

INFLUENCIA DE LA DESPROTEINIZACIÓN DENTINARIA SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA

INFLUENCE OF THE DENTIN DEPROTEINIZATION ON THE BOND STRENGTH

José David Ruan-Antury*, João Carlos Gomes**, Jorge Uribe-Echevarría***

* Maestro en Clínica Integrada - Área de concentración en nuevos materiales, Facultad de Odontología, Universidad Estadual de Ponta Grossa, Paraná-Brasil y Profesor de la Universidad Santiago de Cali, Colombia.

** Profesor Doctor, Director del curso de Maestría en Clínica Integrada y Profesor de Biomateriales, Facultad de Odontología, Universidad Estadual de Ponta Grossa, Paraná-Brasil.

*** Profesor Doctor, del curso de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba-Argentina.

PALABRAS CLAVE

Adhesivos;
Resistencia Adhesiva;
Hipoclorito de Sodio.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar la resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos autocondicionadores One Coat SE Bond (Coltène/Whaledent®) de dos pasos y XENO III (Dentsply) de un paso, por medio del test de resistencia adhesiva por micro-tracción, después de la desproteínización dentinaria mediante la aplicación de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,2% por 40 segundos. Fueron seleccionados 25 terceros molares humanos, la superficie oclusal cortada 3 mm, ± 1 mm. Las superficies de dentina expuestas fueron pulidas con lijas de carbureto de silicio de granulación 600, en una Politriz. Cada grupo (n=5) recibió los respectivos sistemas adhesivos, GI: control; GII y GIV: adhesivos autocondicionadores sin desproteínización; GIII y GV: adhesivos autocondicionadores con desproteínización. Los dientes fueron restaurados con resina compuesta Filtek Z-250 (3M-ESPE) y seccionados 24 horas después, en una máquina de corte Labcut 1010 (Extec, USA), resultando en secciones perpendiculares a la interfase adhesiva, con una área de sección transversal de aproximadamente $\pm 0,7\text{mm}^2$. Tres especímenes por grupo fueron seleccionados y analizados por medio del microscopio electrónico de barrido (MEB) de emisión de campo y del "confocal laser scanning microscope" CLSM. Los especímenes restantes fueron sometidos al test de micro-tracción (1 mm/min) en una máquina de ensayos universal EMIC®. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico utilizando los tests de ANOVA y de Kruskal-Wallis. Demostrando que, el sistema adhesivo autocondicionador XENO III después de la DESPROTEINIZACIÓN ($43,60 \pm 11,44$ MPa) presentó los mayores valores de resistencia adhesiva, los menores valores fueron observados en el adhesivo autocondicionador One Coat SE Bond con ($27,50 \pm 8,75$ MPa) y sin DESPROTEINIZACIÓN ($27,07 \pm 7,2$ MPa).

KEYWORDS

Adhesive;
Bond Strength;
Sodium Hypochlorite.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the bond strength of the self etch adhesive systems One Coat SE Bond (Coltène/Whaledent) and XENO III (Dentsply), by means of the microtensile bond strength test, after dentin deproteinization by way of the application of sodium hypochlorite (NaOCl) 5.2% per 40 seconds. Twenty five human third molars were chosen. Theirs occlusal surfaces were cut 3 mm ± 1 mm. The dentin surfaces were polished with silicon carbide sandpaper of granulation 600 in a poliriz. Each group (n=5) received its respective adhesive systems, GI: controle; GII and GIV: self etch adhesive systems without deproteinization; GIII and GV: self etch adhesive systems with deproteinization. The teeth were restored with resin composite Filtek Z-250 (3M-ESPE), and 24 hours after, the teeth were sectioned in a Labcut 1010 machine (Extec, USA), and was possible to get perpendicular sections to the bonding interface with a cross-sectional area to the approximately $0,7\text{mm}^2$. Were selected 3 specimens per group. Which were prepared and analyzed through the scanning electronic microscope of camp emission and the "confocal laser scanning microscope", the remaining specimens were submitted to the microtensile bond strength test (1mm/min) in an EMIC® universal testing machine. The values of bond strength were submitted to statistical analysis using the ANOVA and the Kruskal-Wallis tests. The results had shown that the self etch adhesive system XENO III, after the deproteinization ($43.60 \pm 11,44$ MPa) presented the higher values of bond strength. The lowest values were observed in the self etch adhesive One Coat SE Bond with ($27,50 \pm 8,75$ MPa) and without deproteinization ($27,07 \pm 7,2$ MPa).

CORRESPONDENCIA/CORRESPONDENCE:

José David Ruan-Antury. E-mail: jdracamacho@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, muchas transformaciones han ocurrido en la búsqueda de una odontología más conservadora, con el advenimiento de los nuevos sistemas adhesivos, los cuales nos permiten realizar procedimientos adhesivos más seguros y con excelentes resultados a lo largo del tiempo, sobre todo en esmalte.

Los sistemas adhesivos convencionales, los cuales requieren del grabado ácido de las estructuras dentales previamente a su aplicación, con el objetivo de exponer la red de fibrillas de colágeno, han demostrado un desempeño favorable en los estudios realizados *in vivo* e *in vitro* (Perdigão et al., 2002; Batista et al., 2004; Gomes, 2004), así como una adecuada adaptación marginal (Chain et al., 2000; Frankenberger et al., 2000), aceptables valores de resistencia adhesiva por medio de los tests de cizallamiento (Al-Ehaideb; Mohammed, 2000; Chain et al., 2000), tracción y micro-tracción (Carvalho et al., 1994; Carrilho et al., 2002; Reis et al., 2003), aunque el tratamiento del sustrato dentinario por medio de agentes desmineralizantes presenta algunas dificultades, como: el hecho de requerir de una humedad relativa del sustrato dentinario, permitiendo mantener expandida la red de fibrillas de colágeno y su posterior penetración por parte de los monómeros adhesivos, sin esta humedad relativa o adecuada evaporación de los solventes, el proceso de adhesión a la dentina puede presentar algunas fallas, las cuales pueden no ser inherentes al material o a sus componentes.

Algunos autores han observado a través de estudios de microscopía electrónica áreas no impregnadas por parte del adhesivo, debido al mayor grado de penetración por parte del ácido fosfórico cuando lo comparamos a la profundidad de penetración del adhesivo, la cual es susceptible a fallas adhesivas, des-adaptación marginal, dolor pos-operatorio y posible alteración pulpar (Uribe-Echevarría et al., 2004).

Con el objetivo de simplificar la aplicación de los sistemas adhesivos y eliminar algunas de las desventajas de los adhesivos convencionales surgieron en el mercado odontológico los adhesivos autocondicionadores o autograbadores, los cuales no requieren de un grabado ácido previo a su aplicación, además de algunas ventajas como: el hecho de desmineralizar en menor grado las estructuras dentales, la simplificación y menor sensibilidad de la técnica adhesiva, por no requerir de una humedad relativa del sustrato dentinario (Yamauti et al., 2003).

Los sistemas adhesivos autocondicionadores han demostrado a través de múltiples investigaciones realizadas a nivel internacional un buen desempeño clínico, y similar al observado en los sistemas adhesivos convencionales (Cardoso; Sadek, 2003; Ogata et al., 2002; Özok et al., 2004), así como: aceptables valores de resistencia adhesiva (Cardoso; Sadek, 2003; Koase et al., 2004; Tavares; Conceição, 2004).

Con el objetivo de mejorar la capacidad de unión por parte de los sistemas adhesivos al sustrato dentinario, algunos autores han cuestionado el papel que desempeña la red de fibrillas de colágeno en el proceso de adhesión, justificando que, la eliminación de esta red por parte de agentes desproteínizantes como el hipoclorito de sodio (NaOCl), puede traer consigo nuevas posibilidades de adhesión al sustrato dentinario, disminuyendo la sensibilidad de la técnica, por lo cual, el objetivo de la presente investigación fue, evaluar "in vitro" el efecto de la desproteínización de la dentina con hipoclorito de sodio solución, en una concentración al 5,2% sobre la resistencia adhesiva a la micro-tracción de sistemas adhesivos autocondicionadores.

MATERIALES Y MÉTODO

El protocolo de investigación previamente fue aprobado por parte del comité de ética en investigación de la Universidad Estadual de Ponta Grossa-Paraná (Brasil). Posteriormente fueron seleccionados 25 terceros molares humanos, recién extraídos y libres de caries, de pacientes con edades entre 19 a 22 años. Los dientes fueron evaluados a través de un microscopio óptico (HMV-2, Shimadzu, Tokyo, Japan) en un aumento de X20. Los dientes fueron almacenados a temperatura ambiente en suero fisiológico con timol al 2% por un período máximo de 3 meses.

Las superficies oclusales de los dientes fueron cortadas 3 mm, \pm 1 mm (**Figura 1**), utilizando una máquina de corte de yeso (VH Softline), con abundante refrigeración. Las superficies de dentina fueron pulidas con hojas de carbureto de silicio de granulación 600 (3M Co) por 1 minuto, en una Politriz (Polipan-2, PANAMBRA) con el objetivo de padronizar la capa de smear layer en todos los dientes.

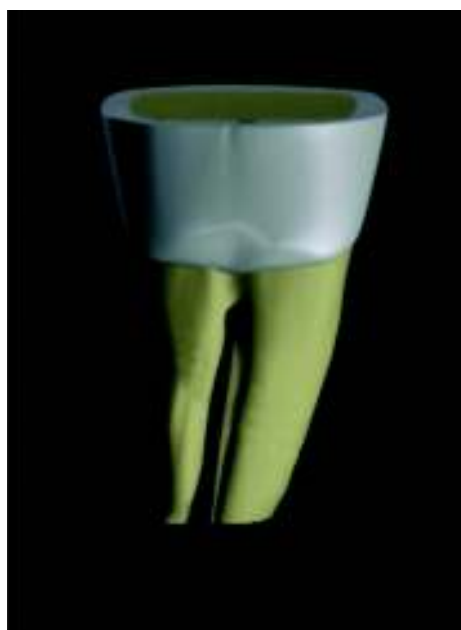


Figura 1.
Eliminación del
esmalte oclusal.
Esquema.

Los dientes fueron divididos aleatoriamente en 5 grupos ($n=5$), y posteriormente aplicados los sistemas adhesivos Adper Single Bond 2TM/3MTM-ESPETM, adhesivo convencional en el grupo I (control) luego del acondicionamiento o grabado de la superficie de dentina con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos. Los sistemas adhesivos autocondicionadores One Coat SE Bond/Coltène Whaledent de dos pasos y XENO III/Dentsply de un paso fueron aplicados según los objetivos de la investigación (**Cuadro 1**) con y sin desproteínización de la dentina, mediante la aplicación del hipoclorito de sodio (NaOCl) en una concentración de 5,2% por 40 segundos, con ayuda de un micro-aplicador.

Luego de realizar los procedimientos adhesivos en los dientes, según los objetivos del estudio, se procedió a realizar la reconstrucción de los mismos en resina compuesta Filtek Z-250 3MTM/ESPETM por medio de la técnica incremental, logrando una espesura total de 4 mm, \pm 0,1mm, con ayuda de una espátula de Thompson n°4 (Hu Friedy), fotoactivando cada incremento de 2 mm por un periodo de 40 segundos, con la lámpara de luz halógena Optilux 500 (Demetron Research Corporation), previamente calibrada por medio de un radiómetro digital (CureRite - EFÓS).

Grupo	Sistema Adhesivo	Técnica de aplicación
GI	Adper Single Bond™ 3M™-ESPE™	-Acondicionamiento ácido con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos -Lavado con agua por 30 segundos -Secado con papel absorbente -Aplicación del adhesivo con microaplicador activamente por 40 segundos -Aplicación de aire comprimido por 2 segundos -Fotoactivación por 20 segundos
GII	One Coat SE Bond/Coltène Whaledent®	-Secado del exceso de agua con papel absorbente -Aplicación del <i>primer</i> ácido por 40 segundos activamente con microaplicador -Aplicación del <i>Bond</i> activamente por 20 segundos -Aplicación de aire comprimido por 2 segundos -Fotoactivación por 20 segundos
GIII	One Coat SE Bond/Coltène Whaledent® + NaOCl al 5,2%	-Aplicación activa del hipoclorito de sodio al 5,2% por 40 segundos con microaplicador -Lavado por 15 segundos -Secado con aire comprimido por 2 segundos y papel absorbente -Aplicación del <i>primer</i> ácido por 40 segundos activamente con microaplicador -Aplicación del <i>Bond</i> activamente por 20 segundos -Aplicación de aire comprimido por 2 segundos -Fotoactivación por 20 segundos
GIV	XENO® III/Dentsply	-Secado del exceso de agua con papel absorbente -Aplicación del <i>primer</i> ácido por 40 segundos activamente con microaplicador -Aplicación del <i>Bond</i> activamente por 20 segundos -Aplicación de aire comprimido por 2 segundos -Fotoactivación por 20 segundos
GV	XENO® III/Dentsply + NaOCl al 5,2%	-Aplicación activa del hipoclorito de sodio al 5,2% por 40 segundos con microaplicador -Lavado por 15 segundos -Secado con aire comprimido por 2 segundos y papel absorbente -Aplicación del <i>primer</i> ácido por 40 segundos activamente con microaplicador -Aplicación del <i>Bond</i> activamente por 20 segundos -Aplicación de aire comprimido por 2 segundos -Fotoactivación por 20 segundos

Cuadro 1. Sistemas adhesivos y procedimientos realizados en cada uno de lo grupos experimentales.

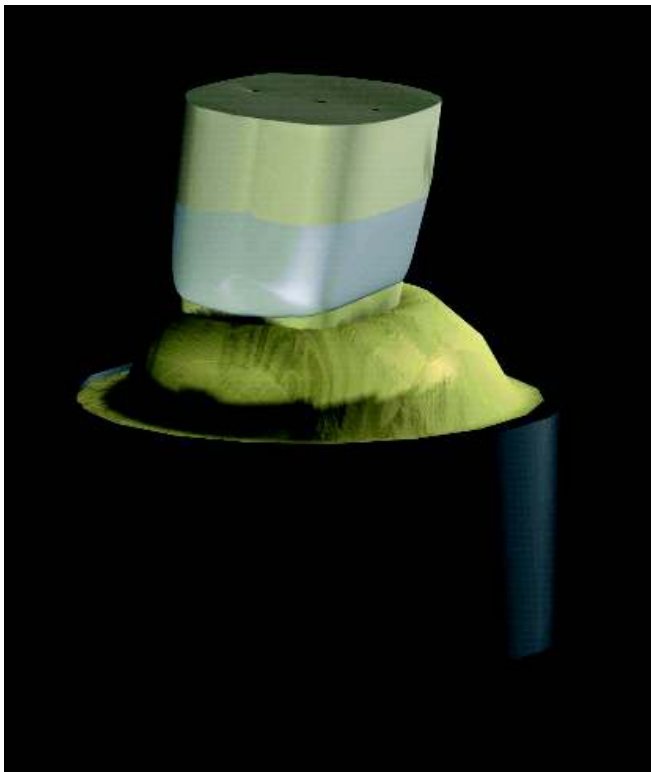


Figura 2. Esquema del Cuerpo-de-prueba fijado en el soporte de PVC.

Los dientes se almacenaron en recipientes oscuros con suero fisiológico por un periodo de 24 horas, tiempo después del cual los mismos fueron fijados en soportes de PVC (Figura 2) con cera pegajosa y cortados con el auxilio de una máquina de cortes seriados Labcut 1010 (Extec) en los sentidos mesio-distal y vestibulo-lingual (Figura 3) con abundante irrigación de agua.

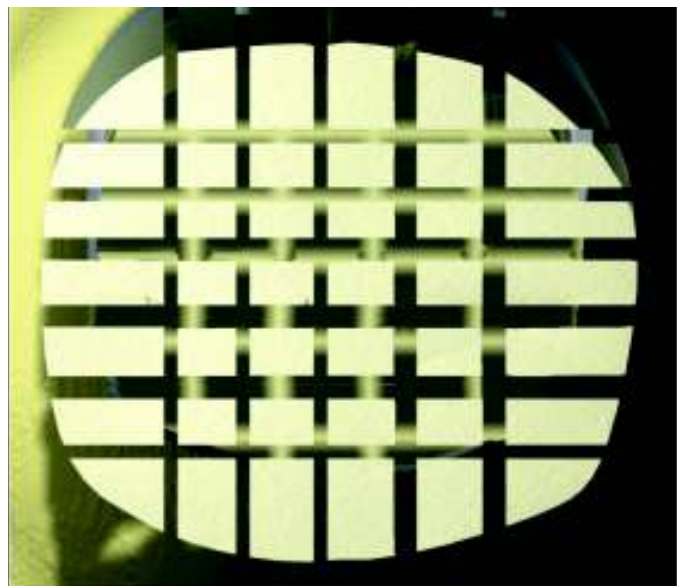


Figura 3. Esquema (vista oclusal) del cuerpo-de-prueba cortado.

Posteriormente fue realizado un corte paralelo al plano oclusal (**Figura 4**), con el objetivo de obtener especímenes con forma de "palito" con $\pm 0,7\text{mm}^2$ de sección transversal. Los especímenes que presentaban una integridad estructural fueron almacenados por un tiempo no superior a 4 horas hasta la realización del Test de micro-tracción, los especímenes que fracturaron durante el corte, que presentaban esmalte o defectos estructurales fueron considerados como perdidos.

Los especímenes fueron medidos transversalmente a nivel del área de unión por medio de un paquímetro digital Digimatic Caliper (Mitutoyo Absolute) para realizar el cálculo de las resistencias adhesivas, que fueron expresados en la unidad de medida Mega Pascales (MPa).

Posteriormente, los especímenes fueron fijados al dispositivo de micro-tracción (**Figura 5**) localizando el área de adhesión perpendicular a la fuerza de tracción por medio de un adhesivo instantáneo Super Bonder. El test de micro-tracción fue realizado en una máquina de ensayos universal EMIC con adaptación de una célula de carga de 10 Kgf (EMIC) a una velocidad de 1mm/min. Al momento de la fractura, el movimiento fue interrumpido y los datos de las resistencias adhesivas calculados con ayuda del Software-EMIC.

Inmediatamente después de la fractura los especímenes fueron observados con ayuda de un microscopio óptico (HMV-2, Shimadzu, Tokyo, Japan) sobre un aumento de X20, verificando el modo de fractura y clasificándolos en cuatro tipos: adhesiva (A), cohesiva de dentina (CD), cohesiva de resina (CR) y mixta (M). Los datos de resistencia adhesiva fueron analizados a través del test de ANOVA y el test no paramétrico de *Kruskal-Wallis* ($p < 0,05$) con ayuda del programa estadístico SPSS® 11.5.1 for Windows.

ANÁLISIS DE MICROSCOPIO:

Antes de la realización del test de resistencia adhesiva fueron seleccionados 3 especímenes en forma de "palito" por cada grupo experimental y almacenados en humedad relativa con suero fisiológico, por un período máximo de una semana, en recipientes oscuros, para ser analizados posteriormente a través del Microscopio Electrónico de Barrido de emisión de campo (MEB de emisión de campo) y del "Confocal Laser Scanning Microscope". Para realizar el análisis por medio del MEB de emisión de campo los especímenes fueron bañados en oro al vacío, con ayuda de una máquina metalizadora (JEOL), y en seguida observados por medio del MEB de emisión de campo HITACHI en aumentos de X1200, X1250, X1500 y X3000.

Para el análisis por medio del "Confocal Laser Scanning Microscope" (CLSM), los especímenes fueron sumergidos en Rodamina B al 1% por un período de 24 horas. La Rodamina es un colorante específico que produce la excitación del láser verde del microscopio, el cual posee una longitud de onda de 543 nm, y posteriormente las observaciones fueron realizadas en el CLSM-Zeiss, con ayuda de un analizador de imágenes Zeissen aumentos de X1250, X1500 y 3000 en 2D.

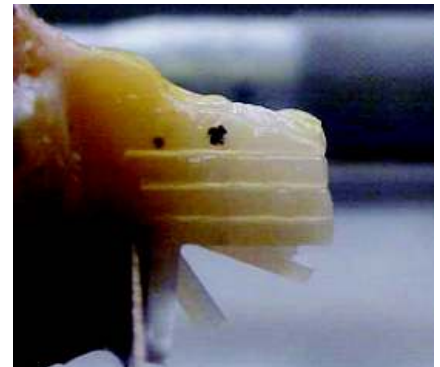


Figura 4. Corte paralelo al plano oclusal para la obtención de los especímenes en forma de "palito".

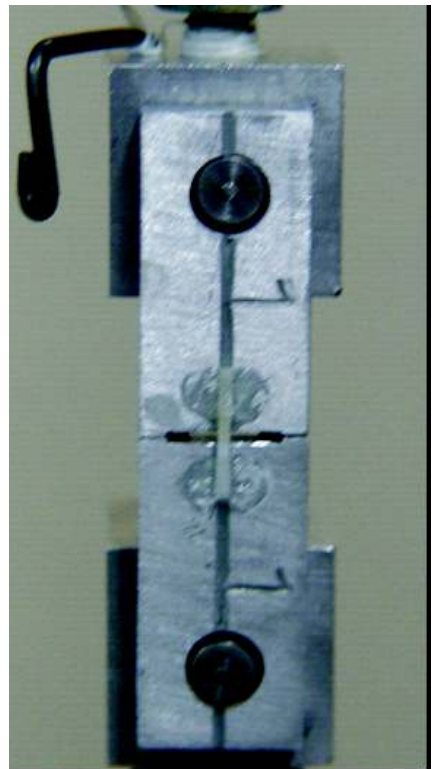


Figura 5. Especimen fijado en el dispositivo de micro-tracción.

GRUPO	SISTEMA ADHESIVO	MEDIA	MEDIANA	INTERVALO DE CONFIANZA		DESVIACIÓN DE LA MEDIA
				SUPERIOR	INFERIOR	
GI	Adper Single Bond™	42,76	43,94	41,16	44,37	3,97
GII	One Coat SE Bond	27,07	28,35	24,13	30,00	7,27
GIII	One Coat SE Bond + NaOCl 5,2%	27,50	28,45	23,97	31,04	8,75
GIV	XENO® III	38,51	40,05	30,78	46,25	19,15
GV	XENO® III+ NaOCl al 5,2%	43,60	43,95	38,97	48,22	11,44

Cuadro 2. Estadística descriptiva de los valores de micro-tracción.

RESULTADOS:

Los datos de resistencia adhesiva y la estadística descriptiva, de cada uno de los grupos experimentales por medio del test de micro-tracción pueden ser observados en el Cuadro 2.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos ($p < 0,03$), por lo cual, fueron realizadas comparaciones múltiples para identificar entre cuales grupos hubieron diferencias. El GV ($43,60 \pm 11,44$ MPa) presentó los mayores valores de resistencia adhesiva, siendo estadísticamente superiores a los valores observados en el grupo GII ($27,07 \pm 7,27$ MPa) y GIII ($27,50 \pm 8,75$ MPa).

En el Gráfico 1, observamos las medias de cada uno de los grupos experimentales, evidenciando claramente que los valores medios de resistencia adhesiva para el sistema adhesivo autocondicionador One Coat SE Bond/Coltène Whaledent no sufrieron ningún aumento o disminución después del tratamiento del sustrato dentinario con NaOCl al 5,2% ($p=0,01$), caso contrario ocurrió en el sistema adhesivo autocondicionador XENO III/Dentsply, el cual presentó mayores valores de resistencia adhesiva, después del tratamiento de desproteínización y fue estadísticamente similar a los valores obtenidos con el adhesivo convencional Adper Single Bond™ GI ($42,76 \pm 3,97$ MPa).

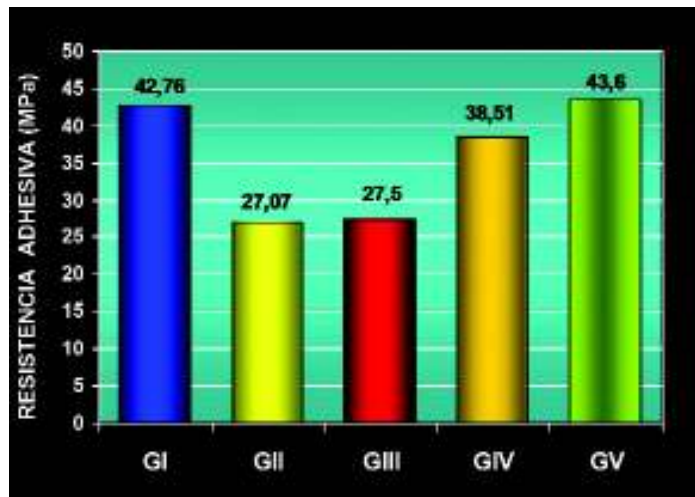


Gráfico 1.

MODOS DE FRACTURA:

En el Cuadro 3 y Gráfico 2, podemos observar los porcentajes de los modos de fractura para cada uno de los cinco grupos experimentales.

GRUPO	SISTEMA ADHESIVO	MEDIA	MEDIANA	INTERVALO DE CONFIANZA		DESVIACIÓN DE LA MEDIA
				SUPERIOR	INFERIOR	
GI	Adper Single Bond™	42,76	43,94	41,16	44,37	3,97
GII	One Coat SE Bond	27,07	28,35	24,13	30,00	7,27
GIII	One Coat SE Bond + NaOCl 5,2%	27,50	28,45	23,97	31,04	8,75
GIV	XENO® III	38,51	40,05	30,78	46,25	19,15
GV	XENO® III+ NaOCl al 5,2%	43,60	43,95	38,97	48,22	11,44

Cuadro 3. Porcentaje (%) de los modos de fractura de acuerdo con los grupos experimentales.

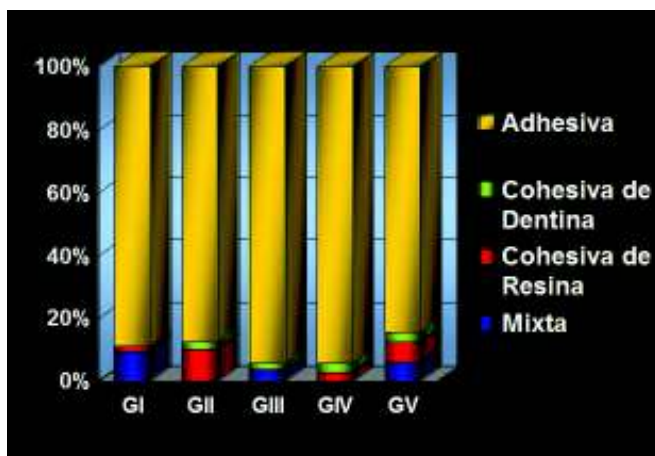


Gráfico 2. Porcentaje (%) de los modos de fractura para cada uno de los grupos experimentales.

ANÁLISIS DE MICROSCOPIO:

En las **figuras 6 y 7**, se puede observar la hibridización dentinaria (HD) obtenida por medio de la aplicación del sistema adhesivo convencional Adper Single Bond™ a través del MEB de emisión de campo y del "Confocal Laser Scanning Microscope" evidenciándose claramente la formación de la capa híbrida (CH), con *tags* (*) de resina que se encuentran en el interior del sustrato dentinario.

En algunos de los especímenes, se observaron *gaps* (G), entre la superficie dentinaria y el sistema adhesivo (AD) convencional Adper Single Bond™ (Figura 8), utilizado como grupo control en este estudio. En los especímenes en los cuales se obtuvo una interfase adhesiva a través del proceso de reacción-integración de los adhesivos autocondicionadores (Figuras 9 y 10) se observó una adhesión-adaptación en la cual se evidenció la penetración del sistema adhesivo en la dentina (DE), representada por los *tags* de resina.

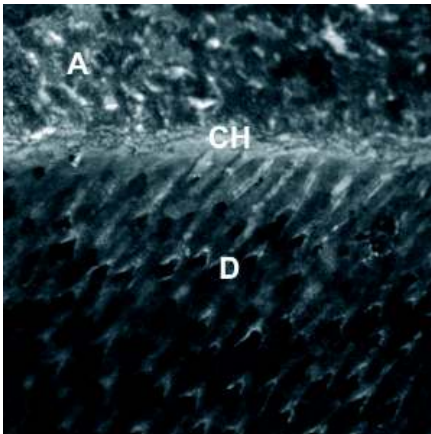


Figura 6. Hibridización dentinaria observada en el MEB de Emisión de Campo (x1,500)

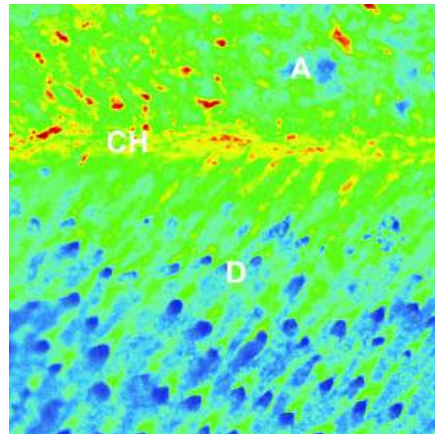


Figura 7. Hibridización dentinaria observada en el CLSM y analizador de imagen (x1,500).

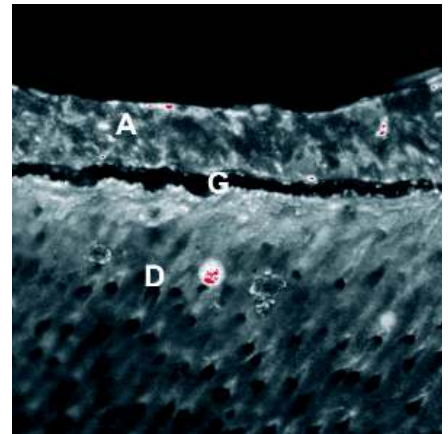


Figura 8. Hibridización dentinaria observada en el MEB de Emisión de Campo (x1,500).

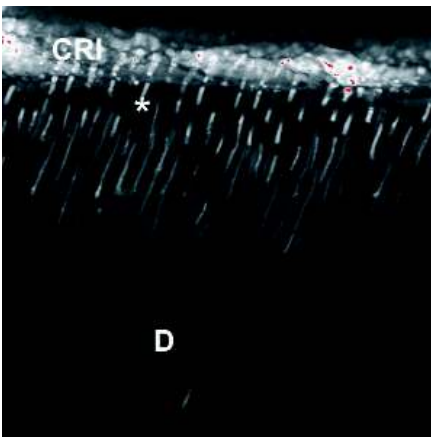


Figura 9. Reacción-Integración observada en el MEB de Emisión de Campo (x1,250).

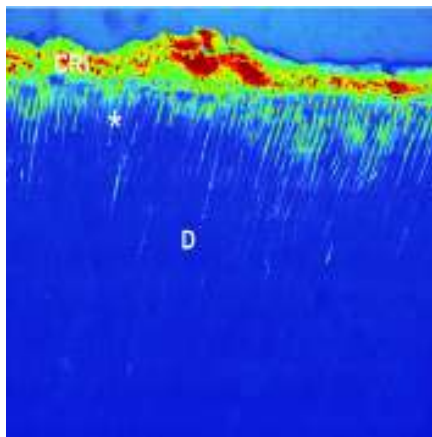


Figura 10. Reacción-Integración observada en el CLSM y analizador de imagen (x1,250).

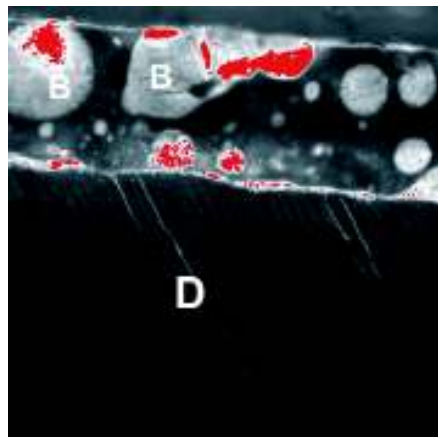


Figura 11. Interfase adhesiva obtenida por desproteinización del sustrato dentinario observada en el MEB de Emisión de Campo (x3,000)

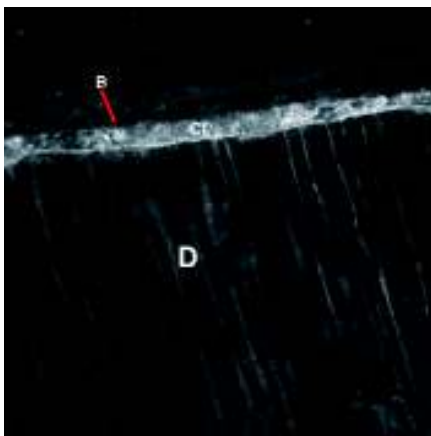


Figura 12. Capa Intermedia (CI), obtenida por desproteinización dentinaria, observada en el MEB de Emisión de Campo (x1,250).

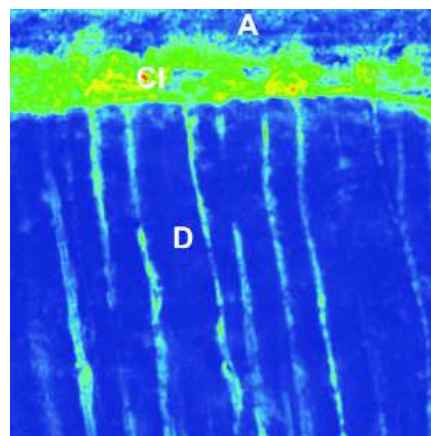


Figura 13. Capa Intermedia (CI), obtenida por desproteinización dentinaria, observada en el CLSM y analizador de imagen (x1,250).

La formación de la capa de reacción-integración (CRI) obtenida por medio de la adhesión al sustrato dentinal, en la mayoría de los especímenes no se presentaba homogénea en áreas localizadas de la interfase adhesiva, siendo observadas burbujas (B) en el interior del adhesivo, más comúnmente que en los especímenes sometidos al proceso de desproteínización del sustrato dentinario por medio de la aplicación de NaOCl al 5,2%.

La aplicación de los adhesivos autocondicionadores en el sustrato dentinario, después de la desproteínización con NaOCl al 5,2%, permitió la obtención de una interfase adhesiva, en la cual, el adhesivo autocondicionador presentó una mejor adhesión-adaptación con el sustrato dentinario (**Figuras 11, 12 y 13**).

DISCUSIÓN:

El test de micro-tracción, fue descrito por primera vez por Sano *et al.* (1994), estudio en el cual, observaron una relación inversamente proporcional entre la resistencia adhesiva y la superficie de área adherida, demostrando la utilidad de este nuevo test de resistencia adhesiva, que presenta predominantemente fallas de tipo adhesivo en áreas menores, observaciones que fueron corroboradas en esta investigación, donde el modo de fractura fue predominantemente adhesivo.

Entre algunas de las ventajas del test de micro-tracción frente a los tests convencionales de evaluación del sustrato dental tenemos: la posibilidad de obtener mayores valores de resistencia adhesiva, concordando con los resultados del presente estudio, en el cual se obtuvieron valores de resistencia adhesiva entre (27,07 MPa y 43,60 MPa).

Otra de las ventajas del test de micro-tracción es la posibilidad de evaluar diferentes sustratos de dentina, áreas restringidas o irregulares que no pueden ser evaluadas por medio de otros métodos, permite la obtención de varios especímenes de un único diente, facilita la evaluación en el Microscopio Electrónico de Barrido y la evaluación de distintas áreas en el mismo sustrato, como: dentina normal, superficial, profunda, cariada o esclerótica (Pashley *et al.*, 1999).

En el transcurso de las últimas décadas y a través de múltiples investigaciones se ha podido demostrar la efectividad de la adhesión al esmalte dental, lográndose la obtención de altos valores de resistencia adhesiva en estudios realizados *in vitro*. Una de las principales dificultades en la adhesión al sustrato dental se presenta en la dentina, debido a su composición química con alto contenido orgánico, agua, estructura tubular con presencia del proceso odontoblástico y a la presencia de fluido intratubular dentinario (Chain *et al.*, 2000). Debido a estas características y a la relativa dificultad en la obtención de una adecuada adhesión a la dentina, algunos investigadores han propuesto tratamientos del sustrato dentinal, con el único objetivo de mejorar la calidad en la adhesión y obtener mejores resultados como: una mejor adaptación de la interfase adhesiva y consecuentemente una menor sensibilidad post-operatoria, garantizándonos tratamientos con una calidad y longevidad mayor a la que actualmente presentan muchos de los sistemas adhesivos que encontramos en el mercado.

Entre los procedimientos propuestos podemos nombrar la desproteínización del sustrato dentinal, la cual elimina parcialmente las fibrillas de colágeno, permitiendo obtener una interfase adhesiva con mejores cualidades físico-mecánicas. Actualmente, algunos investigadores (Bianchi *et al.*, 2000; Frankenberger *et al.*, 2000; Osório *et al.*, 2000; Perdigão *et al.*, 2000; Osório *et al.*, 2002; Uceda *et al.*, 2003; Yamauti *et al.*, 2003;

Shinohara *et al.*, 2004), vienen utilizando agentes desproteínizantes como el hipoclorito de sodio (NaOCl) en diferentes concentraciones y tiempos de aplicación, cuestionando la efectividad del mecanismo de retención micro-mecánica de la hibridización dentinaria, logrado a través de la desmineralización del sustrato dental, por medio del grabado ácido.

El grabado ácido de la estructura dental produce una desmineralización de la dentina que permite la exposición de la red de fibrillas de colágeno, para posteriormente ser impregnadas por los monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos, formando la llamada camada híbrida (Nakabayashi *et al.*, 1982), producida por la unión micro-mecánica del sistema adhesivo en la red de fibrillas de colágeno y por la penetración de los *tags* de resina en los túbulos dentinarios, siendo ésta susceptible a la degradación hidrolítica de los monómeros resinosos o de las fibrillas de colágeno en largos períodos de tiempo (Jacques; Hebling, 2005), así como la disminución en la resistencia adhesiva (Loguercio *et al.*, 2005).

Otra de las dificultades que presenta la técnica de grabado ácido es, el mayor grado de penetración por parte de los ácidos en la dentina, cuando comparada a la profundidad de penetración observada por parte de los sistemas adhesivos convencionales, la cual puede ser menor y variar según los componentes de cada sistema adhesivo (Osório *et al.*, 2002). Esta discrepancia entre la dentina grabada e impregnada genera una interfase adhesiva sensible y susceptible a fallas adhesivas por el stress de contracción durante la polimerización, ocasionando en muchas ocasiones alteración pulpar y sensibilidad post-operatoria (Uribe-Echevarría *et al.*, 2003; Uribe-Echevarría *et al.*, 2004).

Uno de los puntos más críticos en la adhesión a dentina es el control de la humedad que debe tener el odontólogo, debido a que, sin una humedad relativa del sustrato dentinal no logramos una adecuada evaporación del solvente contenido en el adhesivo, y consecuentemente la penetración del mismo en la red de fibrillas de colágeno puede verse afectada (Perdigão *et al.*, 2002).

Debido a estas dificultades que se presentan en los adhesivos convencionales, han sido desarrolladas algunas alternativas como lo son, los adhesivos autocondicionadores, los cuales no necesitan de un previo grabado ácido, eliminando algunos inconvenientes como: el control de la humedad dentinal, debido al hecho de no requerir de una expansión de las fibrillas de colágeno para ser impregnadas por el sistema adhesivo posteriormente, la menor sensibilidad a la técnica, igualmente disminuye la posible sensibilidad post-operatoria, evitando discrepancias entre la dentina grabada por los monómeros ácidos y la dentina impregnada por parte de los monómeros adhesivos, ya que este proceso se da simultáneamente.

Los adhesivos autocondicionadores, mismo con las ventajas que presentan frente a los adhesivos convencionalmente, aun no han logrado un desempeño ideal, que nos permita obtener los mejores resultados a nivel adhesivo, razón por la cual, algunas corrientes de pensamiento en la odontología moderna han cuestionado la capacidad de adhesión al sustrato colágeno de la dentina, expuesto durante el grabado ácido, proponiendo la eliminación del mismo por medio de la aplicación de agentes desproteínizantes en la dentina como el hipoclorito de sodio (Prati *et al.*, 1999; Bianchi *et al.*, 2000; Frankenberger *et al.*, 2000; Osório *et al.*, 2000; Perdigão *et al.*, 2000; Russo *et al.*, 2000; Uceda *et al.*, 2003; Yamauti *et al.*, 2003; Uribe-Echevarría *et al.*, 2004).

El NaOCl, es un agente proteolítico no específico, capaz de remover componentes orgánicos en la dentina, aumentando la porosidad de la superficie dentinaria, y la difusión de los monómeros adhesivos a través de la dentina, esta difusión en el sustrato dentinario, también depende de factores como: la composición del sistema adhesivo empleado (Osorio *et al.*, 2002).

El NaOCl también modifica considerablemente la morfología de la red de fibrillas de colágeno, aumentando la abertura de los túbulos dentinarios y exponiendo un extenso laberinto de túbulos laterales en la dentina superficial y profunda, alterando la ultramorfología de la superficie dentinaria (Perdigão *et al.*, 1999), por lo cual la impregnación de los sistemas adhesivos se puede lograr con mayor efectividad, lo que debe producir tags de resina con un diámetro mayor, incrementando la resistencia adhesiva (Perdigão *et al.*, 2000).

La desproteinización del sustrato dentinario, puede afectar el desempeño de algunos sistemas adhesivos convencionales (Bianchi *et al.*, 2000; Osório *et al.*, 2000; Russo *et al.*, 2000), disminuyendo la resistencia adhesiva de adhesivos convencionales con solvente a base de agua, después del grabado con ácido fosfórico del sustrato dentinario, seguido de la desproteinización con NaOCl, al contrario de lo observado en los sistemas adhesivos que contienen solvente a base de acetona (Osório *et al.*, 2000), en los cuales la resistencia adhesiva puede aumentar, después de la desproteinización con NaOCl.

En esta investigación fue posible observar que, los adhesivos autocondicionadores One Coat SE Bond Coltène/Whaledent, con solvente a base de agua, y el Xeno III® con solvente a base de agua/etanol no presentaron aumento o disminución en los valores de la resistencia adhesiva, demostrando que, la desproteinización del sustrato dentinario, a través de la aplicación del NaOCl en una concentración de 5,2%, no afecta negativamente la adhesión al sustrato dentinario de los adhesivos autocondicionadores utilizados en esta investigación.

Al contrario de lo observado en esta investigación, algunos autores han reportado una disminución en la resistencia adhesiva de adhesivos convencionales (Bianchi *et al.*, 2000; Osório *et al.*, 2000; Frankenberger *et al.*, 2000; Perdigão *et al.*, 2000; Uceda *et al.*, 2003), lo cual puede ser explicado por el hecho de haber sido utilizados períodos de tiempo o concentraciones de NaOCl superiores al utilizado en el estudio y muchas veces aplicado luego del grabado ácido.

En esta investigación el grabado con ácido fosfórico, sólo fue realizado en el grupo control, en el cual se empleo el sistema adhesivo convencional Adper Single Bond™. En los grupos experimentales que fueron aplicados los sistemas adhesivos autocondicionadores, con y sin desproteinización dentinaria, no fue realizado el grabado con ácido fosfórico previo a su aplicación.

Prati *et al.* (1999) observaron por medio del Microscopio Electrónico de Barrido una superficie de dentina que presentaba tags de resina con un diámetro de 2,0-3,5 μ m, y la formación de *gaps* en el sustrato dentinario condicionado con ácido fosfórico y posteriormente desproteinizado con NaOCl al 1,5%. Igualmente relataron la presencia de tags de resina con un diámetro de 2,5-5,0 μ m, así como un íntimo contacto en la interfase resina-dentina, concordando con las observaciones de este estudio, en el cual se evidenció por medio de la observación en Microscopio Electrónico de Barrido de emisión de campo y del Confocal Laser Scanning Microscope la formación de *gaps* en

la interfase adhesiva, obtenida luego del grabado con ácido fosfórico en el grupo I. Igualmente, se evidenció una íntima adaptación en la interfase adhesiva de los especímenes en los cuales fue realizada la desproteinización dentinaria con NaOCl al 5,2% por 40 seg., activamente antes de la aplicación de los adhesivos autocondicionadores One Coat SE Bond de dos pasos y del XENO III de un paso.

El análisis de la interfase adhesiva, por medio del MEB de emisión de campo, y del "Confocal Laser Scanning Microscope", permitió observar una adhesión-adaptación por parte de los adhesivos autocondicionadores al sustrato dentinario, en la cual se evidencia claramente la formación de tags de resina penetrando en el sustrato dentinario, así como la formación de pequeñas burbujas en el interior de los adhesivos autocondicionadores.

En los grupos donde se realizó la desproteinización dentinaria previamente a la aplicación de los adhesivos autocondicionadores, la interfase adhesiva presentó una mejor adhesión-adaptación entre el sustrato dentinario y la resina compuesta, cuando comparada a la interfase adhesiva obtenida por medio de la aplicación del adhesivo sin desproteinización, concordando con los resultados de los estudios realizados por Prati *et al.* (1999) y Uribe-Echevarría *et al.* (2004).

En las microfotografías obtenidas por medio del MEB de emisión de campo y del CLSM, fue evidenciada la formación de burbujas en el interior de los adhesivos autocondicionadores, siendo esta característica más común cuando se aplicaron los adhesivos sin desproteinización. La formación de estas burbujas, se debe al paso de fluidos o permeabilización de los túbulos dentinarios por medio de la capa del adhesivo; esta permeabilización dentinaria ha sido comúnmente observada por otros autores por medio de estudios de Microscopía Electrónica realizados *in vitro* con sistemas adhesivos simplificados y autocondicionadores (Carvalho *et al.*, 2004; Özok *et al.*, 2004).

Chersoni *et al.* (2004), observaron igualmente una permeabilización de fluido dentinario en algunas áreas localizadas de los sistemas adhesivos autocondicionadores Adper Prompt, XENO III, One-Up Bond F y del i Bond, así como columnas de agua entre la superficie de la capa híbrida y el sistema adhesivo, llamadas de "estructura granular" por Itou *et al.* (2003), concordando con las observaciones de este estudio.

Estas observaciones confirman la idea de que, los adhesivos autocondicionadores pueden funcionar como membranas semipermeables luego de la polimerización, especialmente los adhesivos de un paso. Pero, clínicamente esta permeabilización ocurre de forma lenta, y no podría ser exclusivamente determinante de sensibilidad post-operatoria (Chersoni *et al.*, 2004) en los adhesivos autocondicionadores.

CONCLUSIONES:

Con base en la metodología empleada y a los resultados obtenidos en este estudio, podemos concluir que:

- La desproteinización del sustrato dentinario con solución de NaOCl al 5,2%, no influyó en la resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos autocondicionadores One Coat SE Bond de dos pasos y el XENO®III, pero, contribuyó positivamente en la adaptación de la interfase adhesiva, siendo observada una interfase con mejor permeabilización por parte del adhesivo en la dentina, así como una dismi-

nución en la permeabilidad dentinaria, hecho que fue corroborado a través del análisis de MEB de emisión de campo y del CLSM.

- b) Los modos de fractura fueron predominantemente adhesivos (89,66%).

Agradecimientos: especialmente a todas y cada una de las personas que hicieron parte fundamental de este estudio, a los Drs. Fabio André dos Santos y José Laufer Neto, por su colaboración en el análisis estadístico de los resultados del estudio, a los Drs. Alexandra Reis y Alessandro Dourado Loguercio, por la orientación y oportunos comentarios durante la ejecución del estudio. A la Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes por su especial cariño y oportunos comentarios en la redacción del artículo. A la universidad Estadual de Ponta Grossa, por abrirme sus puertas, a la Universidad del Oeste de Santa Catarina, Brasil, (UNOESC), por facilitar la utilización del laboratorio de materiales dentales; a la Universidad de Valencia, España, y a la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, por facilitar la preparación y posterior análisis de las muestras de este estudio en los laboratorios de microscopio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Al - Ehaideb A, Mohammed H. Shear bond strength of "One Bottle" dentin adhesives. *J P Dent* 2000; 84(4): 408-412.

Batista AL de N, Mezzalira HT, Nóbrega PRP, Batista PL de N. Propriedades Físicas dos Sistemas Adesivos. In: Gomes JC, Calixto AL et al. Editora. Maio. *Estética em Clínica Odontológica*. Curitiba; 2004. p. 23-55.

Bianchi J, Rodrigues Filho LE, César PF, Beck H, Gonzaga CC. Effect of NaOCl on tensile bond strength of dental adhesives. *J Dent Res (IADR Abstracts)* 2000; 79: 194.

Cardoso PEC, Sadek FT. Microtensile bond strength on dentin using new adhesive systems with self etching primers. *Bras J Oral Sci* 2003; jan/mar; 2(4): 156-159.

Carvalho RM, Sano H, Ciucchi B, Yoshiama M, Pashley DH. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de microtração. *Rev Fac Odontol Bauru* 1994; 3: 77-82.

Carvalho R.M. et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto* 2004; Jan./Fev; 2(1): 8-75.

Carrilho MR de O, Reis A, Loguercio SD, Rodrigues Filho LE. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. *Pesqui Odontol Bras* 2002; 16(3): 251-256.

Chain MC, Aust S, Heleno RTB, Lopes GC. Avaliação laboratorial de sistemas adesivos de última geração. *JBC - J Brás Clín Estét Odontol* 2000; 4(20): 61-64.

Chersoni S, Suppa P, Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Yiu C, Huang C, Prati C, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. In vivo and in vitro permeability of One-step Self etch Adhesives. *J Dent Res* 2004; 83(6): 459-464.

Frankenberger R, Kramer N, Oberschachtsiek H, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation after NaOCl pre-treatment. *Operat Dent* 2000; ene/feb; 25(1): 40-45.

Gomes JC. Histórico e perspectivas da odontologia estética adesiva. In: Gomes JC, Calixto AL et al. Editora. Maio. *Estética em Clínica Odontológica*. Curitiba; 2004. p. 13-21.

Itou K, Torii Y, Oyama F, Yoshiyama M, Pashley D. Effect of drying methods on hybrid layer thickness. *Am J Dent* 2003; 16(5): 335-339.

Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater* 2005; fev; 21(2): 103-109.

Koase K, Satoshi I, Noda M, Tanaka T, Kawamoto C, Takahashi A, Nakaoki Y, Sano H. Effect of bur-cut dentin on bond strength using two all-in-one and one two-step adhesive system. *J Adhes Dent* 2004; 6(2): 97-121.

Loguercio AD, Uceda-Gomez N, Carrilho MRO, Reis A. Influence of specimen size and regional variation on long-term resin-dentin bond strength. *Dent Mater* 2005; Mar; 21(3): 224-31.

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): 265-273.

Osogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Tagami J. Effect of self-etching primer Vs phosphoric acid etchant on bonding to bur-prepared dentin. *Operat Dent* 2002; sep/oct; 27(5): 447-454.

Osório E, Osório R, Perdigão J, Toledano M. Influence of NaOCl deproteinization on shear bond strength of Prime & Bond 2.1. *J Dent Res (IADR Abstracts)* 2000; 79: 194.

Osório R, Ceballos L, Tay F, Cabrerizo-Vilchez MA, Toledano M. Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding with a polyalkenoic acid-containing adhesive system. *J Biomed Mater Res* 2002; 60(2): 316-324.

Özok AR, Wu MK, Gee AJ, Wesselink PR. Effect of dentin perfusion on the sealing ability and microtensile bond strength of a total-etch versus an all-in-one adhesive. *Dent Mater* 2004; 20(5): 479-486.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999; 1(4): 299-309.

Perdigão J, Lopes M, Geraldini S, Lopes GC, Garcia F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 2000; 16(5): 311-323.

Perdigão J, Geraldini S, Carmo ARP, Dutra HR. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strength of one-bottle adhesives. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14(1): 31-38.

Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin - dentin bonding. *Dent Mater*. 1999; 15(5): 323-331.

Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, Carvalho RM, Singer JM, Grande RHM. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive system with different solvent bases. *J Adhes Dent* 2003; 5(3): 183-192.

Russo EMA, Carvalho RCR, Matson E, Garcia JFZ. Adhesive strength to dentin after deproteinization of collagen layer. *J Dent Res (IADR Abstracts)* 2000; 79: 194.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley D H. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994; 10: 236-240.

Shinohara MS, Castro AKB de B, Amaral CM, Pimenta LAF. The effect of sodium hypochlorite on microleakage of composite resin restorations using three adhesive systems. *J Adhes Dent* 2004; 6: 123-127.

Tavares JG, Conceição EN. Resistência a microtração de três sistemas adesivos à dentina. *J Brás Clin Odontol Int* 2004; 8(44): 153-156.

Uceda NG, Reis A, Carrilho MR de O, Loguercio AD, Rodrigues LE. Effect of hypochlorite on the bond strength of an adhesive system to superficial and deep dentin. *J Appl Oral Sci* 2003; 11(3): 223-228.

Uribe-Echevarría J, Priotto EG, Lutri P. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. In: Hinojosa G. Editora. Maio. *Adhesión en Odontología Restauradora*. Curitiba; 2003. p. 71-111.

Uribe-Echevarría J, Lutri P, Sezin M. Adhesión a dentina a través de distintos tratamientos del sustrato. Estudio con Confocal Láser Scanning Microscope. *Rev Asoc Odontol Arg* 2004; 92(4): 315-321.

Yamauti M, Hashimoto M, Sano H, Ohno H, Carvalho, RM, Kaga M, Tagami J, Aguchi H, Kubola M. Degradation of resin-dentin bonds using NaOCl storage. *Dent Mater* 2003; 19(5): 399-405.

ARTÍCULO RECIBIDO
20/01/06

ARTÍCULO ACEPTADO:
25/02/06