevadas para serem detectadas pelos testes estatísticos empregados. Em geral o elevado desvio padrão das médias contribuiu para que grupos com médias aparentemente diferentes tenham sido considerados estatisticamente semelhantes. Assim, apesar da semelhança, esta avaliação mostra uma tendência de aumento nos valores médios de VHN, progressivamente em direção apical, que implica em menor dureza na região cervical.

Atualmente, estudos publicados informam que a utilização do peróxido de hidrogênio melhora a resistência a tração do conjunto pino-cimento-dentina pela promoção de microrretenções no pino, ao dissolver parcialmente a matriz epóxi, expondo as fibras, sem afetar sua estrutura^{13,23,26}.

O estudo que conduzimos mostra que o peróxido de hidrogênio nas concentrações de 10 e 24% e a acetona afetaram a microdureza superficial do pino de fibra de vidro, provavelmente em função da remoção parcial da matriz epóxi que gerou lacunas e expôs as fibras de vidro¹³. A carência de estudos que observem a influência de agentes químicos condicionantes sobre a microdureza de pinos de fibra de vidro dificultam a realização de comparações.

A rugosidade mais elevada no grupo jateado com o óxido de alumínio pode ser explicada pela criação de microretenções superficiais^{3,25,21,49}. Este condicionamento por ser realizado sob pressão (2.5bar) e com partículas de óxido de alumínio com alta dureza (VHN 2600), ao impactarem sobre a superfície do pino de fibra, além de imprimir marcas na superfície, promovem arrancamento de parte da estrutura, conforme mostram as imagens de microscopia deste estudo^{3,32}.

No entanto, analisando as mesmas imagens em ambos os ensaios, é possível inferir que um super condicionamento poderia gerar redução na resistência estrutural do pino, que, por sua vez, pode comprometer a interface adesiva quando sob ação de tensões mastigatórias. A distribuição das fibras em todos os grupos, especialmente visível nas imagens do grupo controle, sugere descontinuidade das fibras e indica que a mesma fibra não percorre toda a extensão do pino, o que fica bem evidenciado na região cervical, observando a macro-retenção projetada pelo fabricante. Estes fatores podem sugerir falhas estruturais no pino.

Nos grupos condicionados com peróxido de hidrogênio (10% e 24%) é possível observar lacunas que pode ser atribuídas ao efeito do peróxido de hidrogênio^{13,23,25,26}. Por outro lado, o peróxido de hidrogênio parece ter promovido corrosão nas fibras de vidro, o que não fora constatado pela literatura consultada. Se por um lado as alterações superficiais referidas podem incrementar a adesão^{13,23,24,26}, por outro, podem indicar fragilização estrutural do pino, cujo efeito deve ser avaliado em novas pesquisas.

No grupo condicionado por acetona p.a., além das lacunas na matriz epóxi, verifica-se a presença de erosão mais acentuada e trincas sobre as fibras, que podem igualmente indicar vantagens e desvantagens ao processo adesivo, bem como justificar a redução nos valores de microdureza.

Embora para alguns autores^{1,3,21,23,24,26,30,42,49} as alterações geradas na superfície de pinos de fibra sejam importantes para incrementar a fixação no interior do conduto os sinais de deterioração da fibra devem ser vistos com a devida cautela, já que há estudos de adesão que avaliam o tipo de falha ocorrido na interface adesiva, apontando índices de falhas coesivas do pino^{1,11,43} que podem ter relação com as alterações superficiais promovidas pelos diferentes condicionamentos testados.

É importante refletir acerca das limitações que o estudo possui para então concluir de maneira adequada sobre a pergunta inicial. A inexistência de trabalhos

utilizando acetona como tratamento de superfície de pinos de fibra de vidro aponta a necessidade de novos estudos, que possam evidenciar estes achados. Adicionalmente, seria interessante desenvolver uma pesquisa que avaliasse a resistência flexural dos pinos de fibra após o tratamento para verificar se os sinais de deterioração observados na microscopia poderiam influenciar na sua resistência. A associação de um teste de dureza Knoop, mais preciso frente à matriz epóxi, poderia trazer contribuições relevantes.

5 REFERÊNCIAS GERAL

1. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent.* 2010;103(1):31-9.
2. Anusavice KJ. Resinas Restauradoras. In: Anusavice KJ. Phillips materiais dentários. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Cap. 15, p. 375-417.
3. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J. Prosthet Dent.* Mar. 2006;95(3):218-23.
4. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater.* 2007;23(1):51-9.
5. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003;19(3):199-205.
6. Castellan CS, Santos-Filho PC, Soares PV, Soares CJ, Cardoso PE Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. *J Adhes Dent.* 2010;12(6):477-85.
7. Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent.* 2003;31:469-77.
8. Chang WC, Millstein PL. Effect of design of prefabricated posts heads on core materials. *J Prosthet Dent.* 1993;69(5):475-82.
9. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B. Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(2):74-80.
10. Duret B, Duret F, Reynaud M. Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the Composipost. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1996;(20):S50-6.
11. Farina AP, Cecchin D, Garcia LF, Naves LZ, Sobrinho LC, Pires-de-Souza FCP. Bond strength of fiber posts in different root thirds using resin cement. *J Adhes Dent.* 2011 Apr;13(2):179-86.
12. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2000;13(Spec No):9B-13B.
13. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater.* 2005;21(5):437-44.
14. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont.* 2005;18(5):399-404

15. Hornbrook DS, Hastings JH. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1995;7(5):33-42.
16. Hull D. *An introduction to composite materials*. Cambridge University. 1995 p. 246.
17. Kimmel SS. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. *NY State Dent J*. 2000;66(10):36-40.
18. Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil*. 1992;19(6):569-84.
19. Love RM, Purton DG. The effect of serrations on carbon fiber posts-retention within the root canal, core retention, and post rigidity. *Int J Prosthodont*. 1996;9(5):484-488.
20. Marghalani HY. Post-irradiation Vickers micro hardness development of novel resin composites. *Mat.Res*. 2010;13(1):81-87
21. Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface Roughness Analysis of Fiber Post Conditioning Processes. *J Dent Res*. 2008;87(2):186-190.
22. Melcholsky JJ Jr. Fracture mechanics principles. *Dent Mater*. 1995; 11(2):111-2.
23. Menezes MS, Queiroz EC, Soares PV, Silva ALF, Soares CJ, Martins LRM. Fiber Post Etching with Hydrogen Peroxide: Effect of Concentration and Application Time. *JOE*. 2011;37(3):398-402.
24. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: A literature review. *Oper Dent*. 2008 33:346–355.
25. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci, C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of posts to resin composites. *J Endod*. 2006;32(1):44-7.
26. Naves LZ, Santana FR, Castro CG, Valdivia AD, Da Mota AS, Estrela C, Corrêa-Sobrinho L, Soares CJ. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. *Microsc Res Tech*. 2011 Apr 29. doi: 10.1002/jemt.20999. [Epub ahead of print]
27. Nergiz I, Schmage P, Platzer U, McMullan-Vogel CG. Effect of different surface textures on retentive strength of tapered posts. *J Prosthet Dent* 1997; 78(5):451-7.
28. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. 2002. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials*. 2002;23:2667–2682.
29. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond

- strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007;16:154-164.
30. Prithviraj D R, Romesh Soni, Sushma Ramaswamy, Shruthi DP. Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of posts: A laboratory study. *Indian J Dent Res.* 2010;21(2):201-206.
 31. Queiroz RS, Porto TS, Lima JPM, Silva DN, Porto-neto ST. Análise morfológica e dimensional de partículas de carga inorgânica de resinas compostas. *Dental Sci – Clin e Pesq Integrada.* 2007;4(1):245-51.
 32. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Cury AH, Coniglio I, Vulicevic ZR, 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. *Journal of Dentistry.* 2007;35:496–502.
 33. Rode KM, de Freitas PM, Lloret PR, Powell LG, Turbino ML. Microhardness evaluation of a micro-hybrid composite resin light cured with halogen light, light-emitting diode and argon ion laser. *Lasers Med Sci.* 2009;24:87-92.
 34. Rode KM, Kawano Y, Turbino ML. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Oper. Dent.* 2007;32(6):571-8.
 35. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. *Dent Mater.* 2002;18(1):64-71.
 36. Sahafi A, Peutzfelt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber and zirconia. *J. Adhes Dent.* 2003;5(2):153-62.
 37. Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *Journal of Dentistry.* 1999;27(1):43-6.
 38. Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent.* 1997;78(5):447-50.
 39. Santana DP. Avaliação da microdureza superficial em resinas compostas fotopolimerizadas com sistemas de luz halógena e diodo emissor de luz (LED). [dissertação]. Taubaté, Universidade de Taubaté; 2006.
 40. Signore A, Kaitsas V, Ravera G, Angiero F, Benedicenti S. Clinical evaluation of an oval-shaped prefabricated glass fiber post in endodontically treated premolars presenting an oval root canal cross-section: a retrospective cohort study. *Int J Prosthodont.* 2011; 24:255-263.
 41. Smisson DC, Diefenderfer KE, Strother JM. Effects of five thermal stressing regimens on the flexural and bond strengths of a hybrid resin composite. *Oper Dent.* 2005;30(3):297-303.
 42. Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. 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.*

2008;99(6):444-54.

43. Spazzin AO, de Moraes RR, Cecchin D, Farina AP, Carlini-Júnior B, Corrêa-Sobrinho L. Morphological analysis of glass, carbon and glass/carbon fiber posts and bonding to self or dual-cured resin luting agents. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(5):476-80.
44. Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update* 2001;28(7):326-36.
45. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007;33:391-8.
46. Terry DA, Triolo PT. Fabrication of direct fiber-reinforced posts: a structural design concept. *J EsthetRestor Dent.* 2001;13(4):228-40.
47. Toledano M, Osorio R, Moreira MAG, Cabrerizo-Vilchez MA, Gea P, Tay FR, Pashley DH. Effect of the hydration status of the smear layer on the wettability and bond strength of a self-etching primer to dentin. *Am J Dent.* 2004;17:310-4.
48. Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dent Mater.* 2008;24(11):1512-7.
49. Yavirach P, Chaijareenont P, Boonyawan D, Pattamapun K, Tunma S, Takahashi H and Arksornnukit M. Effects of plasma treatment on the shear bond strength between fiber-reinforced composite posts and resin composite for core build-up. *Dental Materials Journal.* 2009;28(6):686-692.

ANEXO – Comissão Científica de Ética – Faculdade de Odontologia da PUCRS.

*Comissão Científica e de Ética
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

Porto Alegre 07 de Julho de 2010

O Projeto de: Tese

Protocolado sob n°: 0018/10
Intitulado: Efeito do tratamento de pinos de fibra de vidro na microdureza e morfologia superficial
Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota
Pesquisadores Associados Jorge Alberto Gonçalves
Nível: Tese / Doutorado

Foi *aprovado* pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 07 de Julho de 2010.

Profa. Dra. Ana Maria Spohr
Presidente da Comissão Científica e de Ética da
Faculdade de Odontologia da PUCRS

OPERATIVE DENTISTRY

ONLINE MANUSCRIPT SUBMISSION AND PEER REVIEW

AUTHOR INSTRUCTIONS REVIEWER INSTRUCTIONS ONLINE JOURNAL

To ensure proper functionality of this site, both JavaScript and Cookies must be enabled.

[HOME](#)
Detailed Status Information

Manuscript #	11-300-L
Current Revision #	0
Submission Date	2011-08-07
Current Stage	Initial QC Started
Title	Conditioning Effect on Glass Fiber Post Surfaces over Superficial Roughness
Running Title	Conditioning Effect over Microhardness on Glass Fiber Post
Manuscript Type	Laboratory Research
Corresponding Author	Débora Palma (Federal University of Santa Maria)
Contributing Authors	Jorge Gonçalves , Eduardo Mota , PAULO BURMANN
Financial Disclosure	I have no relevant financial interests in this manuscript.
Abstract	<p>Introduction: The conditioning of adhesive surface is a procedure capable of improve the retention among the surfaces through surface treatment of fiber posts that can be done by chemicals, roughening with diamond burs or sandblasting with particles of aluminum oxide. Objective: Verify the influence of surface treatment with 10% and 24% hydrogen peroxide, 50µm aluminum oxide and acetone p.a. on the superficial roughness in glass fiber posts on coronary, middle and apical thirds. The surface morphology of the posts was evaluated qualitatively, through scanning electron microscopy. Material and Methods: 45 glass fiber posts were embedded on epoxy resin in cylinders of PVC and all specimens were abraded with sandpaper until expose the wider diameter of the post silicon carbide sandpaper grit 400, 600, 1200, and 4000 and felt disc in diamond suspension (1.0 µm). The glass fiber posts were divided, randomly, into five groups (n = 9): group 1- post without surface treatment (control group), group 2 - post etched with 10% H2O2 for 1 min., group 3 - post etched with 24% H2O2 for 1 min., group 4 - post etched with Al2O3 (50µm) and group 5 - post etched with acetone p.a. for 1min. The surface of all specimens was evaluated in rugosimeter. Data were analyzed statistically using ANOVA and Tukey's test at $\alpha = 0.05$. Results: group 5 presented an average of superficial roughness (Ra, SD) 0.59 (± 0.05), higher than control group (0.15± 0.05), group 2 (0.18± 0.03) and group 5 (0.26± 0.04). Conclusion: There was not difference in superficial roughness among the coronary, middle and apical regions of the fiber posts. The images of SEM of specimens for different groups showed the surface treatments tested, alter the surface morphology, removing the epoxy matrix of fiber posts partially, exposing the glass fibers and indicating its partial corrosion.</p> <p>Key Words Roughness, Glass fiber post, Etching surfaces</p> <p>Topic POST AND CORE</p> <p>Clinical Relevance To know more about the phenomenon occurring in cementation of fiber posts in root canal in search of its better fixation to increase the longevity of indirect restorations, it is fundamental to study the variables involved in intracanal adhesive process. The superficial conditioning can affect the superficial roughness, in structural strength and adhesive interface, altering the longevity of the restoration.</p>