

Trabajos Originales:

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS EXPERIMENTOS MECANICOS DE CIZALLAMIENTO Y MICROCIZALLAMIENTO*Recibido para arbitraje : 18/06/2007**Aceptado para publicación: 12/11/2007*

- **Prof. Dr. Robinsom Viéguas Montenegro** (Profesor Doctor de Facultad Nova Esperança, Paraíba, Brasil)
- **Prof^a. Roseanne da Cunha Uchôa** (Master - Facultad de Odontología de Pernambuco, Universidad de Pernambuco, Profesora Asistent del Universidad Federal de Paraíba - Brasil)
- **Sheila Cristhinne Lira Montenegro** (Cirurgiã-Dentista del Universidad Federal de Paraíba - Brasil)
- **Prof^a Dr^a. Arine Lira** (Profesor Adjunta de Facultad de Odontología de Pernambuco, Brasil)
- **Prof. Dr. Marcus Japiassú** (Profesor Adjunta de Facultad de Odontología de Pernambuco, Brasil)
- **Prof^a Dr^a Márcia Fonseca da Silveira** (Profesor Adjunta de Facultad de Odontología de Pernambuco, Brasil)
- **Prof^o Ângelo Brito Pereira de Melo** (Master - Facultad de Odontología de Pernambuco, Universidad de Pernambuco, Profesora Asistent del Universidad Federal de Paraíba - Brasil)

Endereço para correspondência: Roseanne da Cunha Uchôa

roseanne.uchoa@terra.com.br Rua Miguel Bastos Lisboa, nº 77, Miramar, João Pessoa - PB, Brasil, cep 58043-280 + (55) 83. 3244.4304

RESUMEN

Esta investigación analizó comparativamente los ensayos mecánicos de cizallamiento y microcizallamiento, a través de una evaluación de resistencia de unión dentina-compósito, utilizando dos técnicas de unión (autocondicionante y condicionamiento ácido total). Las coronas de cuarenta incisivos de bovinos fueron incluidas em tubos de PVC con resina acrílica. Las caras vestibulares fueron desgastadas hasta la exposición de tejido dentinario con hojas de lijar de carburo de silicio. Para la técnica de cizallamiento se delimito un área de 4mm de diámetro donde fue aplicado el sistema adhesivo de acuerdo con instrucciones del fabricante. Un cilindro de compósito restaurador (Filtek Z250 - 3M ESPE) de 4mm de diámetro y altura de 5mm fue construido en el área. Las muestras para el microcizallamiento fueron confeccionadas utilizando tubos de Tygon con diámetro interno de 0,7 mm y altura de 0,5mm en los cuales el mismo compósito restaurador fue colocado. La carga para ambos experimentos fue realizada a una velocidad de 1.0mm/min con alambre de ortodoncia de 0,3mm de diámetro. Los resultados muestran que para el experimento de cizallamiento el Adper Single Bond presentó valores estadísticamente superiores AL Clearfil SE Bond ($p = 0,037$). Para el microcizallamiento no hubo diferencias estadísticas ($p = 0,780$). Los cuerpos de prueba fueron sometidos al análisis de microscopía electrónica de barrido para clasificar el tipo de fractura. En el experimento de cizallamiento, existieron fallas adhesivas, cohesivas y mixtas en dentina para los dos sistemas adhesivos. En el experimento de microcizallamiento, se observó alta prevalencia de fallas adhesivas. Los resultados permitieron concluir que el microcizallamiento se mostró más apropiado para evaluar la resistencia de la unión adhesiva en la interfase compósito/dentina.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate comparatively the methodology of micro-shear and shear bond strength using the two available bonding strategies self etching and total etching techniques. Forty bovine incisors were cut and embedded in PVC tubes with acrylic resin. The buccal surfaces were flattened and exposed with SiC paper. For the shear bond strength test, an area of 4mm in diameter was delimited and the adhesive systems were applied according to the manufacturer's instructions. A composite cylinder (Filtek-Z250 - 3M ESPE) of 4mm diameter and 5mm height were built in the area. The samples for micro-shear were made use of Tygon tubes with 0,7mm in internal diameter in 0,5mm height, using the same composite. Loading were carried out at crosshead speed of 1,0mm/min using an orthodontic wire loop of 0,3mm diameter. The results showed that for shear test the Adper Single Bond presented higher values with statistical significance to Clearfil SE Bond ($p=0,037$). For the micro-shear test statistical difference

was not observed ($p=0,780$). The samples were submitted to SEM for a fracture pattern classification. For the shear bond test were observed adhesive and dentin cohesive failures for both adhesive systems. For micro-shear bond test were observed a high prevalence of adhesive failures. According to the results it was possible to conclude that micro-shear bond test was more appropriated to evaluate the resistance of bond strength in interface composite/dentin.

PALABRAS CLAVE: Resistencia al cizallamiento; Adhesivos Dentinarios; Estudio Comparativo

CLINICAL RELEVANCE STATEMENT

Las investigaciones que evalúan la resistencia de unión de los sistemas adhesivos utilizan diferentes metodologías en experimentos mecánicos, donde todavía no se ha establecido el método más apropiado. Importante, esta investigación evaluó, entre dos experimentos mecánicos, el más apropiado para experiencias de resistencia de unión dentina-compuesto.

INTRODUCCIÓN

La obtención de una unión estable y durable entre los materiales restauradores y la estructura dentaria es fundamental para una mayor durabilidad de los procedimientos restauradores. De esta forma, en busca de un material restaurador perfecto, los fabricantes invierten en la evolución tecnológica, generando una constante introducción de nuevos productos en el mercado odontológico.

La evaluación de laboratorio de sistemas adhesivos es importante para un análisis previo del material estudiado, para que, en un corto espacio de tiempo, los fabricantes puedan evaluar sus materiales, corregir deficiencias e implementar mejoras, partiendo, entonces para un estudio clínico, mucho más honeroso y extenso en lo que se refiere al tiempo. Las experiencias de laboratorio producen un importante parámetro de análisis, una vez que, si un material presenta un eficiente desempeño in vitro, probablemente, resultará en una mejor performance clínica (1).

Para evaluación de la unión de sistemas adhesivos a la estructura dentaria, los experimentos mecánicos se fundamentan en la aplicación de fuerzas de desplazamiento sobre la unión, con la intención de simular los mismos esfuerzos sufridos por la restauración durante su función en el medio bucal. Entretanto, las fuerzas y tensiones ejercidas sobre una restauración colocada en un individuo, y que sea sometida a esfuerzos masticatorios, son de una naturaleza compleja, por tanto ninguno de estos experimentos simula adecuadamente las fuerzas intrabucales (2).

La ISO (International Organization for Standardization) creó una norma con el objetivo de estandarizar los experimentos de Resistencia del área de unión a la estructura dental, incluyendo los experimentos de cizallamiento (3). A pesar de esto, lo que se encuentra en la literatura es una heterogeneidad en los experimentos de adhesión a la estructura dental.

El experimento de cizallamiento es uno de los más simples y ampliamente utilizado. En este experimento, la unión es rota por una fuerza aplicada paralelamente a la interfase adhesiva. Para la realización de este ensayo, especímenes en forma de cilindro con diámetro de 3 a 4 mm son unidos a un sustrato plano por medio de un adhesivo, para entonces ser aplicada una carga a través de un haste metálico, un pedazo de alambre de acero o matriz de acero acoplada a una máquina de ensayo universal, induciendo el rompimiento de la unión a través de una tensión de cizallamiento (4).

Concluyendo los experimentos de cizallamiento inducen a la unión a fallar en un plano determinado por el ensayo y no por las propias características de la interfase adhesiva, o sea, la fractura se inicia en el punto donde el vástago aplica una fuerza, por tanto la fractura no siempre ocurre en el punto más frágil, mas si en los defectos introducidos en la interfase diente/restauración durante el preparo de la muestra. Todavía presenta varias limitaciones de estandarización, pues dispone de diferentes formas de las puntas aplicadoras de tensión, además de que ocurra posiblemente variación en la distancia de las mismas en relación a la base del material. Cuanto mayor esta distancia, menor será la resistencia al cizallamiento en la interfase analizada. De esta forma, este experimento presenta imperfecciones en su mecanismo.

El experimento de microcizallamiento emplea la misma configuración del cizallamiento convencional, mas, se trabaja con áreas reducidas de adhesión (5). La relación entre área de unión y respectivo valor de resistencia adhesiva también se aplica al experimento de microcizallamiento, o sea, los valores aparentes de resistencia del área de unión tienden a ser mayores que los observados en los experimentos convencionales que emplean áreas adhesivas mayores. Entonces, la reducción del área adhesiva no modifica la producción de tensiones en menor magnitud, lo que generará un menor número de fracturas cohesivas de sustrato.

El experimento de microcizallamiento utiliza área de dentina o esmalte en el cual son adheridos cilindros de materiales odontológicos con dimensiones de 1mm de diámetro aproximadamente. La célula de carga es alineada paralelamente a la interfase adhesiva para que ocurra una aplicación de la fuerza lo más próximo de esta unión, asegurando una correcta orientación de las fuerzas de cizallamiento.

El objetivo de esta investigación fue analizar comparativamente la metodología del ensayo de la unión dentina/compuesto a

través del cizallamiento y microcizallamiento utilizando dos estrategias de unión.

MATERIALES Y MÉTODO

Los dos sistemas adhesivos y resina compuesta utilizados en esta investigación están detallados en la tabla 1.



Figura 1: Cinta matriz para confección de los cilindros de resina

Se utilizaron cuarenta incisivos mandibulares de bovinos, cuyas raíces fueron seccionadas en sentido perpendicular al eje largo del diente, con disco de diamante (KG Sorensen). Las coronas seccionadas fueron fijadas en cilindros de PVC con 3cm de altura y 2,5cm de diámetro, con auxilio de resina acrílica, de tal forma que permanezcan con la cara vestibular expuesta. Los dientes fueron desgastados, con el auxilio de una matriz metálica utilizando lijas de carburo de silicio (nos 100 y 320) hasta la eliminación de todo el esmalte obteniéndose la superficie deseada.

Las muestras fueron divididas aleatoriamente en cuatro grupos a seguir:

Grupo 1 - aplicación del sistema adhesivo Adper Single Bond (3M ESPE) y cilindro de resina confeccionado con Filtek Z250 (3M ESPE), muestra sometida al experimento de resistencia de unión al cizallamiento;

Grupo 2- Aplicación del sistema adhesivo Clearfil SE Bond (kuraray) y cilindro de resina confeccionado con Filtek Z250 (3M ESPE), muestra sometida al experimento de resistencia de unión al cizallamiento.

Grupo 3 - aplicación del sistema adhesivo Adper Single Bond (3M ESPE) y cilindro de resina confeccionado con Filtek Z250 (3M ESPE), muestra sometida al experimento de resistencia de unión al microcizallamiento;

Grupo 4 - aplicación del sistema adhesivo Clearfil SE Bond (kuraray) y cilindro de resina confeccionado con Filtek Z250 (3M ESPE), muestra sometida al experimento de resistencia de unión al microcizallamiento.

Cizallamiento

En este experimento, las muestras fueron confeccionadas utilizándose una hoja de papel contacto con un orificio central de 4mm de diámetro (ISO; TS 11405:2003) que coincida con la porción más al centro de la dentina, y, a seguir, se aplicó el sistema adhesivo de acuerdo con el grupo y el protocolo de los fabricantes.

Para el sistema adhesivo Adper Single Bond, las superficies fueron acondicionadas con el gel de ácido fosfórico a 37% por 15 seg., lavadas por 15 seg y secas con papeles absorbentes estériles. A seguir, fueron aplicadas dos capas del sistema

adhesivo, dejando en reposo por 20 segundos, y polimerizados por 10seg de acuerdo con instrucciones del fabricante.

Para el sistema adhesivo Clearfil SE Bond (kurakay), el primer fue puesto sobre la superficie de dentina, dejando el mismo actuar por 20 segundos. Se aplico un chorro de aire suave por 5 segundos, con el fin de retirar el exceso del primer y permitir la volatilización del disolvente. A seguir, se aplica el Bond, se procede a la polimerización por 10 segundos (como recomendado por el fabricante).

Durante la realización del experimento, el aparato de fotopolimerización presentó una intensidad de luz de mínimo 500mW/cm² y como máximo 600 mW/cm², (con media de 500 mW/cm²) recomendable para la polimerización de resinas compuestas activadas por luz halógena (7).

Colocar una cinta matriz de metal, con un orificio central de 4 mm de diámetro y 5 mm de altura, sobre el cilindro de PVC, de forma que coincida el orificio de la cinta matriz con el del papel contacto, entonces, a través de la técnica incremental, ejecutar la inserción total con el compuesto Z250 de color A1 (3M ESPE) y se polimeriza por 20 seg., seguido del acondicionamiento de los espécimen en agua destilada a (37 ±/2) C por 24 horas, antes del ensayo de cizallamiento (ISO; TS 11405: 2003)

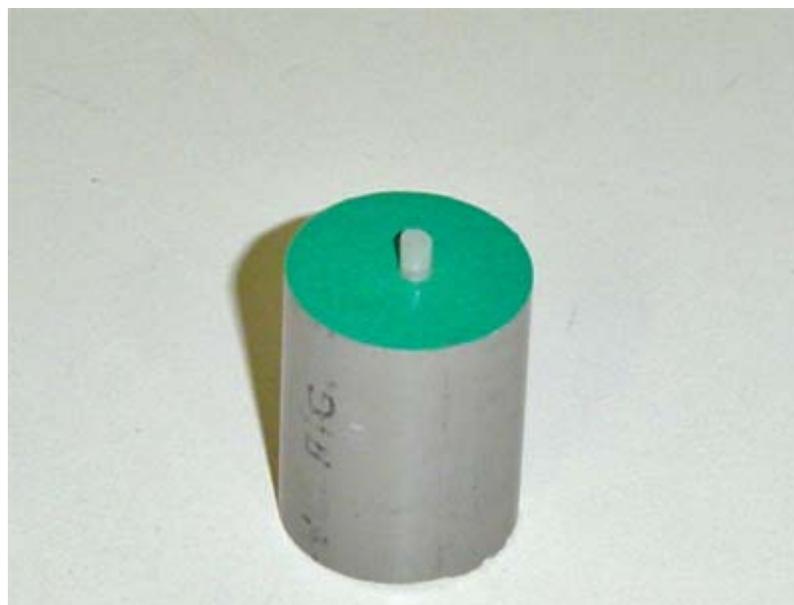


Figura 2: Cilindro de compuesto posicionado en el cuerpo de la prueba

Con esta cinta matriz fue posible obtenerse cilindros de resina compuesta con altura y diámetro pré-determinados y la estandarización de un ángulo de 90°, con la superficie (Figura 2)

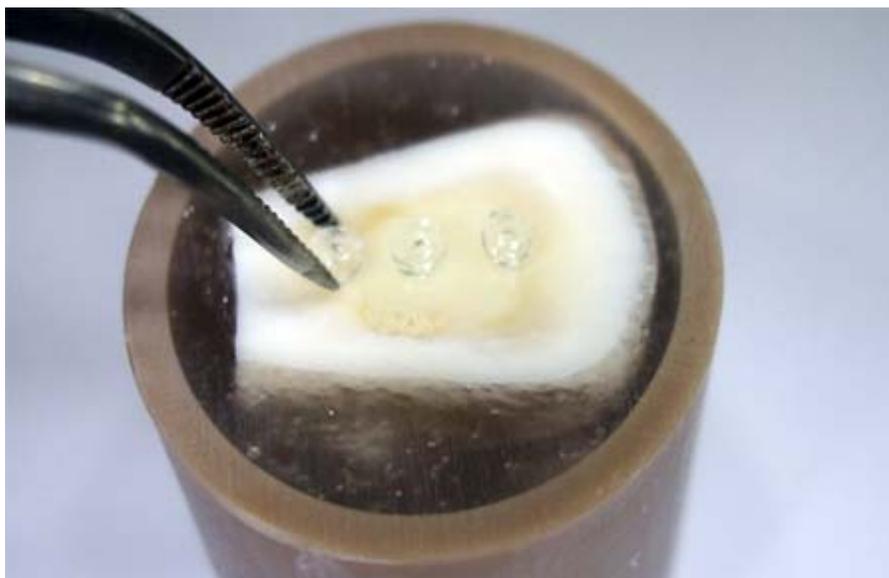


Figura 3: Tubos de tygon posicionados

Microcizallamiento

Para la confección de las muestras de micro-cizallamiento, fueron preparadas cintas matrices para ejecutar los cilindros de resina compuesta, utilizando tubos de tygon de 0,7mm de diámetro y 0,5 mmde altura. Después de limpiar el diente, fue aplicado el sistema adhesivo, adaptadas tres cintas matrices de tygon, siendo entonces el sistema adhesivo fotopolimerizado por 10 segundos (figura 3).

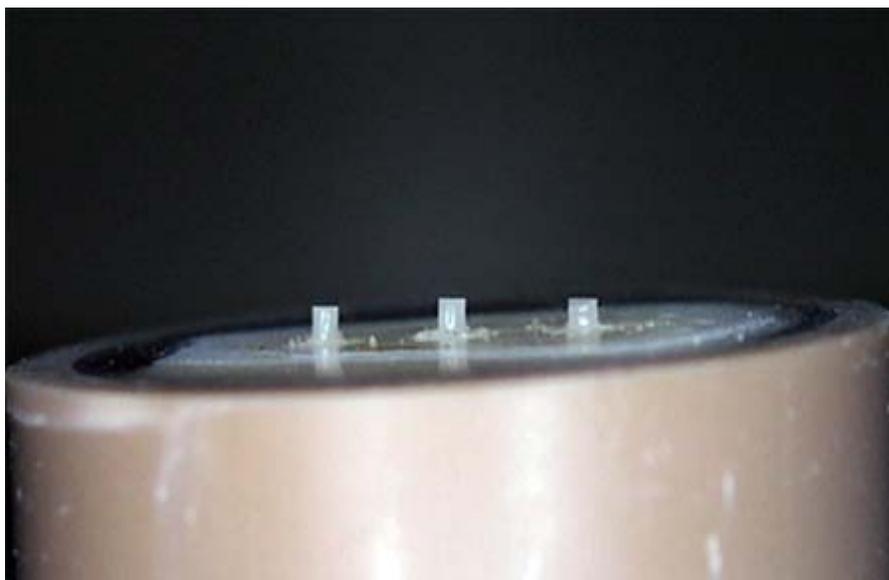


Figura 4: Cuerpos de prueba finalizados

Se insertó resina compuesta en las cintas matrices de tygon, en capa única, fotopolimerizando por 20 segundos. Después de

una hora, las matrices de tygon fueron removidas con el auxilio de un bisturí no 15, obteniendo los cuerpos de prueba que quedaron inmersos en agua destilada, durante 24 horas, en estufa a 37oC (8; 9; 10) (Figura 4)

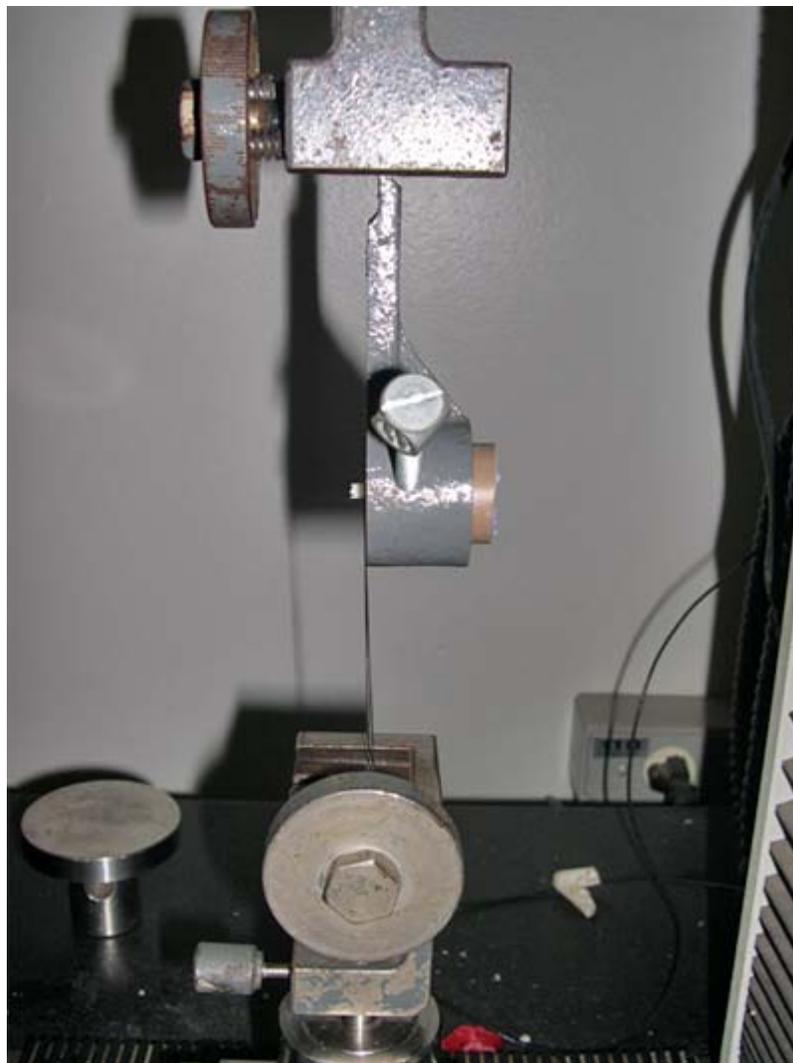


Figura 5 - Muestra posicionada en la máquina de ensayo universal Instron

Prueba de resistencia del área de unión

Para el ensayo de cizallamiento, los cilindros de PVC fueron posicionados en la máquina de ensayo universal Instron 4411, con el auxilio de un dispositivo fijado en la base de la mesa metálica del aparato, de forma que el eje largo estuviese paralelo al suelo (figura 5).

Estadística	Grupo		Valor de p	Grupo		Valor de p
	I	III		II	IV	
Media	16,12	13,77	p(1) = 0,037*	22,44	21,92	p(2) = 0,780
Mediana	16,88	14,31		21,06	20,34	
Desvío padrón	3,48	2,30		3,69	6,13	
C. de variación	21,57%	16,47%		16,69%	27,98%	
Mínimo	6,34	9,22		17,75	14,91	
Máximo	22,18	16,65		31,19	36,88	

Tabla 1 - Media, mediana, desvío padrón de la variable y coeficiente de variación según el grupo

(*) - Asociación significativa al nivel de 5,0%

(1) A través de la prueba t-Student con variaciones iguales para comparación entre los grupos 1 y 3.

(2) A través de la prueba t-Student con variaciones iguales para comparación entre los grupos 2 y 3.

En el brazo articulado fue posicionada una garra conteniendo el hilo ortodóntico de 0,3 mm. Antes de realizar el experimento, se laza la muestra, posicionandola lo más próximo de la base, formando un ángulo de 90° con el cilindro de resina. Después de este protocolo, el sistema será activado a una velocidad de 1,0mm/min hasta la fractura del cuerpo de prueba (9).

Avaliación del modo de fractura

Después de la fractura, los cuerpos de prueba fueron metalizados y examinados por la microscopia electrónica de barrido (MEV) para clasificar el modo de fractura. El modo de fractura fue categorizado en cuatro tipos: A: falla adhesiva; B: falla mixta; una combinación de la falla adhesiva en una área mayor que 50% y falla cohesiva; C: falla cohesiva de dentina.

RESULTADOS

Los resultados sobre las estadísticas de la fuerza segundo el grupo están expresados en la tabla 1. Las estadística media y mediana de la fuerza fueron correspondientemente más elevadas entre los cuerpos de prueba de los grupos II y IV de que entre los grupos I y III; la media y la mediana del grupo I fueron correspondientemente más elevadas de que las correspondientes medidas del grupo III; la media y mediana del grupo II fueron más elevadas de que las correspondientes medidas del grupo IV. La variabilidad expresada a través del coeficiente de variación no fue elevada desde que la referida medida fue máximo 27,98%. Diferencia significativa al nivel de 5,0% solo fueron registradas entre los grupos I e III ($p < 0,05$).

A través de la prueba F de Levene fue verificada la hipótesis de igualdad de variaciones entre los grupos I y III ($p = 0,627$) y entre los grupos II y IV ($p = 0,078$). La hipótesis de normalidad de los datos fue verificada en cada uno de los grupos I, II, III, y IV a través de la prueba de Shapiro-Wilk con valores de p respectivos de 0,054, 0,223, 0,317 y 0,110.

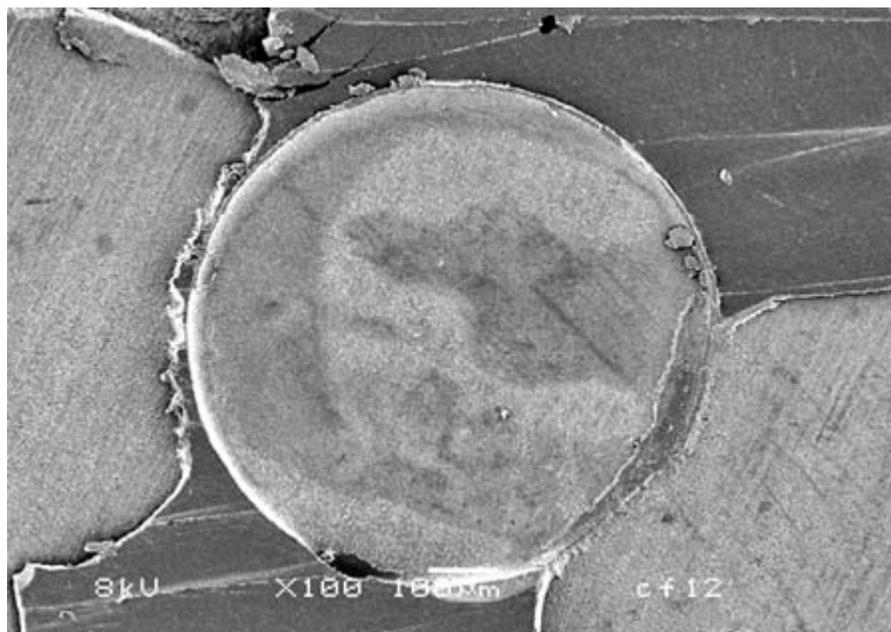


Figura 6 - Aspecto morfológico de la región de fractura después de la prueba de microcizallamiento utilizando el Clearfil SE Bond. Se observa la falla adhesiva (aumento 100x)

OBSERVACIÓN DE LA REGIÓN DE FRACTURA EN MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO

Después de la observación de las muestras al MEV, se puede categorizar el tipo de falla ocurrida. En la prueba de resistencia por cizallamiento, fueron encontradas 60% de fallas adhesivas y 40% de fallas cohesivas en dentina, para ambos sistemas adhesivos. En la prueba de microcizallamiento, no fueron encontradas fallas cohesivas en dentina, entre tanto se verificó 6,67% de fallas mixtas para el Clearfill SE Bond y 13,33% de esta falla para el Adaper Single Bond.

Las fotomicrografías obtenidas en MEV revelan muestras donde existieron fallas del tipo adhesiva, cohesiva en dentina y mixta (adhesiva en más de 50% del área adhesiva y cohesiva en compuesto).



Figura 7 - Aspecto morfológico después del ensayo de microcizallamiento utilizando el Adper Single Bond. Se observa la falla mixta (Aumento de 100 x)

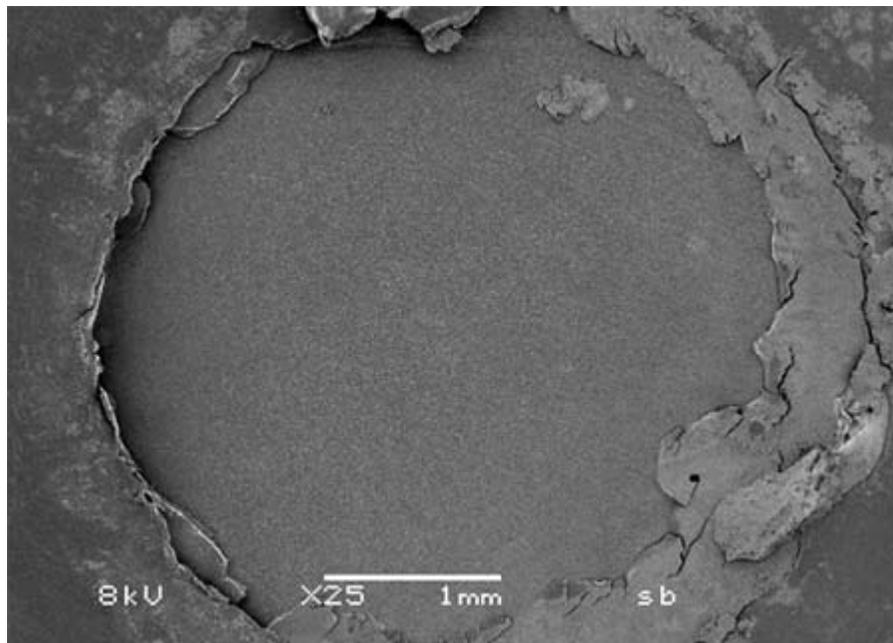


Figura 8 - Aspecto morfológico después del ensayo de cizallamiento utilizando el Adper Single Bond. Se observa la falla adhesiva. Aumento de 25 x y 50 x.

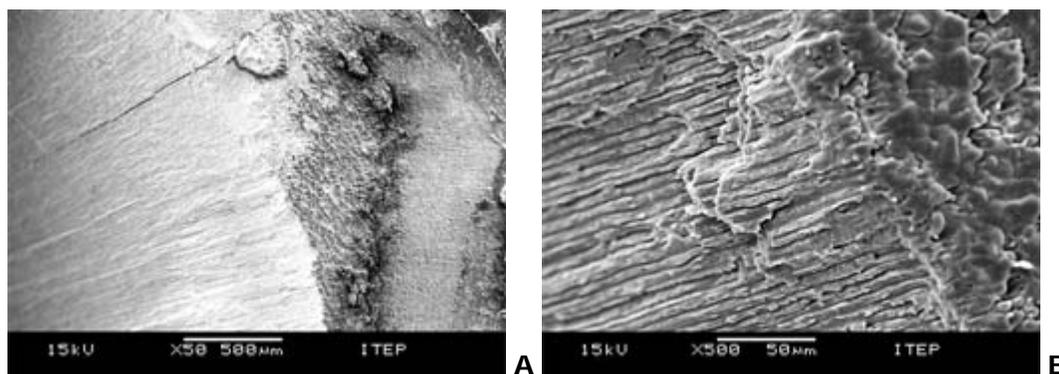


Figura 9 A y B – Aspecto morfológico después del ensayo de cizallamiento utilizando el Clearfil SE Bond. Se observa la falla cohesiva en dentina. Aumento de 50x y 500x.

DISCUSIÓN

Después del desenvolvimiento de sistemas adhesivos direccionados para el tejido dentinario, se comenzaron investigaciones dirigidas para una mejor comprensión de la formación de la capa híbrida (11). La cualidad de unión entre dentina y composites aumento considerablemente, resaltando la importancia de las pruebas laboratoriales para el desenvolvimiento de los sistemas adhesivos.

La falta de padronización en las pruebas de resistencia de unión es rutina en los diferentes estudios. Eso se debe principalmente, a la falta de similaridad de dispositivos y equipamientos disponibles en los diversos laboratorios de investigación. La preferencia de dispositivos y del método para la realización de las pruebas de resistencia no es la única variable frecuentemente observada en los estudios. La delimitación del área de unión, aplicación de carga y diferencias en las propiedades elásticas de los materiales son ciertamente variables todavía más relevantes en la determinación de los valores de resistencia de unión, tanto en los métodos de tracción como los de cizallamiento (2).

Las pruebas de resistencia de unión, mismo no sean perfectos, han auxiliado en el desenvolvimiento y mejoramiento de los sistemas adhesivos y técnicas restauradoras (1, 12). Entre tanto, estas pruebas dependen del método usado. Los valores por ellos obtenidos deberían ser cuidadosamente interpretados, pues los factores que llevan a una interface adhesiva a resistir a la fractura son complejos y no pueden ser simplemente correlacionados con valores numéricos (13, 14, 15).

Para evaluar la calidad de unión entre la dentina y el compuesto restaurador, varios estudios ya fueron y vienen siendo realizados, los más comunes son: el ensayo de cizallamiento y tracción en los cuales el resultado de la fuerza obtenida para la fractura de la muestra es dividida por el área de unión (6).

Muchos autores relatan una falta de estandarización las variables en los estudios, tornando difícil una comparación de los resultados obtenidos (2, 7, 16). Para resolver este problema a ISO, a través de la norma TR 11405/1994 (3), promovió un intento para estandarización de estos ensayos, teniendo ratificado la prueba a través de la norma ISO/TS 11405/2003 (6).

Debido a la escasez de dientes humanos para estudios, los dientes de bovinos surgieron como una alternativa (6, 16) que poseen características histológicas semejantes al diente humano, más los resultados obtenidos no deben ser comparados, ya que la dentina de bovinos posee tubos más largos y diferencias estructurales (7).

La prueba de resistencia de la unión, a través del cizallamiento, ocasiona una alta concentración de esfuerzos, generando rajaduras que divergen para la dentina o compuesto, dejando la interfase sin ser evaluada, o sea, la fractura inicia en el punto donde el vástago aplica una fuerza normal y, por tanto la fractura ni siempre ocurre en el punto más frágil (12, 15, 17).

Fallas cohesivas muchas veces son reconocidas, de forma equivocada, como una resistencia mecánica de la región de unión mayor que la propia resistencia cohesiva de los materiales envueltos en las pruebas de cizallamiento (18). En la prueba de cizallamiento, el cilindro del compuesto restaurador está predominantemente en compresión, en cuanto en la dentina, existen fuerzas de tracción. Estas fuerzas, debido a la biomecánica de la prueba, pueden propagarse para el interior de la dentina causando la falla cohesiva, con valores muy inferiores a la resistencia media de esta. En la prueba de cizallamiento, una media de resistencia de la dentina en torno de 33,95 (+/- 9,72) MPa, muy superior a los valores encontrados en diversos estudios (19).

Cuanto menor el área de unión a prueba, mayores son los valores de unión, debido a la menor probabilidad de que existan fallas en la misma (20). De esta forma, se desarrolló la prueba de microtracción en la cual utilizaron áreas adhesivas reducidas, permitiendo mensurar mayores valores adhesivos sin presentar fallas cohesivas (21).

Siguiendo la misma línea de raciocinio de las pruebas de micro-tracción, se describió el ensayo mecánico de microcizallamiento que tiene el mismo dibujo del ensayo de cizallamiento, entre tanto utiliza áreas circulares menores con un diámetro medio de 0,7mm (5).

La prueba para evaluación de la resistencia de unión dentina/compósito a través del microcizallamiento preconizado por la literatura es el hilo ortodóntico a una velocidad de 1mm/min (8, 9, 10, 23, 24, 25, 26, 27). De esta forma, en el presente estudio, para efecto comparativo, también fue ejecutado el ensayo con el auxilio del hilo ortodóntico, a pesar de que algunos autores (15) relatan que tanto la carga con el cincel, preconizado por la ISO, cuanto el propio hilo ortodóntico, implican en momentos de flexión, además de tracción y compresión.

En esta investigación se observó, que en la prueba de cizallamiento, para los dos sistemas adhesivos, se encontraron predominantemente fallas adhesivas y algunas fallas cohesivas en dentina. Como también descrito en la literatura (27), en la prueba de cizallamiento, no fueron encontradas fallas cohesivas en dentina, siendo predominantes las fallas adhesivas con pocas fallas mixtas (adhesivas y cohesivas en compuesto). De esta manera, es posible afirmar que la unión fue más fielmente evaluada en esta metodología, una vez que hubo menor cantidad de fallas internas inherentes de la propia dentina.

Dos tipos de sistemas adhesivos con acciones diferentes en el barro dentinario fueron utilizados en esse estudio: el Adper Single Bond (3M ESPE) y el Clearfil SE Bond (kuraray). El primero tiene como característica la retirada del barro dentinario a través de la utilización del ácido fosfórico a 37%, y el segundo, modificación y preservación a través del Primer que contiene monómeros ácidos.

El sistema Clearfil SE Bond, cuando sometido a la prueba de cizallamiento, presentó diferencia estadísticamente inferior ($p = 0,037$) en relación al Adper Single Bond el resultado comparable al encontrado en la literatura (24). Una explicación plausible para lo encontrado sería la mayor espesura del barro dentinario ocasionado cuando se hace uso de lijas de granulación 320.

En algunos estudios (26) que utilizaron lijas de 180 y 600, diferencias estadísticamente significativas, en la resistencia de unión, fueron obtenidas. Para las pruebas de resistencia de unión in vitro, los lijas de granulación más espesa favorecen los sistemas adhesivos que utilizan el condicionamiento ácido separadamente, debido a ser elevada su profundidad de desmineralización, consiguiendo retirar todo el barro dentinario y efectuar la formación de la capa híbrida. Ese mismo lijar puede dificultar la acción de los sistemas self-etch, debido a la posibilidad de la capa híbrida no ser formada apropiadamente a través de un barro dentinario muy espeso. Las superficies más lisas, proporcionadas por lijas finas, favorecen los sistemas self-etch y no perjudican los otros tipos de sistemas, ya que los dos sistemas consiguen realizar la hibridización correctamente. Enfatizando esta información, otras investigaciones (9) utilizaron lijar de granulación 600 y obtuvieron resultados similares entre el Clearfil SE Bond y el Adper Single Bond.

Para la prueba de microcizallamiento no hubo diferencia significativa ($p = 0,789$) entre los sistemas adhesivos, entre tanto la resistencia de unión fue bien superior, como observado en todos los estudios de la literatura (9, 24, 23, 24, 28, 29). Ese resultado puede ser atribuido al hecho de que los especímenes de menor área son más homogéneas, presentando menos defectos estructurales y/o generadores de tensión en la interfase cuando comparados con los de área mayor (30). Eso puede modificar la distribución de tensiones en la nuestra, haciendo con que este falle frente a una carga menor de que su verdadera resistencia intrínseca (31).

Es importante enfatizar que, en el grupo 4 (Clearfil SE Bond), hubo un grande coeficiente de variación (27,98%), sugiriendo que variaciones dentinarias, a saber: profundidad de la cavidad, tipo de dentina (esclerosada o no) y espesura de la capa híbrida formada (30), interfieren directamente en la resistencia de unión con esos sistemas. En esta investigación, en apenas un único cuerpo-de prueba, hubo valores discrepantes (17, 7276 MPa, 20,3377 MPa y 30,3903 MPa respectivamente) lo que puede ser explicado por el posicionamiento del tubo de tigon en diferentes locales de la corona.

Mismo que haya habido diferencias estadísticas, el Adper Single Bond presentó resultados más uniformes (coeficiente de variación 15,47%), corroborando con los resultados obtenidos por otros estudios encontrados en la literatura (23).

En fin, las condiciones de los ensayos no son comparables debido a las diferencias entre los mismos. La prueba de microcizallamiento se mostró más confiable que la prueba de cizallamiento, pues, por utilizar una menor área del sustrato, queda bien más lejano de los pormenores de la técnica restauradora en sí. Todavía en la prueba de microcizallamiento, puede observarse una mayor cantidad de fallas adhesivas en la interfase, siendo posible afirmar que la unión fue mejor probada en esta metodología, ya que hubo menor cantidad de fallas internas inherentes de la propia dentina, cuando sujeta a la prueba de cizallamiento.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, puede concluirse que:

- La prueba de cizallamiento presentó fallas adhesivas y cohesivas en dentina para los dos sistemas adhesivos. En el microcizallamiento, no hubo fallas cohesivas en dentina, predominando las fallas adhesivas.

- (La prueba de microcizallamiento se mostró más capaz de evaluar la resistencia de la unión adhesiva en la interfase compuesto/dentina;
- No hubo diferencia estadística entre los sistemas adhesivos cuando utilizado el microcizallamiento, entre tanto el coeficiente de variación del Clearfill SE Bond, en esta prueba fue más alto, puede ser explicado por la estrategia de la unión y por el sustrato ser muy heterogene;
- Cuanto a la prueba de cizallamiento el Adper Single Bond se mostró estadísticamente superior al Clearfil SE Bond.

REFERENCIAS

1. Al-Salehi S. K., Burke F. J. T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence Int*, 1997; 28(11): 717-23.
2. Retief D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent*, 1991; 4(5): 231-36.
3. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/ TC106/SC 1 n 236, resolution 61. - CD TR11405, December, 1994.
4. Garcia F. C. P., D´Alpino P. H. P., Terada R. S. S. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru*, 2002; 10(3): 118-27.
5. Shimada Y., Antonucci J. M., Schumacher G. E.. Effects of regional tooth structure and sectioning orientation on micro-shear bond strength, 3 International Kuraray Symposium, Kuraray Co. Ltd, Cirimido, Italy, 1999; 91-103 apud Garcia F. C. P., D´Alpino P. H. P., Terada R. S. S.. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru*, 2002; 10(3): 118-127.
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/ TC106/SC 1 n 236, resolution 61. - CD TS11405, May, 2003.
7. Rueggeberg F. A. Substrate for adhesion tenting to tooth structure - Review of literature. *Dent Mater*, 1991; 7(1): 2-10.
8. Shimada Y., Kikushima D., Tagami J. Micro-shear bond strength of resin-bonding systems to cervical enamel. *Am J Dent*, 2002, 15(6): 373-77.
9. Toba S., Veerapavati W., Shimada Y. Micro-shear bond strengths of adhesive resins to coronal dentin versus the floor of the pulp chamber. *Am J Dent*, 2003 ; 16:51-56.
10. Weerasinghe D. S., Nikaido T., Wettasinghe K. A. Micro-shear bond strength and morphological analysis of a self-etching primer adhesive system to fluorosed enamel. *J of Dent*, 2005; 33(5): 419-26.
11. Nakabayashi N., Kojima K., Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*, 1982; 16(3): 265-73.
12. Versluis A., Tantbirojn D., Douglas W. H. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res*, 1997; 76(6): 1298-307.
13. Øilo G. Bond strength testing - what does it mean? *Int Dent J*, 1993; 43(5): 492-8.
14. Øilo, G.; Austreim, E. K. In vitro quality testing of dentin adhesives. *Acta Odontol Scand*, n. 51, p. 263-269, 1993.

15. Sinhoreti M. A. C., Consani S., De Goes M. F. Influence of loading types on the shear strength of dentin-resin interface bonding. *J Mater Science: materials in medicine*, 2001; 12(39-44).
16. Van noort R., Noroozi S., Howard, I. C. A critique of bond strength measurements. *J Dent*, 1989; 17:61-7.
17. Dehoff P. H., Anusavice K. J., Wang, Z. Three dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dent Mater*, 1995; 11(2):126-31.
18. Chappell R. P. Shear bond strength and scanning electron microscopie observation of four dentinal adhesives. *Quintessence Int*, 1990; 21(4): 303-10.
19. Demarco F. F., Turbino, M. L., Matson, E. Cohesive strength of dentin. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, 1997; 11(3): 189-94.
20. Griffith A. A. The phenomena of rupture and flow in solids. *Phil Trans Roy Soc Lond*, 1920; (Series A) A221: 168-198 apud Pashley D. H., Sano H, Ciucchi B.. Adhesion test of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*, 11: 117-25.
21. Sano H. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*, 1994, 10(4):236-240.
22. Shimada Y., Iwamoto N., Kawashima M.. Shear bond strength of current adhesive systems to enamel, dentin and dentin-enamel junction region. *Oper Dent*, 2003; 28(5): 585-90.
23. Shimada Y., Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Oper Dent*, 2003; 28: 20-7.
24. WANG, H.; SHIMADA, Y.; TAGAMI, J. Shear Bond Stability of Current Adhesive Systems to Enamel. *Oper Dent*, v. 29, n. 2, p.168-75, 2004 Mar-Apr.
25. Senawongse P., Harnirattisai C; Shimada Y, Tagami J. Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent*, 2004; 29(2): 196-202.
26. Usume A., Ozturk A. N., Usume S. The efficiency of different light sources to polymerize resin cement beneath porcelain laminate veneers. *J of Oral Rehabilitation*, 2004; 31: 160-5.
27. Shimada Y., Tomimatsu N., Suzuki T. Shear bond strength of tooth-colored indirect restorations bonded to coronal and cervical enamel. *Oper Dent*, 2005; 30(4): 468-73.
28. Phrukkanon S., Burrow M. F., Tyas M. J. Effect of cross-sectional surface área on bond strengths between resin and dentin. *Dent Mater*, 1995, 14(2): 120-128.
29. McDonough W. G., Antonucci J. M., He J. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials*, 2002; 23(17): 3603-8.
30. Pashley D. H., Sano H, Ciucchi B.. Adhesion test of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*, 1995, 11: 117-25.
31. Carvalho R. M., Sano H., Ciucchi B., Yoshiama M., Pashley, D.H. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de micro-tração. *Revista da FOB*, 1994; 2(3).