

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MÁRCIA BORBA

INFLUÊNCIA DA SILANIZAÇÃO E DO PROTOCOLO DE CIMENTAÇÃO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR

PORTO ALEGRE

2014

MÁRCIA BORBA

INFLUÊNCIA DA SILANIZAÇÃO E DO PROTOCOLO DE CIMENTAÇÃO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR

Monografia apresentada ao Curso de Especialização
em Endodontia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito parcial para a
obtenção do título de Endodontista.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Soares Grecca

PORTO ALEGRE
2014

CIP- Catalogação na Publicação

Borba, Márcia

Influência da silanização e protocolo de cimentação na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular / Márcia Borba. – 2014.

24 f. :

Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Especialização em Endodontia, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

Orientadora: Fabiana Soares Grecca

1. Cimentos de resina. 2. Adesão dental. 3. Endodontia. I. Grecca, Fabiana Soares. II. Título.

Elaborada por Ida Rossi - CRB-10/771

RESUMO

BORBA, Márcia. **Influência da silanização e protocolo de cimentação na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.** 2014. Monografia (Especialização em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Os tipos de falhas clínicas mais encontradas quando pinos de fibra de vidro são utilizados no tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente é a perda de retenção ou fratura do pino. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união, através do teste de *push out*, entre a dentina radicular e pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes tratamentos de superfície e diferentes protocolos de cimentação. Vinte e oito dentes humanos uni-radiculares foram tratados endodonticamente, tiveram 2/3 do canal desobturado e foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=7), de acordo com o tipo de protocolo de cimentação (condicionamento ácido total ou auto-adesivo) e com o tipo de tratamento de superfície do pino (com e sem silanização). Após a cimentação dos pinos, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37° por 24 horas e cortados em seções transversais de 1 mm utilizando uma cortadeira e disco diamantado. Foi realizado o teste de *push out* em uma máquina de ensaios universal com uma velocidade de 0,5 mm/min. O modo de falha foi identificado com o auxílio de um estereomicroscópio. Os dados foram analisados com ANOVA de dois fatores e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Foi encontrada diferença estatística para o fator protocolo de cimentação ($p=0,017$). O protocolo auto-adesivo alcançou as maiores médias de resistência de união. Não foi observada significância estatística para o fator tratamento de superfície do pino e para a interação entre fatores ($p>0,05$). O modo de fratura encontrado com maior frequência para todos os grupos foi falha adesiva entre a dentina e o cimento. Concluiu-se que o protocolo de cimentação auto-adesivo resultou em valores de resistência de união mais altos do que o protocolo de condicionamento ácido total e o uso do agente silano não influenciou os valores de resistência de união.

Palavras-chave: Cimentos de resina. Adesão dental. Endodontia.

ABSTRACT

BORBA, Márcia. **Influence of silanization and luting protocol on the bond strength between glass fiber posts and root dentin.** 2014. Final Paper (Post-graduation in Endodontics) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

The most frequent types of clinical failures when glass fiber posts are used to restore endodontic treated teeth are loss of retention and post fracture. The objective of this study was to evaluate the bond strength, using the push out test, between root dentin and glass fiber posts subjected to different surface treatments and different luting protocols. Twenty eight single-rooted human teeth were endodontically treated, had 2/3 of the canal desobturated and were randomly divided into four groups (n=7), according to the type of luting protocol (total etching or self-adhesive) and type of post surface treatment (with or without silane treatment). After luting, specimens were stored in 37° distilled water for 24 hours and were cut into 1-mm thickness slices using a diamond disk and a cutting machine. Push out test was performed with a universal testing machine at 0.5 mm cross-head speed. Failure modes were identified using a stereomicroscope. Data were statistically analyzed with two-way ANOVA and Tukey's test ($\alpha=0.05$). There was significant difference for the factor luting protocol ($p=0.017$). The self-adhesive protocol showed the highest mean bond strength. No statistical significance was observed for the factor post surface treatment and for the interaction ($p>0.05$). The failure mode most frequently found for all groups was adhesive failure between dentin and cement. It was concluded that self-adhesive luting protocol results in higher bond strength than total etching protocol, and that silane treatment had no influence on the bond strength values.

Keywords: Resin cements. Dental bonding. Endodontics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	ARTIGO	8
2.1	INTRODUÇÃO	9
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.3	RESULTADOS	14
2.4	DISCUSSÃO	15
2.5	REFERÊNCIAS	18
3	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22
	ANEXO – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	23

1 INTRODUÇÃO

Dentes tratados endodonticamente e com perda excessiva de estrutura coronal, ocasionada por cárie, substituição de restaurações e fraturas, devem ser restaurados utilizando pinos intra-radulares (Stockton, 1999). Por muito tempo foram utilizados exclusivamente pinos metálicos fundidos devido a sua alta resistência à fratura, alta retenção e pequena espessura da camada de cimento (Macedo et al., 2010; Mastoras et al., 2012). Porém, estes pinos convencionais tem alto módulo de elasticidade, o que pode levar a fraturas radulares. Além disso, o desgaste excessivo das paredes radulares para obter um acesso retilíneo para o pino também aumenta a probabilidade de fratura radicular (Mastoras et al., 2012).

Assim, foram introduzidos no mercado os pinos reforçados com fibra de vidro. Esses pinos apresentam um comportamento mais biomimético associado com seu módulo de elasticidade, que é similar ao da dentina, permitindo uma distribuição mais uniforme das tensões nas paredes radulares (Goracci e Ferrari, 2011; Mastoras et al., 2012). Portanto, na presença de pinos menos rígidos, fraturas radulares são muito raras e as falhas, geralmente, são do tipo reparáveis, como descolamento do pino. Por outro lado, titânio, aço inoxidável e zirconia são materiais com módulo de elasticidade bem acima ao módulo da dentina, fazendo com que as tensões sejam transmitidas internamente e concentradas no nível apical, aumentando o risco de fratura vertical da raiz, o que representa um tipo de falha catastrófica (Goracci e Ferrari, 2011; Zicari et al., 2012).

O objetivo dos pinos de fibra de vidro é melhorar a retenção do material de núcleo, não existe evidência de que sejam capazes de reforçar o remanescente radicular (Goracci e Ferrari, 2011; Zicari et al., 2012). Além disso, esses pinos foram desenvolvidos para cumprir a demanda por materiais mais estéticos (Zicari et al., 2012). Apesar das vantagens, podem existir alguns problemas relacionados com a discrepância entre o diâmetro do pino e o espaço do canal. Pinos pré-fabricados não se adaptam bem em canais achatados ou excessivamente alargados. Nesses casos, a camada de cimento resinoso pode ser muito espessa, favorecendo a formação de bolhas de ar e o descolamento do pino. Sugere-se para esses casos o reembasamento do pino com resina composta, já que esta individualização do pino pode aumentar a sua adaptação nas paredes radulares, diminuindo a espessura da camada de cimento (Macedo et al., 2010).

Esses pinos são compostos por fibras de carbono, quartzo ou vidro embebidas em uma matriz de resina epóxica ou à base de metacrilato. As fibras são uni-direcionais e orientadas em sentido paralelo ao eixo longitudinal do pino e seu diâmetro varia entre 6 e 15 μm . O número de fibras por mm^2 da secção transversal do pino varia entre 25 e 35, dependendo do tipo de pino, fazendo com que 30 a 50% da área de secção transversal seja ocupada por fibras. A adesão entre as fibras de vidro ou quartzo com a matriz resinosa é aumentada pela silanização das mesmas previamente à imersão na matriz. As fibras são responsáveis pela resistência à flexão, enquanto a matriz resinosa estabelece resistência à compressão e também forma a superfície na qual os monômeros funcionais dos cimentos adesivos irão interagir. Os pinos podem apresentar forma cilíndrica, cilíndrico-cônica, cônica ou de dupla conicidade (Goracci e Ferrari, 2011; Zicari et al., 2012).

Como mencionado anteriormente, fraturas radiculares são mais frequentes quando pinos metálicos fundidos são utilizados. Já no caso dos pinos de fibra de vidro, é mais comum ocorrer perda de retenção ou fratura do pino (Naumann et al., 2012; Zicari et al., 2012). Estudos clínicos com restaurações retidas por pino de fibra cimentados adesivamente tem apresentado taxas satisfatórias de sobrevivência a longo prazo e relatam que o tipo de falha mais frequente é o descolamento do pino (Cagidiaco et al., 2008; Dietschi et al., 2008; Goracci e Ferrari, 2011; Naumann et al., 2012). Assim, conclui-se que a efetividade da união entre pino, cimento e dentina radicular é importante para obter uma retenção adequada e garantir o sucesso do tratamento.

Para cimentar um pino de fibra de vidro no canal radicular indica-se o uso de cimentos resinosos. Cimentos resinosos de vários passos são utilizados seguindo o protocolo de condicionamento total (*etch and rinse*) ou auto-condicionante (*self-etch*) (Zicari et al., 2012). O protocolo de condicionamento ácido total assegura a remoção da lama dentinária (*smear layer*) e é caracterizado pela formação de micro-porosidades que permitem a penetração de monômeros para formar *tags* de resina que estabelecem retenção mecânica. Os sistemas auto-condicionantes causam uma desmineralização menos agressiva e uma adesão de boa qualidade é obtida quando uma camada híbrida contínua é formada (Mastoras et al., 2012). Com o objetivo de simplificar os procedimentos adesivos, diminuir a influência do operador e obter uma adesão mais confiável,

foram desenvolvidos cimentos resinosos auto-adesivos (*self-adhesive*), que eliminam os passos de condicionamento, aplicação de primer e adesivo (Oliveira et al., 2011; Zicari et al., 2012).

O complexo dentina-cimento-pino contém duas interfaces altamente suscetíveis a falhas que podem resultar na perda de retenção do pino. Nesse sentido, deve ser dada atenção tanto à interface dentina-cimento como à interação do cimento com o pino. Com relação à interface pino-cimento, resultados controversos tem sido relatados, já que os fabricantes recomendam protocolos variados de tratamento da superfície do pino (Goracci e Ferrari, 2011; Zicari et al., 2012). Alguns estudos ainda sugerem que a interface entre o pino e o cimento seria mais fraca do que a interface entre a dentina e o cimento (Wrbas et al., 2007; Castellan et al., 2010; Macedo et al., 2010; Poskus et al., 2010).

Os tratamentos químicos de superfície dos pinos de fibra de vidro envolvem a aplicação de um agente silano e/ou adesivo, combinado ou não com condicionamento ácido da superfície do pino. O silano mais utilizado é um γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano monofuncional pré-hidrolizado que é diluído em uma solução de água e etanol em um pH entre 4 e 5 (Zicari et al., 2012). Organosilanos são moléculas bifuncionais com uma terminação capaz de reagir com a fibra de vidro inorgânica e outra capaz de copolimerizar com a resina orgânica (Oliveira et al., 2011). Quando um silano é aplicado, seus grupamentos alcóxi são hidrolisados em grupamentos silanol para se unir à sílica pela formação de ligações siloxano. Outro efeito da silanização é o aumento da molhabilidade de superfície, já que um contato íntimo entre os materiais é estabelecido. Ainda, forças de Van de Waals podem se tornar efetivas estabelecendo união física (Oliveira et al., 2011).

Assim, levando em consideração o problema clínico da perda de retenção do pino de fibra de vidro e a grande quantidade de variáveis envolvidas no protocolo de cimentação dos mesmos, o objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência de união, através do teste de *push out*, entre a dentina radicular e pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes tratamentos de superfície e diferentes protocolos de cimentação.

2 ARTIGO

Artigo a ser submetido ao *Journal of Endodontics*.

Título: Influência da silanização e protocolo de cimentação na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular

Márcia Borba*

Fabiana Soares Grecca**

* Professora da graduação e pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo.

** Professora da graduação e pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Resumo

Introdução: Os tipos de falhas clínicas mais encontradas quando pinos de fibra de vidro são utilizados no tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente é a perda de retenção ou fratura do pino. **Objetivo:** Avaliar a resistência de união, através do teste de *push out*, entre a dentina radicular e pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes tratamentos de superfície e diferentes protocolos de cimentação. **Métodos:** Vinte e oito dentes humanos uniradiculares foram tratados endodonticamente, tiveram 2/3 do canal desobturado e foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=7), de acordo com o tipo de protocolo de cimentação (condicionamento ácido total ou auto-adesivo) e com o tipo de tratamento de superfície do pino (com e sem silanização). Após a cimentação dos pinos, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37° por 24 horas e cortados em secções transversais de 1 mm utilizando uma cortadeira e disco diamantado. Foi realizado o teste de *push out* em uma máquina de ensaios universal com uma velocidade de 0,5 mm/min. O modo de falha foi

identificado com o auxílio de um estereomicroscópio. Os dados foram analisados com ANOVA de dois fatores e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Resultados: Foi encontrada diferença estatística para o fator protocolo de cimentação ($p=0,017$). O protocolo auto-adesivo alcançou as maiores médias de resistência de união. Não foi observada significância estatística para o fator tratamento de superfície do pino e para a interação entre fatores ($p>0,05$). O modo de fratura encontrado com maior frequência para todos os grupos foi falha adesiva entre a dentina e o cimento. Conclusão: O protocolo de cimentação auto-adesivo resultou em valores de resistência de união mais altos do que o protocolo de condicionamento ácido total e o uso do agente silano não influenciou os valores de resistência de união.

Palavras-chave: Cimentos de resina. Adesão dental. Endodontia.

2.1 Introdução

Dentes tratados endodonticamente e com perda excessiva de estrutura coronal, ocasionada por cárie, substituição de restaurações e fraturas, devem ser restaurados utilizando pinos intra-radulares (1). Por muito tempo foram utilizados exclusivamente pinos metálicos fundidos devido a sua alta resistência à fratura, alta retenção e pequena espessura da camada de cimento (2, 3). Porém, estes pinos convencionais tem alto módulo de elasticidade, o que pode levar a fraturas radulares. Além disso, o desgaste excessivo das paredes radulares para obter um acesso retilíneo para o pino também aumenta a probabilidade de fratura radicular (3).

Assim, foram introduzidos no mercado os pinos reforçados com fibra de vidro. Esses pinos apresentam um comportamento mais biomimético associado com seu módulo de elasticidade, que é similar ao da dentina, permitindo uma distribuição mais uniforme das tensões nas paredes radulares (3, 4). Portanto, desde que a indicação correta seja seguida, na presença de pinos menos rígidos, fraturas radulares são muito raras e as falhas, geralmente, são do tipo reparáveis, como perda de retenção ou fratura do pino (5, 6), como relatado nos estudos clínicos (4, 6-8). Assim, conclui-se que a efetividade da união entre pino, cimento e dentina radicular é importante para obter uma retenção adequada e garantir o sucesso do tratamento.

Para cimentar um pino de fibra de vidro no canal radicular indica-se o uso de cimentos resinosos. Cimentos resinosos de vários passos são utilizados seguindo o protocolo de condicionamento total (*etch and rinse*) ou auto-condicionante (*self-etch*) (5). Ainda, com o

objetivo de simplificar os procedimentos adesivos, diminuir a influência do operador e obter uma adesão mais confiável, foram desenvolvidos cimentos resinosos auto-adesivos (*self-adhesive*), que eliminam os passos de condicionamento, aplicação de primer e adesivo (5, 9). Entretanto, ainda não existe um consenso a respeito da qualidade de união dos cimentos auto-adesivos com a dentina (2, 9-14). Isso porque, cimentos auto-adesivos poderiam apresentar potencial limitado de desmineralização e penetração, e estabelecer uma interação superficial com a dentina (4, 15).

Ainda, com relação à interface pino-cimento, resultados controversos tem sido relatados, já que os fabricantes recomendam protocolos variados de tratamento da superfície do pino (4, 5). Alguns estudos ainda sugerem que a interface entre o pino e o cimento seria mais fraca do que a interface entre a dentina e o cimento (2, 16-18).

Os pinos de fibra de vidro podem ser submetidos a tratamentos micro-mecânicos (ex: jateamento de partículas) e químicos (ex: silano, adesivo) para aumentar a resistência de união da interface pino-cimento (5, 19). Os tratamentos químicos envolvem a aplicação de um agente silano e/ou adesivo, combinado ou não com condicionamento ácido da superfície do pino. Organossilanos são moléculas bifuncionais com uma terminação capaz de reagir com a fibra de vidro inorgânica e outra capaz de copolimerizar com a resina orgânica (9, 20). Outro efeito da silanização seria o aumento da molhabilidade de superfície (9). Apesar das possíveis vantagens desses agentes, estudos prévios relatam resultados contrastantes a respeito do efeito de agentes de união silano na melhora da união dos cimentos resinoso aos pinos de fibra de vidro (5, 9, 16, 19, 21-24).

Assim, levando em consideração o problema clínico da perda de retenção do pino de fibra de vidro e a grande quantidade de variáveis envolvidas no protocolo de cimentação dos mesmos, o objetivo do presente estudo é avaliar a resistência de união, através do teste de *push out*, entre a dentina radicular e pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes tratamentos de superfície e diferentes protocolos de cimentação. As hipóteses testadas são: (1) o tipo de protocolo de cimentação (condicionamento ácido total ou auto-adesivo) não influencia os valores de resistência de união; (2) o uso do agente silano melhora a resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina radicular.

2.2 Materiais e Métodos

O presente estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, número 288.488. Vinte e oito dentes superiores uni-radiculares humanos foram coletados no Banco de Dentes da Universidade de Passo Fundo. Os dentes foram examinados previamente para excluir elementos cariados, que apresentavam trincas radiculares, com tratamento endodôntico prévio, calcificações ou canais atresiadados.

A estrutura coronária foi removida com o auxílio de um disco diamantado em baixa rotação sob refrigeração constante, logo abaixo da junção amelo-cementária, resultando em dentes com um comprimento de canal igual a 14 mm.

A patência apical foi verificada utilizando uma lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). O comprimento de trabalho de cada dente foi determinado visualmente subtraindo 1 mm do comprimento da lima tipo K #15 posicionada no limite do forame apical. Os canais radiculares foram instrumentados com brocas Gates-Glidden #1 a #4 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e com limas endodônticas do tipo K-flex (1ª série, 21 mm, Maillefer®, Ballaigues, Suíça). Iniciou-se a instrumentação com brocas Gates-Glidden seguindo a sequência crescente (#1 a #4), trabalhando no comprimento de 10 mm. Após, foi realizado o preparo apical, imprimido aos instrumentos movimento de penetração e limagem, sendo o instrumento apical final uma lima tipo K-flex #40.

Os canais foram irrigados com 2,0 ml de hipoclorito de sódio a 1% a cada troca de instrumento. Ao final do preparo, os canais receberam irrigação com 2,0 ml de ácido etilendiaminotetracético trissódico (EDTA) 17% (Biodinâmica, PR, Brasil) e o mesmo permaneceu no canal por 5 minutos. Os canais foram secos com cones de papel absorvente.

A obturação foi realizada utilizando a técnica de condensação lateral, sendo composta pelo cone principal de guta-percha, pelo cimentos AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e por cones acessórios de guta-percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) que preencheram os espaços produzidos por um espaçador bi-digital B, até o limite da capacidade do canal. A porção dos cones fora do canal foi seccionada no nível cervical com uma espátula calcadora aquecida. Seguiu-se a leve condensação vertical com condensador tipo Paiva número 2 (Golgran Indústria e Comércio de Instrumentos Odontológicos Ltda., Pirituba, SP). Todas as etapas de instrumentação e obturação dos canais radiculares foram executadas por apenas um

operador. Concluída a etapa de obturação, os dentes foram armazenados e envolvidos em gaze umedecida com água destilada por 48 horas.

O preparo do espaço do canal foi realizado com auxílio de uma broca Largo Peeso #2 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e uma broca própria compatível com o diâmetro do pino (pino #1, FGM, Joinville, Brasil). A profundidade do preparo para o pino foi de 10 mm a partir da superfície cervical da raiz, deixando, no mínimo, 4 mm de material obturador na região apical. Após o preparo, os canais foram irrigados com 2 ml de EDTA 17%, permanecendo 5 min dentro do canal e foi realizada aspiração e secagem com pontas de papel absorvente.

As raízes foram separadas aleatoriamente em 4 grupos, de acordo com o tipo de protocolo de cimentação e o tipo de tratamento de superfície do pino (n=7): Grupo C - protocolo de condicionamento ácido total; Grupo CS - protocolo de condicionamento ácido total + silano; Grupo A: protocolo auto-adesivo; Grupo AS - protocolo auto-adesivo + silano. O pino utilizado foi um pino de fibra de vidro com matriz de resina epóxica cônico e translúcido, White Post DC (FGM, Joinville, Brasil).

Os grupos C e CS foram submetidos ao protocolo de condicionamento ácido total (cimento RelyX ARC). Nestes grupos as paredes radiculares das raízes foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 15 s (Condac 37, FGM, Joinville, Brasil), o ácido foi removido com jato de água por 15 s e o excesso de água foi removido com leve jato de ar por 5 s e com pontas de papel absorvente. O agente Scotchbond Multipurpose Plus Activator (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado nas paredes radiculares com uma ponta de papel absorvente e foi aplicado um leve jato de ar por 5 s. Após, o agente Scotchbond Multipurpose Plus primer (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi também aplicado utilizando ponta de papel absorvente e seco por 5 s com jato de ar. Seguiu-se a aplicação do agente Scotchbond Multipurpose Plus Catalyst (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) com pontas de papel. O cimento dual RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi proporcionado em uma placa de vidro e espatulado por 10 s. O cimento foi inserido no interior do canal com auxílio de uma broca lentulo. O pino foi inserido no canal com auxílio de uma pinça. Seguiu-se a fotoativação por 40 s na superfície oclusal com fotopolimerizador de luz halógena (Kondortech, Kondortech Equipamentos Odontológicos Ltda., São Carlos, SP, Brasil).

Os grupos A e AS foram submetidos ao protocolo auto-adesivo (cimento RelyX U200). Para estes corpos-de-prova não foi realizado nenhum tratamento prévio das paredes radiculares.

O cimento dual RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi proporcionado em uma placa de vidro e espatulado por 20 s. O cimento foi inserido no interior do canal com auxílio de uma broca lentulo. O pino foi inserido no canal com auxílio de uma pinça. Seguiu-se a fotoativação por 40 s no sentido oclusal com fotopolimerizador de luz halógena.

Antes da cimentação, todos os pinos de fibra de vidro foram limpos com álcool 99%. Para os grupos CS e AS, os pinos também foram silanizados. O agente silano (Prosil, FGM, Joinvile, Brasil) foi aplicado nos pinos com auxílio de uma ponta *micro-brush* e seco com jato de ar por 10 s antes da cimentação. Todos corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37° por 24 h antes dos cortes em secções transversais.

Os corpos-de-prova foram seccionados em secções transversais de 1 mm de espessura utilizando uma cortadeira metalográfica (Modelo Minitom, Struers, Compenhagen, Dinamarca) com disco diamantado e refrigeração. Foi obtida uma média de 4 secções por raiz. As secções tiveram seus dois lados fotografados e foi utilizado o programa Image J para mensurar o diâmetro do pino. Foi utilizado um paquímetro digital para mensurar a espessura de cada secção.

Posteriormente, as secções foram submetidas ao teste de resistência de união de *push out* utilizando uma máquina de ensaios universal (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, PR, Brasil). O teste foi realizado com uma velocidade de 0,5 mm/min e a força foi aplicada no sentido apico-coronal até que o pino fosse deslocado. Foi utilizado um dispositivo de teste com uma base com orifício de 3 mm de diâmetro e um pistão de 1 mm de diâmetro. A carga máxima de fratura registrada em Newtons (N) foi convertida para MPa dividindo a carga pela área de união (A), calculada de acordo com a seguinte fórmula (5):

$$A = \pi(r+R) \times h^2 + (R-r)^2$$

onde r e R são o menor e o maior diâmetro da secção transversal do pino, respectivamente, e h é a espessura da secção.

Após o teste, as secções foram examinadas utilizando um estereomicroscópio para identificar o modo de fratura: (1) adesiva entre o pino e o cimento; (2) adesiva entre a dentina e o cimento; (3) coesiva no cimento; (4) coesiva no pino; (5) mista (3).

Os dados foram analisados estatisticamente com ANOVA de dois fatores (protocolo de cimentação e tratamento de superfície do pino) e com o teste de comparações múltiplas de Tukey ($\alpha=0.05$). Foi utilizado teste Qui-quadrado para verificar a relação entre o modo de falha e o grupo experimental ($\alpha=0.05$).

2.3 Resultados

Foi encontrada diferença estatística para o fator protocolo de cimentação ($p=0,017$), sendo que o protocolo auto-adesivo obteve as maiores médias de resistência de união (Tabela 1). Não foi observada significância estatística para o fator tratamento de superfície do pino ($p=0,325$) e para a interação entre fatores ($p=0,133$) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de média (desvio-padrão) para os fatores protocolo de cimentação e tratamento de superfície do pino e para a interação (MPa).

Protocolo de Cimentação			
Condicionamento Ácido Total (C)		Auto-adesivo (A)	
7,8 (7,1) b		11,4 (5,2) a	
Tratamento de Superfície do Pino			
Com Silano (S)		Sem Silano	
9,6 (7,5)		8,8 (5,6)	
Interação			
Grupo C	Grupo CS	Grupo A	Grupo AS
8,2 (6,3)	7,4 (7,9)	9,5 (4,5)	13,2 (4,5)

Foram observados três modos de fratura (Figura 1): (1) adesiva entre o pino e o cimento (Px_C); (2) adesiva entre a dentina e o cimento (Dx_C); (3) mista. Não houve relação entre modo de fratura e grupo experimental ($p \geq 0,05$). O modo de fratura encontrado com maior frequência para todos os grupos foi a falha adesiva entre a dentina e o cimento, representando 87%, 96%, 81% e 88% das falhas dos grupos C, CS, A e AS, respectivamente. Apenas os grupos C e CS apresentaram falha adesiva entre o pino e o cimento, sendo 9% e 4% das falhas, respectivamente.

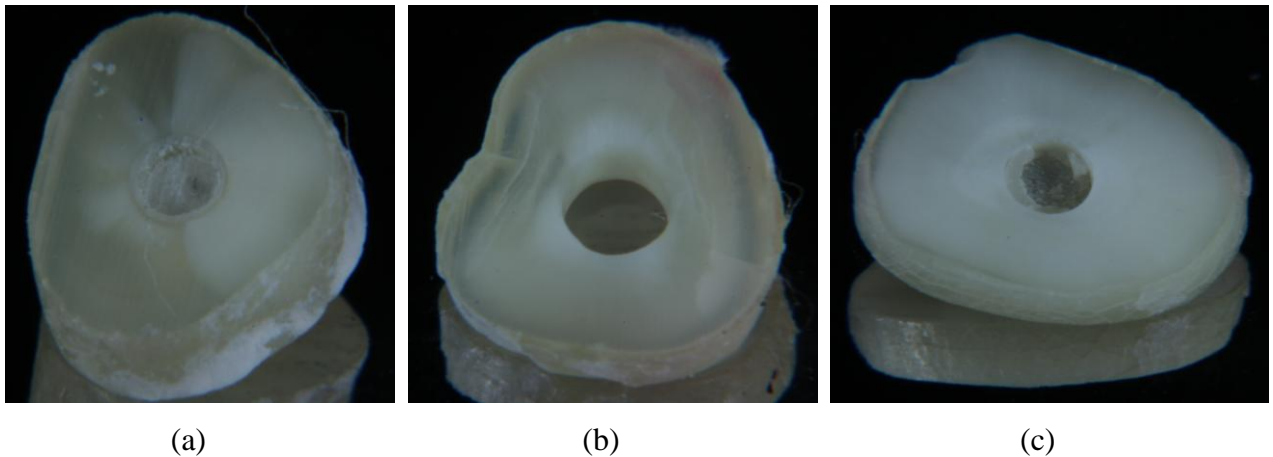


Figura 1 – Modos de falha encontrados para os grupos experimentais: (a) falha adesiva entre pino e cimento, (b) falha adesiva entre dentina e cimento, (c) falha mista.

2.4 Discussão

Estudos clínicos com restaurações retidas por pino de fibra cimentados adesivamente tem apresentado taxas satisfatórias de sobrevivência a longo prazo e relatam que o tipo de falha mais frequente é o descolamento do pino (4, 6-8). Portanto, o presente estudo se propôs a investigar, através do teste de *push out*, fatores relacionados às duas interfaces presentes neste tratamento restaurador, a interface dentina-cimento e a interface cimento-pino.

O protocolo de cimentação auto-adesivo resultou em valores de resistência de união mais altos do que o protocolo de condicionamento ácido total. Assim, a primeira hipótese do estudo foi rejeitada. A superioridade do protocolo auto-adesivo pode estar relacionada ao fato de que cimentos auto-adesivos tem menor contração por causa de suas propriedades viscoelásticas, levando a um contato íntimo do cimento com as paredes radiculares e resultando em uma maior resistência friccional. Além disso, as propriedades adesivas dos cimentos auto-adesivos são atribuídas aos monômeros ácidos que desmineralizam e simultaneamente infiltram o substrato. Ligações secundárias também podem estar envolvidas, fornecendo união química adicional aos tecidos dentais (25).

O protocolo de condicionamento ácido total seria capaz de remover a lama dentinária (*smear layer*) e criar micro-porosidades que permitem a penetração de monômeros para formar *tags* de resina e estabelecer a retenção mecânica (3). Entretanto, esse protocolo é muito sensível

a habilidade do operador, já que envolve vários passos. Ainda, é difícil fazer o condicionamento ácido, enxaguar e manter a dentina úmida de forma padronizada, especialmente nas áreas mais profundas do canal (25). A grande variabilidade dos dados dos grupos C e CS demonstram a dificuldade de padronização deste protocolo.

O cimento Rely X ARC, utilizado no protocolo de condicionamento ácido total, é um cimento dual convencional que apresenta altos valores de resistência de união. Porém, sua alta contração de polimerização e estresse resultante podem prejudicar a união com a dentina. Isso aumenta a dependência entre as propriedades mecânicas do material e a capacidade de retenção do pino (25). Essa característica também pode ter influenciado os resultados dessa pesquisa.

A maioria dos estudos não relata diferença nos valores de resistência de união entre o protocolo de condicionamento ácido total e o auto-adesivo (2, 10, 13, 19). Entretanto, diferentes metodologias são utilizadas (ensaio de micro-tração, micro-cisalhamento, *pull out*) e nem sempre o substrato aderente é dentina radicular. Deve-se considerar que o sucesso do procedimento de cimentação adesiva no interior do canal pode ser comprometido por inúmeros fatores, principalmente a nível apical. Substâncias utilizadas durante o tratamento endodôntico como hipoclorito de sódio, EDTA, peróxido de hidrogênio, hidróxido de cálcio, medicamentos à base de eugenol e cimentos endodônticos podem interferir na adesão dos cimentos resinosos através da alteração da estrutura dentinária ou interferindo com a polimerização da resina. Parte dessa dentina alterada é removida quando o espaço do canal é preparado. Porém, instrumentos rotatórios produzem uma lama dentinária (*smear layer*) mais espessa, incluindo remanescentes de guta-percha e cimento (4, 25). No presente estudo, foi utilizada dentina radicular de dentes humanos e foram realizados todos os passos do tratamento endodôntico e desobturação das raízes previamente à cimentação dos pinos com o objetivo de obter um substrato de adesão semelhante ao encontrado nos casos clínicos.

O uso do agente silano não influenciou os valores de resistência de união, rejeitando a segunda hipótese do estudo. Esses achados estão de acordo com outros estudos que avaliaram a resistência de união através dos testes de *push-out* e *pull-out* e não encontraram efeito significativo para o uso de um agente silano (16, 19, 22). A resina epóxica, que é o maior componente dos pinos de fibra de vidro, é um polímero sem sílica que não é bem combinado

com silano por causa da união fraca ou ausente dos grupos funcionais silano com essa matriz resinosa, o que justificaria a ineficácia desse agente (19).

Por outro lado, foi observada interação significativa entre os fatores tipo de cimento e silanização em um estudo de resistência ao cisalhamento entre pino de fibra de vidro e cimento (9). Os resultados do estudo revelaram que, quando não foi aplicado silano, o cimento convencional de condicionamento ácido total (RelyX ARC) obteve menores valores de resistência de união do que os cimentos auto-adesivos. Além disso, o uso do silano diminuiu a resistência de união do cimento auto-adesivo RelyX Unicem. Os cimentos Maxcem Elite e seT obtiveram maior resistência de união com a aplicação do silano, indicando que o mecanismo de união dos cimentos auto-adesivos aos pinos de fibra é dependente do tipo de material utilizado. No presente estudo, o cimento auto-adesivo apresentou o maior valor de resistência de união, independente do uso do silano. Diferenças metodológicas podem justificar as divergências entre os estudos, já que na investigação de Oliveira et al. (2011) (9) somente a interface pino-cimento foi avaliada. O fato de que 81 a 96% das falhas foram adesivas na interface entre dentina e cimento sugere que essa interface seria o elo mais fraco e o possível efeito da aplicação do silano poderia ser mascarado. Apenas dois grupos apresentaram falha na interface entre cimento e pino e com baixa frequência.

Ainda, Zicari *et al.* (2012) (5) também encontraram interação significativa entre os fatores cimento, pino e tratamento de superfície, utilizando o teste de *push out* para verificar resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados em canais radiculares padronizados. O cimento com protocolo auto-adesivo (RelyX Unicem) apresentou os maiores valores de resistência de união e, em geral, a silanização não aumentou significativamente a resistência adesiva, concordando com os achados do presente estudo. Esse efeito também foi atribuído a uma fraca ou ausente interação química entre monômeros funcionais silano e os pinos. Foi sugerido o tratamento da superfície do pino com peróxido de hidrogênio por 20 min para remover a camada superficial de resina epóxica e expor à silanização uma maior área de superfície, sem danificar as fibras (4). Entretanto, no presente estudo, não foi realizado nenhum tratamento prévio à silanização, apenas a limpeza com álcool 99%.

A literatura afirma que diferentes tipos de pinos de fibra de vidro interagem de forma distinta com diferentes tipos de cimentos resinosa. Os pinos apresentam diferentes topografias de

superfície, o que pode influenciar significativamente as características da interface pino-cimento e as regiões para embricamento micro-mecânico. Além disso, grupamentos químicos presentes no cimento resinoso podem co-polimerizar com ligações duplas de carbono remanescentes na matriz do pino, ou difundir quimicamente dentro da estrutura polimérica da matriz. Reações químicas são possíveis entre o cimento e as fibras expostas na superfície do pino. Embora ainda não se saiba em que nível a união química e micro-mecânica contribuem para a retenção do pino, pode-se sugerir que o embricamento micro-mecânico, basicamente dependente da topografia de superfície do pino, pode ser o maior contribuinte (5).

Entretanto, os achados do presente estudo devem ser analisados com cuidado, já que foram realizados somente testes imediatos. Ainda existem dúvidas a respeito da durabilidade de união dos cimentos auto-adesivos com o substrato dentinário (24, 26). Cimentos auto-adesivos não ficam completamente neutros e hidrofóbicos com a polimerização, então permaneceriam potencialmente expostos a degradação hidrolítica que, ao longo do tempo, poderia comprometer sua habilidade de retenção e selamento (4). Além disso, poderia ser observado algum efeito benéfico da aplicação do agente silano a longo prazo. Portanto, mais estudos devem ser realizados para avaliar a efetividade desses tratamentos após envelhecimento.

Concluiu-se que o protocolo de cimentação auto-adesivo resultou em valores de resistência de união superiores e que o uso do agente silano não teve influência nos valores de união. Esses resultados são positivos do ponto de vista clínico, já que um protocolo mais simples de cimentação pode ser utilizado sem comprometer a qualidade de união.

2.5 Referências

1. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent* 1999;81:380-385.
2. Macedo VC, Faria e Silva AL, Martins LR. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod* 2010;36(9):1543-1546.
3. Mastoras K, Vasiliadis L, Koulaouzidou E, Gogos C. Evaluation of push-out bond strength of two endodontic post systems. *J Endod* 2012;38(4):510-514.
4. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J* 2011;56 Suppl 1:77-83.

5. Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater* 2012;28(3):287-297.
6. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *J Endod* 2012;38(4):432-435.
7. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int* 2008;39(2):117-129.
8. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont* 2008;21(4):328-336.
9. Oliveira AS, Ramalho ES, Ogliari FA, Moraes RR. Bonding self-adhesive resin cements to glass fibre posts: to silanate or not silanate? *Int Endod J* 2011;44(8):759-763.
10. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004;20(10):963-971.
11. Huber L, Cattani-Lorente M, Shaw L, Krejci I, Bouillaguet S. Push-out bond strengths of endodontic posts bonded with different resin-based luting cements. *Am J Dent* 2007;20(3):167-172.
12. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater* 2008;24(7):967-977.
13. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci* 2008;116(6):557-563.
14. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci* 2009;117(3):326-333.
15. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res* 2008;87(10):974-979.
16. Wrbas KT, Altenburger MJ, Schirrmeister JF, Bitter K, Kielbassa AM. Effect of adhesive resin cements and post surface silanization on the bond strengths of adhesively inserted fiber posts. *J Endod* 2007;33(7):840-843.
17. 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):477-485.
18. Poskus LT, Sgura R, Parago FE, Silva EM, Guimaraes JG. Influence of post pattern and resin cement curing mode on the retention of glass fibre posts. *Int Endod J* 2010;43(4):306-311.
19. Tian Y, Mu Y, Setzer FC, Lu H, Qu T, Yu Q. Failure of fiber posts after cementation with different adhesives with or without silanization investigated by pullout tests and scanning electron microscopy. *J Endod* 2012;38(9):1279-1282.
20. Della Bona A, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res* 2007;21(1):10-15.
21. 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):437-444.
22. Perdigao J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22(8):752-758.

23. D'Arcangelo C, D'Amario M, Prosperi GD, Cinelli M, Giannoni M, Caputi S. Effect of surface treatments on tensile bond strength and on morphology of quartz-fiber posts. *J Endod* 2007;33(3):264-267.
24. Bitter K, Noetzel J, Neumann K, Kielbassa AM. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements. *Quintessence Int* 2007;38(2):121-128.
25. Lopes GC, Ballarin A, Baratieri LN. Bond strength and fracture analysis between resin cements and root canal dentin. *Aust Endod J* 2012;38(1):14-20.
26. Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Mazzotti G, Di Lenarda R, Ferrari M, et al. Push-out stress for fibre posts luted using different adhesive strategies. *Eur J Oral Sci* 2009;117(4):447-453.

3 CONCLUSÃO

Concluiu-se que:

- O protocolo de cimentação auto-adesivo resulta em maiores valores médios de resistência de união entre o pino de fibra de vidro e a dentina radicular do que o protocolo de condicionamento ácido total.
- A aplicação de um agente silano na superfície do pino não tem influência nos valores de resistência de união.

REFERÊNCIAS

- CAGIDIACO, M. C. et al. Clinical studies of fiber posts: a literature review. **Int. J. Prosthodont.**, v.21, no.4, p.328-336, 2008.
- CASTELLAN, C.S. et al. Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. **J. Adhes. Dent.**, v.12, no.6, p.477-485, 2010.
- DIETSCHI, D. et al. Biomechanical consideration for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). **Quintessence Int.**, v.39, no.2, p.117-129, 2008.
- GORACCI, C., FERRARI, M. Current perspectives on post systems: a literature review. **Aust. Dent. J.**, v.56, no.1, p.77-83, 2011.
- MACEDO, V.C.; FARIA E SILVA, A.L.; MARTINS, L.R. Effect of cement type, relining procedure and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. **J. Endod.**, v.36, no.9, p.1543-1546, 2010.
- MASTORAS, K. et al. Evaluation of push-out bond strength of two endodontic post systems. **J. Endod.**, v.38, no.4, p.510-514, 2012.
- NAUMANN, M. et al. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. **J. Endod.**, v.38, no.4, p.432-435, 2012.
- OLIVEIRA, A.S. et al. Bonding self-adhesive resin cements to glass fiber posts: to silanate or not silanate? **Int. Endod. J.**, v.44, no.8, p.759-763, 2011.
- POSKUS, L.T. et al. Influence of post pattern and resin cement curing mode on the retention of glass fiber posts. **Int. Endod. J.**, v.43, no.4, p.1306-311, 2010.
- STOCKOTON, L.W. Factors affecting retention of post systems: a literature review. **J. Prosthet. Dent.**, v.81, no.4, p.380-385, 1999.
- WRBAS, K.T. et al. Effect of adhesive resin cements and post surface silanization on the bond strengths of adhesively inserted fiber posts. **J. Endod.**, v.33, no.7, p.840-843, 2007.
- ZICARI, F. et al. Factors affecting the cement-post interface. **Dent. Mater.**, v.28, no.3, p.287-297, 2012.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DA SILANIZAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR

Pesquisador: Márcia Borba

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 16343913.9.0000.5342

Instituição Proponente: Universidade de Passo Fundo/Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 288.468

Data da Relatoria: 29/05/2013

Apresentação do Projeto:

Duas pesquisadoras, uma da Universidade de Passo Fundo (UPF) e outra da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), propõem uma pesquisa em 40 dentes humanos para avaliar a resistência de união entre a dentina radicular e pinos de fibra de vidro. As amostras serão obtidas do banco de dentes da UPF.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com as autoras: "o objetivo do presente estudo é avaliar a resistência de união, através do teste de push out, entre a dentina radicular e pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes tratamentos de superfície e diferentes protocolos de cimentação. As hipóteses testadas são:

H1: o uso do agente silano melhora a resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina radicular;

H2: o tipo de protocolo de cimentação (condicionamento ácido total ou auto-adesivo) não influencia os valores de resistência de união."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não riscos envolvidos, pois a pesquisa utiliza apenas o banco de dentes humanos da UPF.

Endereço: BR 285- Km 171 Campus I - Centro Administrativo

Bairro: Divisão de Pesquisa / São José **CEP:** 99.010-070

UF: RS **Município:** PASSO FUNDO

Telefone: (54)3318-8370

Fax: (54)3318-8798

E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-



Continuação do Parecer: 200-400

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Esta pesquisa é realizada na UPF em parceria com a UFRGS. As pesquisadoras farão procedimentos em 4 grupos de dez dentes do banco de dentes da UPF. A pesquisa se justifica pela possibilidade de obter informações importantes para a saúde humana, especificamente para o tratamento dentário.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Há um termo de comprometimento de utilização de dados assinado pela pesquisadora. O protocolo foi instruído e apresentado de maneira completa e adequada. Os compromissos da pesquisadora e das instituições envolvidas estavam presentes. O projeto foi considerado claro em seus aspectos científicos, metodológicos e éticos.

Recomendações:

Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PASSO FUNDO, 29 de Maio de 2013

Assinador por:
Nadir Antonio Pichler
(Coordenador)

Endereço: BR 285- Km 171 Campus I - Centro Administrativo
Bairro: Divisão de Pesquisa / São José CEP: 99.010-970
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3318-8370 Fax: (54)3318-8798 E-mail: cep@upf.br