

Análisis de la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio sometidos al ensayo mecánico de cizallamiento por extrusión en diferentes protocolos de cementación

Adhesive resistance analysis of glass fiber pins submitted to extrusion mechanical testing of scissors in different cement protocols

Análise de resistência adesiva de pinos de fibra de vidro submetidos a ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão em diferentes protocolos de cimentação

Recibido: 23/02/2022 | Revisado:06/03/2022 | Acepto: 09/03/2022 | Publicado: 17/03/2022

Patrícia Grecco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6589-4278>
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil
E-mail: paty.grecco@hotmail.com

Sérgio Candido Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2570-2167>
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil
E-mail: cdsergiodias@gmail.com

Walace Henry Miranda Coimbra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0007-3931>
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil
E-mail: whcoimbra@hotmail.com

Flávia Pires Neves Pascutti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1499-4440>
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil
E-mail: flaviapiresneves@gmail.com

Aline Batista Gonçalves Franco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8793-0459>
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil
E-mail: alinebgfranco@yahoo.com

Amanda Gonçalves Franco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0983-7539>
Universidade de Itaúna, Brasil
E-mail: amandagfranco38@gmail.com

Geraldo Alberto Pinheiro de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6279-3558>
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil
E-mail: cdgeraldo@yahoo.com.br

Resumen

El objetivo fue evaluar la resistencia al cizallamiento por extrusión y verificar el tipo de falla de postes de fibra de vidrio que han recibido diferentes tratamientos de superficie, y testar el adhesivo multiuso *Single Bond Universal*® (3M ESPE). Métodos: Ochenta incisivos bovinos con tratamiento endodóntico fueran aleatoriamente repartidos en cuatro grupos; Grupo I: los postes recibieron aplicación de silano; Grupo II: ningún tipo de tratamiento; Grupo III: silano y adhesivo; y Grupo IV: solamente adhesivo. Los grupos fueran sometidos a ciclaje térmico por 5.000 ciclos, las raíces seccionadas y sometidas al teste *push out*. Resultados: Con la silanización y la aplicación del adhesivo, la resistencia entre el poste de fibra de vidrio y la dentina ha sido significativamente menor en relación solamente la silanización. La asociación silano-adhesivo causó perjuicio a la unión. Conclusiones: La silanización por si solo es que se constituyó en el tratamiento que mejoró la resistencia unión. Fallas adhesivas fueran las más prevalentes.

Palabras clave: Resistencia al Corte; Pulpa Dental; Pins Dentales.

Abstract

The aim was to evaluate the shear strength by extrusion and check the type of fiberglass pin failure who received different surface treatments to test the *Single Bond Universal*® multi-purpose adhesive (3M ESPE). Eighty bovine incisors with endodontic treatment were randomly divided into four groups. Group I: the pins received application of silane; Group II: no treatment; Group III: Silane and Adhesive; And Group IV: adhesive only. The groups were submitted to thermal cycling for 5,000 cycles, the roots were sectioned and submitted to the push out test. With the silanization and the application of the adhesive, the resistance between the fiberglass pin and the dentin of any of the

root thirds was significantly lower. The silane-adhesive association caused significant damage to the adhesion. Silanization alone constituted the treatment that improved adhesion. Adhesive defects were the most prevalent.

Keywords: Shear Strength; Dental Pulp Cavity; Dental Pins.

Resumo

O objetivo foi avaliar a resistência ao cisalhamento por extrusão e verificar o tipo de falha do pino de fibra de vidro que recebeu diferentes tratamentos superficiais para testar o adesivo multiuso Single Bond Universal® (3M ESPE). Oitenta incisivos bovinos com tratamento endodôntico foram divididos aleatoriamente em quatro grupos. Grupo I: os pinos receberam aplicação de silano; Grupo II: sem tratamento; Grupo III: Silano e Adesivo; E Grupo IV: somente adesivo. Os grupos foram submetidos à ciclagem térmica por 5.000 ciclos, as raízes foram seccionadas e submetidas ao teste de push out. Com a silanização e a aplicação do adesivo, a resistência entre o pino de fibra de vidro e a dentina de qualquer um dos terços radiculares foi significativamente menor. A associação silano-adesivo causou danos significativos à adesão. A silanização sozinha constituiu o tratamento que melhorou a adesão. Defeitos adesivos foram os mais prevalentes.

Palavras-chave: Resistência ao Cisalhamento; Polpa Dentária; Pinos Dentários.

1. Introdução

En los últimos años, hubo un cambio claro en la utilización de los postes de aleación para el uso de los postes de fibra (Jongsma et al., 2010), considerando que la diferencia entre el módulo elástico de la dentina y del poste es una fuente de estrés para las estructuras radiculares.

La introducción de los postes de fibra en la práctica clínica es debida a su biocompatibilidad, a sus propiedades estéticas y mecánicas (Liu et al., 2014). Además, presentan ventajas como: módulo de elasticidad próximo al diente (Choi et al., 2010), aumento de la transmisión de luz a través de la raíz y de la encía (Balbosh et al., 2006), baja conductividad eléctrica, resistencia a la solubilidad y a la corrosión (Sipahi et al., 2014). Encima, ellos son capaces de ser fácilmente removidos del interior del canal radicular en caso de necesidad de retratamiento endodóntico (Mannocci et al., 1999).

Sin embargo, debido a su estructura ser constituida comúnmente de resina epoxi altamente reticulada, los postes de fibra de vidrio necesitan ser tratados superficialmente para mejorar su interacción química con materiales resinosos (Machado et al., 2015). De entre los procedimientos para tratamiento superficial, los más comúnmente encontrados en la literatura son: tratamientos que resultan en ligación química entre un compuesto y el poste (tales que la aplicación de *primers*) (Perdigão et al., 2006; Arcas Leme et al., 2013; Tian et al., 2012); tratamientos que pretenden hacer áspera la superficie (chorreamiento y acondicionamiento) (Sipahi et al., 2014; Schmage et al., 2009; Demiryürek et al., 2009; Balbosh et al., 2006); o la combinación de componentes micro mecánicos y químicos (Pyun et al., 2016; Sultan et al., 2013; Choi et al., 2010).

El uso de cementos resinosos para adherir los postes de fibra de vidrio en canales radiculares es un procedimiento clínico común (Oliveira et al., 2011), e la cementación no adhesiva demostró ser menos confiable para soportar fuerzas funcionales (Naumann et al., 2008). Pero un factor que afecta el suceso del sistema totalmente adhesivo es la adhesión entre el cemento y el poste. El uso de cementos resinosos auto-condicionantes surgió como una evolución técnica para la cementación de postes de fibra de vidrio. Estos cementos poseen monómeros ácidos que desmineralizan la dentina e infiltran en el sustrato del diente, resultando en una adhesión micro mecánica (Helvacioğlu Kıvanç et al., 2013).

No hay disponible en la literatura un protocolo que consista en el mejor y más eficaz sistema adhesivo de entre los muchos disponibles, así que un consenso si el uso o no del silano altera la fuerza de adhesión combinado con el cemento resinoso en la unión de los postes de fibra de vidrio a la dentina intraradicular. Por consiguiente, este estudio tiene como objetivo responder algunos aspectos que pueden ser extremadamente relevantes a la obtención de una capacidad adhesiva suficiente para retener una prótesis unitaria en un remanente radicular tratado endodónticamente.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia al cizallamiento por extrusión entre dentina radicular en tres secciones: tercio cervical, medio y apical y postes de fibra de vidrio Whitepost DC (FGM) en cuatro diferentes protocolos de trabajo, con muestras sometidas a ciclaje térmico, así que la verificación del tipo de falla.

2. Métodos

Fueron utilizados en este experimento ochenta dientes incisivos inferiores bovinos seleccionados de acuerdo a la anatomía, limpios con curetas periodontales, chorro de bicarbonato de sodio y almacenados en suero fisiológico.

La porción coronaria fue removida) junto a la unión amelo-cementaria de tal manera que las raíces quedaran con longitud aproximado de 15mm. Todas las raíces fueron sometidas a tratamiento endodóntico con instrumentación rotatoria utilizando el sistema ProTaper Universal (Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) hasta la lima F5 un milímetro antes del ápice. La obturación fue realizada con conos de gutapercha del propio sistema, como recomendado por el fabricante. El cemento utilizado fue el cemento endodóntico Sealapex (KERR, EUA), un cemento libre de eugenol en su composición.

Dado el tiempo de una semana después de la obturación de los conductos, los mismos fueron preparados para la colocación de los postes. Los postes en la misma medida de la broca fueron seccionados en el tamaño de 14mm. Los mismos adentraran 10mm en el conducto y los 4mm de porción extra radicular simularan condiciones clínicas.

Los dientes fueron aleatoriamente divididos en cuatro grupos con (n=20), según la metodología utilizada por Liu et al, (2014).

Para cementación de los postes fue utilizado cemento RelyX U200 (3M ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil), según las recomendaciones del fabricante. Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo operador.

La variación de la técnica de cementación se dio por diferentes protocolos de trabajo en el tratamiento de la superficie de los pinos de fibra de vidrio, según la descripción que sigue:

Grupo 1: la superficie de los postes fue limpia con alcohol 70°, silanizada con agente silano Prosil (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), aplicado con auxilio de un *microbrush*. Un minuto después la superficie fue seca con chorros de aire, según orientaciones del fabricante y, en seguida, los postes fueron cementados.

Grupo 2: la superficie de los postes fue limpia con alcohol 70° y, en seguida, los postes fueron cementados.

Grupo 3: la superficie de los postes fue limpia con alcohol 70°, silanizada con agente silano Prosil (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), aplicado con auxilio de un *microbrush*, en seguida recibió tratamiento con adhesivo *Single Bond Universal* (3M ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil), según orientaciones del fabricante, y por fin los postes fueron cementados.

Grupo 4: la superficie de los postes fue limpia con alcohol 70°, se realizó la aplicación del adhesivo según recomendaciones del fabricante y, en seguida, los pinos fueron cementados.

Tabla 1 - Materiales utilizados en el estudio.

Material (fabricante)	Lote	Instrucciones de uso
Single Bond Universal (3M ESPE)	557628	Aplicar de 2 a 3 capas. Secar bien mientras y después de las aplicaciones.
Silano Prosil (FGM)	160714	Aplicar una capa fina en la superficie del poste, esperar un minuto y secar con leves chorros de aire.
Whitepost DC (FGM)	30713	Realizar la limpieza del poste con alcohol 70° y secar bien.
RelyX U200 (3M ESPE)	590933	Mezclar la pasta base y la pasta catalizadora por 20 segundos hasta crear una mezcla homogénea.

Fuente: Autoría propia.

Después de la cementación de los postes de fibra de vidrio, todos los especímenes fueran almacenados en humedad 100% (suero fisiológico). Siete días después, los 20 dientes de cada grupo fueran sometidos a ciclos térmicos (5.000 ciclos) con temperatura de 5°C y 55°C inmersos por 30 segundos en cada baño, con 20 segundos de intervalo entre ellos.

Las raíces fueran seccionadas transversalmente (planificación) en el cortador de precisión IsoMet® 1000 (BUEHLER, Binghamton, NY, EUA) con uso de disco diamantado doble cara n° 111190 (BUEHLER, Binghamton, NY, EUA) propio de este equipamiento. La porción apical de las raíces que poseían la obturación endodóntica fue rechazada. El primero 1mm de la porción coronaria también fue rechazado. La porción restante de la raíz fue seccionada transversalmente en tres partes denominadas: porción cervical, porción media y porción apical, cada cual con 1mm de espesura.

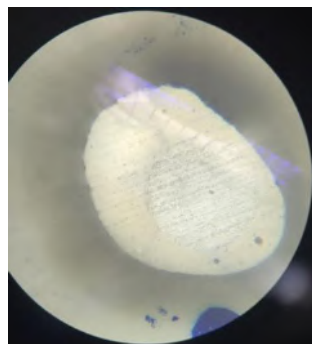
Los 360 especímenes fueran testados en una máquina de ensayo universal computadorizada EMIC DL 500 MF (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil). Un asta metálica de punta activa de 1,0 mm de diámetro, con una célula de carga de 20 Kgf y a una velocidad media de 0,5 mm/min hasta el desplazamiento del poste. Para determinar la resistencia de unión en MPa, los valores de fuerza máxima en Newton (N) fueran divididos por el área de la interface de unión. Para la obtención de los resultados, los valores de las mensuraciones obtenidos con el calibre y la máquina de ensayos universal fueran aplicados en la fórmula que sigue:

$$\text{MPa} = \frac{N}{\pi(R+r) [(R-r)^2+h^2]^{0.5}}$$

Donde π - constante = 3,1416; h = espesura da tajada; R = radio de la porción de mayor diámetro; r = radio de la porción más fina del poste, N= valor en Nétwtones producido por el desplazamiento de la tajada en la máquina de ensayos.

Las muestras fueran examinadas utilizando una lupa estereoscópica con aumento de 40X (LAMBDA LEE 2 n° 005007 – ATTO INSTRUMENTS CO – HONG KONG) para determinar el tipo de falla. Las fallas fueran clasificadas como: adhesiva, cuando la fractura ocurrió en la interface de unión cemento - poste o cemento - dentina; cohesiva cuando la fractura ocurrió dentro de la masa de cemento o en la estructura del poste; y/o mista cuando hubo una asociación de los dos tipos de falla.

Figura 1- Ilustración del análisis del tipo de falla. En este caso, cohesiva del cemento.



Fuente: Autoría propia.

Previamente al análisis, los datos fueron evaluados en relación a la comprobación de los presupuestos de normalidad (teste de Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de variancia (teste de Levene), verificando que ambos fueran violados. Para optimizar la homogeneidad de variancia y obtener normalidad, se aplicó transformación de raíz cuadrada. En seguida, los datos fueron sometidos al análisis de variancia a tres criterios para medidas repetidas. El nivel de significancia adoptado fue de 5%, habiendo sido los cálculos estadísticos conducidos en el programa SPSS 23 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

3. Resultados

La Tabla 2 presenta las medias y las desviaciones típicas de los valores de resistencia al cizallamiento por extrusión entre la dentina intraradicular y postes de fibra de vidrio, sometidos o no a la silanización y la aplicación de adhesivo.

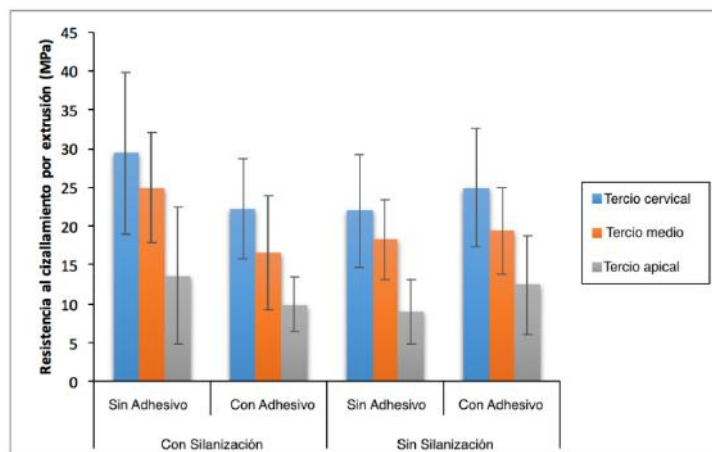
Tabla 2 - Medias y las desviaciones estándar de los valores de resistencia al cizallamiento por extrusión (MPa), en acuerdo al tratamiento del poste de fibra de vidrio y el tercio radicular.

Poste de fibra de vidrio	Adhesivo	Tercio	Resistencia al cizallamiento por extrusión.
Silanizado	No aplicado	Cervical	29,42 (10,37)
		Medio	24,96 (7,13)
		Apical	13,65 (8,89)
	Aplicado	Cervical	22,20 (6,45)
		Medio	16,62 (7,28)
		Apical	9,95 (3,51)
No silanizado	No aplicado	Cervical	21,98 (7,18)
		Medio	18,31 (5,12)
		Apical	8,99 (4,10)
	Aplicado	Cervical	24,90 (7,61)
		Medio	19,44 (5,62)
		Apical	12,48 (6,35)

Fuente: Autoría propia.

El análisis de variancia a tres criterios para medidas repetidas, aplicado a los datos transformados por la función raíz cuadrada, demostró que no hubo interacción significativa entre los tres factores en estudio *Silanización*, *Aplicación de Adhesivo* y *Tercio radicular* ($p = 0,946$), de poder de teste de 46,5%. Hubo efecto significativo de las interacciones dobles *Silanización – Aplicación de adhesivo* ($p = 0,002$) y *Aplicación de adhesivo – Tercio radicular* ($p = 0,035$). Ya la interacción de los factores *Silanización e Tercio radicular* no fue significativa ($p = 0,590$). Gráfico 1 ilustra esos resultados.

Gráfico 1 - Diagrama de columnas de los valores de resistencia al cizallamiento por extrusión (MPa), en acuerdo al tratamiento del poste de fibra de vidrio y el tercio radicular.



Fuente: Autoría propia.

Por el teste de Tukey, se constató que con la silanización y la aplicación del adhesivo (Grupo 3), la resistencia entre el poste de fibra de vidrio y la dentina, de cualquier de los tercios radiculares, fue significativamente menor en relación a la condición en que hubo solamente la silanización (Grupo 1). En todos los tercios radiculares, en la ausencia de silano, la utilización del adhesivo (Grupo 4) no proporcionó valores significativamente más elevados cuando comparados al grupo en el cual no hubo aplicación de silano ni de adhesivo (Grupo 2). Cuando el adhesivo fue empleado en el poste de fibra de vidrio (Grupo 4), su resistencia a la dentina no fue significativamente afectada por el facto de haber sido o no efectuada la silanización previa (Grupo 3). En el grupo en que no se utilizó el adhesivo (Grupo 2), la resistencia fue significativamente mayor cuando se realizó la silanización (Grupo 1). Se deduce, entonces, que la asociación silano-adhesivo causó perjuicio a la resistencia al cizallamiento por extrusión. La silanización por si solo es que se constituyó en el tratamiento que mejoró la resistencia del poste de fibra de vidrio a la dentina intraradicular (Tabla 3).

Tabla 3 - Medias y desviaciones estándar de los valores de resistencia al cizallamiento por extrusión (MPa), en acuerdo a la aplicación o no de silano y adhesivo en el poste de fibra de vidrio, independientemente del tercio radicular.

Poste de fibra de vidrio	Adhesivo	
	No aplicado	Aplicado
Silanizado	23,39 (10,79)	16,73 (7,76) Aa
No silanizado	17,87 (8,07) Aa	18,94 (8,25) Aa

Leyenda: Medias seguidas por letras mayúsculas distintas difieren estadísticamente entre sí (dentro de cada línea). Medias seguidas por letras minúsculas distintas indican diferencia estadísticamente significativa dentro de cada columna. Fuente: Autoría propia.

El teste de Tukey también indicó que se aplicando o no el adhesivo en el poste de fibra de vidrio, los valores de resistencia al cizallamiento del poste de fibra de vidrio fueran significativamente más elevados en el tercio cervical, mientras que en el tercio apical se observó menores. Ya en el tercio medio, los valores fueran intermediarios, siendo significativamente menores que en el tercio cervical, pero mayores que en la región apical. En el tercio medio, la resistencia del poste de fibra de vidrio a la dentina intraradicular fue significativamente peor con el uso del adhesivo, independientemente de haber sido realizado o no la silanización previa. Ya los tercio cervical y apical, la resistencia al cizallamiento por extrusión no fue significativamente afectada por el empleo o no del adhesivo, haya sido precedido o no por la silanización. En suma, en la dependencia del tercio radicular, la aplicación del adhesivo resultó en perjuicio a la resistencia al cizallamiento por extrusión del poste de fibra de vidrio (Tabla 4).

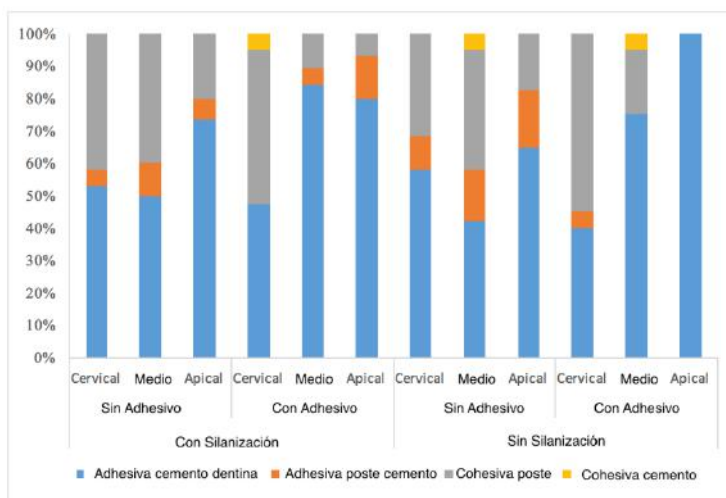
Tabla 4 - Medias y desviaciones estándar de los valores de resistencia al cizallamiento por extrusión (MPa), en acuerdo a la aplicación o no de adhesivo en el poste de fibra de vidrio y el tercio radicular, independientemente de la silanización.

Tercio radicular	Adhesivo	
	No aplicado	Aplicado
Cervical	25,70 (9,57) Aa	23,58 (7,11) Aa
Medio	21,72 (7,01) Ba	18,07 (6,55) Bb
Apical	11,18 (7,07) Ca	11,39 (5,41) Ca

Leyenda: Medias seguidas por letras mayúsculas distintas difieren estadísticamente entre sí (dentro de cada columna). Medias seguidas por letras minúsculas distintas indican diferencia estadísticamente significativa dentro de cada línea. Fuente: Autoría propia.

Fallas adhesivas entre cemento y dentina fueran observadas en 40% a 100% de las tajadas de dentina radicular obtenidas en este estudio, siendo el tipo de falla más prevalente (gráfico 2), excepto en el tercio cervical del grupo en que hubo silanización y aplicación de adhesivo, condición en que rupturas adhesivas entre cemento y poste y del tipo cohesiva en poste se presentaran en proporciones equivalentes (47%). Fallas adhesivas entre cemento y poste también no fueran las más prevalentes en el tercio cervical del grupo sometido a la aplicación de adhesivo sin previa silanización. En este grupo el tipo de rupturas predominantes fue la cohesiva el poste, ocurrido en la taja de 55%.

Gráfico 2 - Diagrama de columnas de la proporción de los tipos de falla observadas en se considerando el tratamiento del poste de fibra de vidrio y el tercio radicular.



Fuente: Autoría propia.

La única condición en que no ocurrió ninguna falla cohesiva del poste fue en el tercio apical del grupo que recibió adhesivo sin aplicación de silano. Rupturas adhesivas entre el poste y el cemento fueron observadas con mayor frecuencia en los grupos cuyos postes de fibra de vidrio se quedaron exentos de silano y adhesivo (gráfico 2). Fallas del tipo cohesiva en cemento fueron las menos prevalentes, habiendo sido constadas solamente en el tercio cervical del grupo cuyo poste de fibra de vidrio fue silanizado y recibió adhesivo, en el grupo sin silanización y sin adhesivo (solamente en el tercio medio) y en el grupo con adhesivo y sin aplicación previa de silano (solamente en el tercio medio).

4. Discusión

En el presente estudio la asociación silano-adhesivo causó perjuicio significativo a la resistencia al cizallamiento por extrusión. La silanización por sí sola constituyó en el tratamiento que mejoró la resistencia al cizallamiento por extrusión del poste de fibra de vidrio a la dentina intraradicular. En oposición a los resultados del presente estudio, Machado et al, (2015) encontró mejora en la retención de postes cuando silano y adhesivo resinoso fueran combinados como pretratamiento químico de superficie para postes de fibra de vidrio. Eso puede ser explicado por el modo como la matriz orgánica del cemento se copolimeriza con el grupo metacrilato del silano, aumentando las fuerzas de ligación (Oliveira et al., 2011).

Muchos autores han estudiado el efecto de silanización en relación a la fuerza de unión entre los postes de fibra de vidrio y la dentina radicular, reportando mejora en la fuerza e adhesión entre ellos (Jongsma et al., 2010; Poskus et al., 2015). Sultan et al, (2013) observaron una mejora en la fuerza de retención de los postes considerando la asociación de retención química y mecánica, una vez que el chorreamiento presenta mayor superficie de matriz resinosa, aumentando el área de ligación de ella con el silano. Según Arcas Leme et al, (2013) el uso del silano favoreció la adhesión de los postes de fibra y la asociación con un sistema adhesivo no interfirió en los resultados. Ya postes de fibra silanizados y con posterior tratamiento térmico (80°C) con soplador de aire caliente puede ser benéfico al uso clínico (Pyun et al., 2016). Ya en el presente estudio, el uso del silano fue eficaz en el tratamiento de la superficie de los postes de fibra de vidrio.

Para Perdigião et al, (2006) el uso del silano como tratamiento de superficie no resultó en ninguna mejora en la fuerza de unión entre poste y cemento resinoso. Lo mismo resultado fue encontrado para las buscas realizadas por Liu et al, (2014); Sahinkesen et al, (2011), Oliveira et al, (2011) e Tian et al, (2012). Estos resultados contradicen los resultados encontrados en

ese estudio. Para Choi et al, (2010) esto puede ser explicado por la microestructura y composición de los postes que fueran utilizados, postes compuestos por fibras añadidas por una matriz epoxi, que no presentan los grupos funcionales hidroxilos (-OH) para reaccionar por ligaciones covalentes con las moléculas de silano.

Algunos autores (Helvacioğlu Kıvanç et al, 2013; Giachetti et al, 2009; Ohlmann et al, 2008) encontraran valores más altos de resistencia a la tracción de los postes de fibra de vidrio tratados con el sistema adhesivo ExciTE (DSC Ivoclar Vivadent), resultados contradictorios a este estudio. Helvacioğlu Kıvanç et al, (2013) atribuyeron este resultado a la formación de ligaciones químicas estables entre el sistema adhesivo y el cemento resinoso utilizado.

El tratamiento de la dentina radicular también interfiere en la fuerza de adhesión de los postes de fibra de vidrio. Demiryürek et al, (2009) afirmaran que la remoción total de la *smear layer* resultante del tratamiento de la superficie dentaria con ácidos no provocó aumento de la adhesión.

El ambiente del canal radicular es desfavorable para cementación adhesiva debido a su alto factor -C lo que resulta en alto grado de estrés de contracción de polimerización. También hay una preocupación acerca de la limitación de la polimerización por la luz en niveles más profundos, además de la dificultad con el control de la humedad, incluso después de los procesos de secamiento. Factores estos que pueden inhibir el cemento resinoso hidrofóbico de esparcirse sobre la dentina radicular. Esas situaciones abordadas pueden explicar el mayor número de fallas adhesivas encontrado en los tercios apical de todos los grupos en el presente estudio, lo que coincide con los resultados encontrados por Chang et al, (2013). Estos autores encontraran un aumento en las fallas adhesivas del tercio cervical para el apical y una disminución de las fallas cohesivas en el mismo sentido.

Así que en el trabajo de Mazzitelli et al, (2012), se observó en el presente estudio que el mayor número de fallas fue la adhesiva entre cemento y dentina. Se infiere entonces que el cemento falló más en su adhesión al sustrato dental que los postes al cemento independiente del tratamiento que recibieron.

La segunda falla más prevalente fue la cohesiva del poste, seguida por la adhesiva poste-cemento. Y, se consideramos solamente las fallas entre poste de fibra de vidrio y el cemento, estas fueran más comunes en el grupo dónde no se usó ni silano ni adhesivo. Entonces cualquier tratamiento empleado al poste resultó en una mayor fuerza de adhesión de este con el cemento. En los grupos en que el silano fue utilizado, independiente del uso del adhesivo, se observó un mayor número de fallas adhesivas entre el poste/cemento que en el grupo en que los postes recibieron tratamiento solamente con adhesivo. Entonces se consideramos el análisis del modo de falla el tratamiento solamente con el adhesivo *Single Bond Universal* constituyó en el tratamiento más eficiente.

Un análisis en microscopia electrónica de barradura reveló que, aunque los agentes químicos aplicados en los postes de fibra de quatzo remuevan la matriz de resina epoxi, no produjeran cualquier efecto nocivo sobre las fibras (Kulunk et al., 2012). Ya otro estudio verificó que, independiente del tratamiento de superficie al cual los postes son sometidos, no hay perjuicio a las propiedades flexurales de ellos (Elnaghy et al., 2016).

En relación al chorreamiento de la superficie de los postes con partículas de alúmina, se acepta que resulta en mayor rugosidad superficial y superficie de área expuesta (Kurt et al, 2012). Así, expone la matriz aglutinante de los postes y mejora la mojabilidad entre los agentes de ligación y el cemento resinoso, mejorando su fuerza de adhesión (Schmage et al., 2009; Zicari et al., 2012; Kurt et al., 2012; Liu et al., 2014; Sipahi et al., 2014).

ISO TR 11450 relata que 500 ciclos térmicos en agua (5°C e 55°C) son un método apropiado para testar la estabilidad térmica de un material dentario. Tales alteraciones son semejantes a las encontradas en un ambiente intra-oral. Además, el envejecimiento térmico de 5000 ciclos corresponde a seis meses de envejecimiento clínico (Karaokutan et al., 2015). Este principio fue aplicado en esta pesquisa.

Los niveles aceptables de retención observados en el presente estudio después del envejecimiento artificial pueden ser todavía más prometedores en condiciones clínicas.

5. Conclusión

De entre los protocolos propuestos, la asociación silano-adhesivo causó perjuicio significativo a la resistencia al cizallamiento por extrusión. La silanización por si solo es que se constituyó en el tratamiento que mejoró la resistencia al cizallamiento del poste de fibra de vidrio a la dentina intraradicular.

En relación al tercio radicular, la aplicación del adhesivo resultó en perjuicio a la resistencia al cizallamiento por extrusión del poste de fibra de vidrio.

Fallas adhesivas entre cemento y dentina fueran las más prevalentes.

Referencias

- Arcas, L. A., et al. (2013). Effects of silane application on luting fiber posts using self-adhesive resin cement. *Journal of Adhesive Dentistry*, 15(3),2.69-74.
- Balbosh, A. & Kern, M. (2006). Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95(3),218-223.
- Chang, H. S., et al. (2013). Push-out bond strengths of fiber-reinforced composite posts with various resin cements according to the root level. *The journal of advanced prosthodontics*,5(3),278-286.
- Choi, Y., et al. (2010). The effect of surface treatment of fiber-reinforced posts on adhesion of a resin-based luting agent. *The Journal of prosthetic dentistry*, 103(6),362-368.
- Elnaghy, A. M. & Elsaka, S. E. (2016). Effect of surface treatments on the flexural properties and adhesion of glass fiber-reinforced composite post to self-adhesive luting agent and radicular dentin. *Odontology*, 104(1),60-67.
- Giachetti, L., et al. (2009). Translucent fiber post cementation using light-and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: push-out test. *Journal of dentistry*, 37(8),638-642.
- Helvacioğlu, K. B., et al. (2013). The effect of different adhesive system applications on push-out bond strengths of glass fiber posts. *The journal of advanced prosthodontics*, 5(3),305-311.
- Iso, T. (1994). Dental materials - Guidance on testing of adhesion to tooth structure. *International Organization for Standardization*, Switzerland, Genf.
- Jongsma, L.A., et al. (2010). Influence of surface pretreatment of fiber posts on cement delamination. *Dental materials*, 26(9),901-907.
- Karaokutan, I., et al. (2015). In vitro study of fracture strength of provisional crown materials. *The journal of advanced prosthodontics*, 7(1),27-31.
- Kulunk, S., et al. (2012). Effects of different surface pre-treatments on the bond strength of adhesive resin cement to quartz fiber post. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(6),547-554.
- Kurt, M., et al. (2012). Effects of different surface treatments on the bond strength of glass fiber-reinforced composite root canal posts to composite core material. *Journal of Dental Sciences*, 7(1),20-25.
- Liu, C., et al. (2014). The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *International journal of oral science*, 6(1),56-60.
- Machado, F. W., et al. (2015). Application of Resin Adhesive on the Surface of a Silanized Glass Fiber-reinforced Post and Its Effect on the Retention to Root Dentin. *Journal of endodontics*, 41(1),106-110.
- Mannocii, F., et al. (1999). Confocal and scanning electron microscopic study of teeth restored with fiber posts, metal posts, and composite resins. *Journal of endodontics*, 25(12),789-794.
- Mazzitelli, C., et al. (2012). Effect of thermal cycling on the bond strength of self-adhesive cements to fiber posts. *Clinical oral investigations*, 16(3),909-915.
- Naumann, M., et al. (2008). Is adhesive cementation of endodontic posts necessary?. *Journal of Endodontics*, 34(8),1006-1010.
- Ohlmann, B., et al. (2008). The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts. *Journal of dentistry*, 36(1),87-92.
- Oliveira, A. S., et al. (2011). Bonding self-adhesive resin cements to glass fibre posts: to silanate or not silanate?. *International endodontic journal*, 44(8),759-763.
- Perdigão, J., et al (2006). The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dental Materials*, 22(8),752-758.
- Poskus, L. T., et al. (2015). Effects of different surface treatments on bond strength of an indirect composite to bovine dentin. *Indian Journal of Dental*

Research, 26(3),289.

Pyun, J. H., et al. (2016). Effects of hydrogen peroxide pretreatment and heat activation of silane on the shear bond strength of fiber-reinforced composite posts to resin cement. *The journal of advanced prosthodontics*, 8(2),94-100.

Sahinkesen, G., et al. (2011). The effect of post surface silanization and luting agents on the push-out bond strengths of adhesively inserted fiber reinforced posts. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 31(4),265-270.

Schmage, P., et al. (2009). Effect of surface conditioning on the retentive bond strengths of fiberreinforced composite posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(6),368-377.

Sipahi, C., et al. (2014). Adhesion between glass fiber posts and resin cement: evaluation of bond strength after various pre-treatments. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(7),509-515.

Sultan, S. E., et al. (2013). Effect of different surface treatments of luted fiber posts on push out bond strength to root dentin. *Tanta Dental Journal*, 10(3),116-122.

Tian, Y., et al. (2012). Failure of fiber posts after cementation with different adhesives with or without silanization investigated by pullout tests and scanning electron microscopy. *Journal of endodontics*, 38(9),1279-1282.

Zicari, F., et al. (2012). Factors affecting the cement–post interface. *Dental Materials*, 28(3),287-297.