

## RESTAURACIONES CERÁMICAS: CÓMO CEMENTARLAS?

*Recibido para arbitraje: 25/05/2008*

*Aceptado para publicación: 13/11/2008*

- **Carolina Carlos BERNAL** - Alumna de Maestría en Odontología - Concentración Dentística - Facultad de Odontología de Pernambuco - FOP / UPE
- **Cássio Rocha MEDEIROS** - Alumno de Doctorado en Odontología - Concentración Dentística - Facultad de Odontología de Pernambuco - FOP / UPE
- **Júlia Peixoto CAMPOS** - Alumna de Maestría en Odontología - Concentración Dentística - Facultad de Odontología de Pernambuco - FOP / UPE
- **Marcos A. J. R. MONTES** - Master y Doctor en Materiales Dentários - FOP / UNICAMP - Profesor de la disciplina de Materiales Dentários - FOP / UPE
- **Rodivan BRAZ** - Master y Doctor en Dentística Restauradora - FOP / UPE - Coordinador de los Cursos de Maestría y Doctorado - concentración Dentística - FOP / UPE
- **Vinicius de Melo Santa Cruz NEVES** - Alumno de Maestría en Odontología - Concentración Dentística - Facultad de Odontología de Pernambuco - FOP / UPE

### DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:

**Carolina Carlos BERNAL**

Avenida General Newton Cavalcanti, 1650 - Piso. 9 - Jardim Primavera - CEP 54753 - 220  
Camaragibe - Pernambuco - Brasil - E-mail: [carolcbernal@hotmail.com](mailto:carolcbernal@hotmail.com)

### RESUMEN

En la actualidad ningún material odontológico de uso indirecto sufrió mayor evolución que las cerámicas. El aumento del contenido cristalino mejoró sus propiedades mecánicas, aumentando las opciones de sus indicaciones clínicas. Por lo tanto, esas alteraciones en la composición llevaron a una diferenciación de los procedimientos para la cementación. Anteriormente, la cementación adhesiva era obligatoria para todas las cerámicas, lo que actualmente ya no es una verdad absoluta. De esta manera, el objetivo de este trabajo de revisión de literatura es establecer el protocolo más indicado para la cementación de las diversas categorías de sistemas cerámicos, teniendo como base las características estructurales de cada material, dando los subsidios para elegir el correcto tratamiento de superficie, agente cementante y sistema adhesivo.

**Palabras-clave:** Cementos dentarios, cerámica, porcelana dentária.

### ABSTRACT

At the present time no dental material for indirect restorations developed more than ceramics. The augmented crystalline content improved their mechanical properties increasing their range of clinical indications. However, these composition alterations carried to different surface treatments protocols for cementation. Previously, the adhesive luting was the standard procedure for all ceramics; nowadays these differences in composition represent a challenge for the clinician, regarding the surface treatment and luting procedures. Thus, the objective of this revision is to establish the most suitable protocol for surface treatment and cementation of several ceramic systems, based on the structural characteristics of each material, giving assistance for a correct choice of the correct surface treatment, luting agent and adhesive system.

**Key-words:** dental cements, ceramic, dental porcelain.

## INTRODUCCIÓN

La constante búsqueda por materiales estéticos, biocompatibles y con excelentes propiedades mecánicas continua siendo la gran prioridad de la Odontología Restauradora.

En la actualidad, existen cada vez más pacientes altamente informados y conocedores de las últimas novedades en tratamientos estéticos. Esto gracias a la ayuda de los medios de comunicación que enaltecen la imagen de hombres y mujeres con cuerpos bien delineados y sonrisas perfectas, siempre relacionando este aspecto visual con el grado de importancia que los individuos dan a la propia salud. En este contexto, la búsqueda por la estética no puede ser entendida simplemente como vanidad, algo "banal" o sin importancia.

El desarrollo de los sistemas adhesivos y de los cementos resinosos posibilitó el restablecimiento de la estética y de la función en dientes extremadamente destruidos. La cementación adhesiva además de garantizar una mayor retención de la pieza protésica al remanente dental, principalmente en los casos de coronas cortas y/o muy expulsivas, promueve un mejor sellado dentinario y aumenta la resistencia del conjunto diente/restauración. Por tanto, las superficies del diente y de la pieza protésica requieren tratamientos protésicos previos que promoverán la unión entre el tejido dentario y el cemento resinoso y de este con el material restaurador. La unión del cemento resinoso al diente se debe al empleo de los sistemas adhesivos, y la unión del cemento resinoso a la pieza protésica dependerá del tipo de tratamiento realizado en la superficie interna de la misma. La literatura presenta diferentes técnicas de tratamiento de superficie, que incluyen asperización de la superficie interna de la pieza protésica con puntas diamantadas (1,2), chorro de partículas de óxido de aluminio, condicionamiento con ácido fluorhídrico, bifluoreto de amonio o fluor fosfato acidulado y la silanización. (1,3-6) Existen métodos alternativos de tratamiento de superficie, como es el caso de la utilización de los sistemas Silicoater, Rocatec, CoJet y PyroSil Pen, desarrollados inicialmente para el empleo en ligas metálicas. (7,8) Estos sistemas hacen una deposición de sílica en la superficie interna de la pieza, ya sea por un tratamiento triboquímico, pirogénico o eletrolítico, promoviendo la posibilidad de una silanización efectiva, favoreciendo la cementación adhesiva en las piezas donde el contenido de sílica es bien reducido o inexistente.

Acompañando la evolución tecnológica de los agentes de unión, muchos materiales restauradores estéticos han sido desarrollados, en el sentido de unir las propiedades biomecánicas y estéticas, posibilitando la confección de restauraciones libres de metal (metal free). 9 Como ejemplo tenemos: las restauraciones indirectas de resina compuesta, cerámico y cerámica. Las cerámicas de un modo general son los materiales que presentan mejores propiedades mecánicas y estéticas para sustituir el sustrato dental perdido en grandes reconstrucciones. Actualmente, en el mercado odontológico, existe una gran variedad de materiales cerámicos con diferentes composiciones y diversas formas de procesamiento, lo que torna complicado clasificarlos. En este estudio dividimos las cerámicas, conforme su composición, en cerámicas ricas en matriz vítrea (porcelana y vitro-cerámicas) y cerámicas cristalinas.

El presente trabajo fue basado en una investigación realizada en el banco de datos PubMed y otras fuentes de literatura sobre cementación, con el objetivo de ofrecer informaciones actualizadas sobre los protocolos para la cementación adhesiva de restauraciones en cerámica.

## SISTEMAS ADHESIVOS

En el año 2001, Sanares y cols (10) observaron que sistemas adhesivos simplificados empleados con una resina químicamente activada mostraba valores de resistencia de unión menores que cuando eran utilizados en conjunto con una resina fotoactivada. Los autores atribuían dos posibles razones a esta incompatibilidad de unión con la resina químicamente activada. La principal sería la acidez de los sistemas adhesivos simplificados, que degradaría la amina terciaria responsable por la activación del

proceso de polimerización en la resina químicamente activada. El otro factor coadyuvante sería la inclusión de bolas de aire durante la manipulación de la resina químicamente activada, que favorecería fallas cohesivas en la resina.

En el año 2003, Pfeifer y cols (11), compararon el uso de sistemas adhesivos simplificados con un sistema adhesivo convencional de 3 pasos (Scotchbond MP), empleados con cementos resinosos. Los cementos resinosos fueron utilizados en el modo de polimerización "dual" y auto-polimerizable. El Scotchbond MP fue el único sistema adhesivo que presentó resultados similares cuando fue asociado a los cementos de curado "dual" y químicamente ativados. Para los otros adhesivos, las diferencias de resistencia de unión con los modos de activación de los cementos alcanzaron del 33 a 76%. Los autores concluyeron que los sistemas adhesivos simplificados pueden interactuar negativamente con cementos de curado "dual" usados en la ausencia de fotoactivación, resultando en una significativa caída de valores de resistencia de unión.

En el 2004, Tay y cols (12), evaluaron la permeabilidad de los sistemas adhesivos de un paso simplificado después de la polimerización. Fueron utilizados adhesivos a base de etanol y a base de acetona. Los resultados sugirieron que adhesivos monofrasco (primer y adhesivo en un monoenvase), independiente del solvente base (acetona o etanol), se comportan como membranas permeables después de la polimerización. Los autores concluyeron que el fenómeno de la permeabilidad adhesiva aumentada parece ser una característica de los adhesivos simplificados, probablemente causada por la ausencia de un adhesivo más hidrofóbico como es empleado en los sistemas adhesivos convencionales (3 pasos).

#### **CERÁMICAS RICAS EN MATRIZ VÍTREA**

En 1997, Matsumura y cols (13), analizaron la resistencia de unión al corte de una porcelana feldespática en dos cementos resinosos (Clapearl DC y Panavia 21), utilizando tres tipos de silano. Las muestras de porcelana fueron tratadas con un chorro de óxido de aluminio antes de la aplicación de los silanos (Clapearl Bond Agent, Clarfil Porcelain Bond y Panavia Ceram). El grupo control no recibió ningún tratamiento. La resistencia de unión después del termociclaje disminuyó considerablemente en el grupo control. Los autores concluyeron que la ausencia del silano fue significativa en la unión con la porcelana.

En el año 2000, Della Bona y cols (14), estudiaron la resistencia de unión a la microtracción entre las cerámicas Empress I (E1) y Empress II (E2) y el compósito Z100. Grupo 1: ácido hidrofluorhídrico al 9.6% (HF) con E1; Grupo 2: fluor fosfato acidulado al 4% (APF) con E1; Grupo 3: Silano (S) con E1; Grupo 4: HF + S con E1; Grupo 5: APF + S con E1; Grupo 6: HF con E2; Grupo 7: APF con E2; Grupo 8: S con E2; Grupo 9: HF + S con E2; Grupo 10: APF + S con E2. La mayor resistencia de unión ocurrió en el Grupo 9 (HF + S / E2). Las muestras condicionadas con HF revelaron mayor resistencia de unión que los usados con APF en las cerámicas E1 y E2. Los autores concluyeron que la resistencia de unión es controlada principalmente por la microestructura de la cerámica y por el tipo de tratamiento de superficie.

En el 2001, Jedyakiewicz y Martin (159), compararon el efecto del Silicoater con otros tratamientos de superficie en una porcelana (Vita Cerec Mark II) y una vitro-cerámica (Dicor, Dentsply/Corning). No hubo diferencia significativa entre la porcelana condicionada con el ácido fluorhídrico, porcelana tratada con Silicoater o la vitro-cerámica condicionada. Sin embargo la vitro-cerámica tratada con Silicoater mostró un aumento significativo ( $p=0,02$ ) en la resistencia de unión.

En el 2003, Özcan y Vallittu (16), evaluaron el efecto de tres tratamientos de superficie diferentes en seis cerámicas dentales comerciales, entre ella una porcelana reforzada por leucita (Finesse; Ceramco, Burlington, NJ, USA) y una cerámica de disilicato de litio (Empress II; Ivoclar). Los tratamientos fueron: (1) ácido fluorhídrico, (2) chorro con óxido de aluminio, (3) tratamiento triboquímico. Todas las muestras fueron silanizadas después de la aplicación de uno de los tratamientos anteriormente mencionados. Para la Finesse y para el Empress II el condicionamiento con ácido fluorhídrico fue el tratamiento más efectivo.

En el 2004, Filho y cols (17), estudiaron la resistencia de unión a la microtracción entre un compósito y

una cerámica IPS Empress II sobre los siguientes tratamientos de superficie: (G1) condicionamiento con ácido fluorhídrico al 9.5% (HF) por 20 segundos y silanización por 3 minutos (S); (G2) silanización por 3 minutos; (G3) condicionamiento con ácido fluorhídrico al 9.5% por 20 segundos; (G4) sin tratamiento. Todas las muestras del Grupo 4 tuvieron fallas adhesivas durante el ensayo y fueron eliminadas. El Grupo 1 (HF + S) obtuvo la mayor resistencia de unión, seguido por el Grupo 2 (S) y después el Grupo 3 (HF). Los resultados mostraron que el uso del silano es el factor responsable por la unión de la resina a la cerámica.

En el 2006, Nagayassu y cols (18), evaluaron la resistencia de unión al corte entre un cemento resinoso y una porcelana feldspática sometida a diferentes tratamientos de superficie. Todas las muestras fueron silanizadas y divididas en: (1) ácido fluorhídrico al 10% (HF) por 2 minutos; (2) HF al 10% por 4 minutos; (3) chorro a 50 µm de óxido de aluminio por 5 segundos; (4) chorro + HF por 2 minutos; (5) chorro + HF por 4 minutos; (6) control (sin tratamiento). El condicionamiento ácido por 2 minutos presentó resultados significativamente superiores al condicionamiento por 4 minutos ( $p < 0.05$ ) y al grupo control ( $p < 0.05$ ), mas no difirió estadísticamente del chorro asociado al ácido fluorhídrico por 2 o 4 min. ( $p > 0.05$ ). Los autores concluyeron que solamente el uso del ácido fluorhídrico por 2 minutos es suficiente para aumentar la resistencia de unión.

En el 2007, Brentel y cols (19), observaron la resistencia de unión entre un cemento resinoso (Panavia F) y una cerámica feldspática sometida a diferentes tratamientos de superficie: condicionamiento con ácido fluorhídrico al 10% (HF), fluor fosfato acidulado 1.23% (APF) y silanización. En los grupos que tuvieron aplicación de silano hubo un aumento significativo de resistencia de unión ( $p < 0,0001$ ). Los grupos que fueron condicionados con HF y silanizados obtuvieron mejores resultados que los grupos tratados con APF.

En el 2007, Sálvio y cols (20), estudiaron el efecto de almacenamiento en agua (24 horas y 1 año) en la resistencia de unión a la tracción entre el cemento resinoso Variolink II y cerámica IPS Empress II sometida a diferentes tratamientos de superficie: (1) condicionados con ácido fluorhídrico al 10% (HF) por 20 segundos con 24 horas; (2) chorros con 50 µm de óxido de aluminio por 5 segundos con 24 horas; (3) chorros con 100 µm de óxido de aluminio con 24 horas; (4) condicionados con ácido fluorhídrico al 10% por 20 segundos por 1 año; (5) chorros con 50 µm de óxido de aluminio por 5 segundos por 1 año; (6) chorros con 100 µm de óxido de aluminio por 1 año. El condicionamiento con HF al 10% presentó resultados de resistencia de unión significativamente superiores cuando fueron comparados al tratamiento con chorro de óxido de aluminio a 50 µm y 100 µm ( $p < 0.05$ ). El chorro de óxido de aluminio a 50 µm ocasionó mayor resistencia a la tracción que con 100 µm ( $p < 0.05$ ). Los valores de resistencia de unión en el tiempo de almacenamiento de 24 horas, en los tres tratamientos de superficie, fueron significativamente mayores que en el tiempo de 1 año ( $p < 0.05$ ).

### CERÁMICAS CRISTALINAS

En el 2000, Madani y cols 21, estudiaron los valores de resistencia de unión al corte entre el cemento resinoso Panavia 21 y la cerámica In-Ceram después de ser sometidos a tratamientos de superficie: (G1) ácido fluorhídrico al 9,5% (HF) por 120 segundos; (G2) HF por 120 segundos; (G3) chorro con óxido de aluminio a 50 µm por 30 segundos y (G4) porcelana Vitadur Alpha con ácido fluorhídrico al 5% por 120 segundos (grupo control). Todas las muestras fueron silanizadas. La mayor resistencia de unión obtenida fue para el grupo G3. Valores similares fueron obtenidos con la porcelana Vitadur Alpha cuando condicionados con 5% de ácido fluorhídrico. Se concluyó que para el uso de la cerámica In-Ceram, el chorro con óxido de aluminio presentó mejores resultados que el condicionamiento con ácido fluorhídrico.

En 2003, Özcan y Vallitu (16), analizaron el efecto de tres tratamientos de superficie diferentes en seis cerámicas dentales comerciales, siendo cuatro cerámicas cristalinas (In-Ceram / INC-AL; Celay / INC-ZR; Procera® AllCeram / PRO y una cerámica de alúmina experimental / EAL) y dos cerámicas vítreas (Finesse / FIN y Empress II / EMP II). Los tratamientos fueron: (1) ácido fluorhídrico, (2) chorro con óxido de aluminio, (3) tratamiento triboquímico. Las muestras fueron analizadas con y sin termociclaje. El condicionamiento ácido en las cerámicas vítreas exhibió valores significativamente mayores de resistencia

de unión (26.4 - 29.4 MPa) que las cerámicas reforzadas por alúmina (5.3 - 18.1 MPa) o dióxido de zirconia (8.1 MPa) ( $p < 0.001$ ). El tratamiento triboquímico con sílica seguido de la silanización aumentó la resistencia de unión significativamente para las cerámicas reforzadas por alúmina (8.5 - 21.8 MPa) e infiltradas por dióxido de zirconia (17.4 MPa) ( $p < 0.001$ ). El chorro de las superficies cerámicas aumentó la resistencia de unión para las cerámicas ricas en alúmina y los valores aumentaron todavía más, después del tratamiento triboquímico/silanización. El termociclaje disminuyó significativamente los valores de resistencia de unión para todos los materiales.

En el 2004, Hummel y Kern (22), evaluaron la resistencia de unión a la microtracción entre sistemas adhesivos y una cerámica cristalina (Procera). Las muestras fueron divididas en 10 diferentes grupos de acuerdo con los siguientes tratamientos: (S-V) Variolink II + Heliobond + chorro; (S-RV) tratamiento triboquímico con Rocatec + Variolink II + Heliobond; (O-AV) Alloy Primer + Variolink II + Heliobond; (S-AV) Alloy Primer + Variolink II + Heliobond + chorro; (O-SV) Monobond S + Variolink II + Heliobond; (S-SV) Monobond S + Variolink II + Heliobond + chorro; (O-SB) Superbond C&B; (S-SB) Superbond C&B + chorro; (O-P) Panavia 21; (S-P) Panavia 21 + chorro. Las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C por 3 días o 150 días. Los grupos no tratados con chorro mostraron pobre resistencia de unión independientemente de los adhesivos usados. Después de 150 días de almacenamiento, todas las muestras sin el tratamiento de chorro tuvieron fallas espontáneas. Los mejores resultados fueron encontrados con el uso de Panavia 21 + chorro (S-P). De esta manera, la resistencia de unión de los grupos tratados con chorro y unidos con Variolink II después del uso de Alloy Primer o Monobond S fueron relativamente altas y no disminuyeron significativamente después de 150 días de almacenamiento en agua. Los autores concluyeron que los cementos que contienen MDP en su composición son indicados para la cementación de cerámicas de zirconia.

En el 2004, Valandro y cols (23), estudiaron la resistencia de unión entre una cerámica reforzada con alúmina y un cemento resinoso utilizando el tratamiento de superficie triboquímico. Bloques de In-Ceram Alúmina fueron tratados con: (G1) chorro con 110  $\mu\text{m}$  de óxido de aluminio; (G2) sistema Rocatec (Rocatec pré, plus y silano); (G3) sistema CoJet (chorro CoJet + Silano-ESPE). Los bloques cerámicos fueron cementados con el cemento Panavia F. Los resultados de resistencia de unión fueron (G1)  $16.8 \pm 3.2$  MPa; (G2)  $30.6 \pm 4.5$  MPa; (G3)  $33 \pm 5.0$  MPa. No hubo diferencia significativa entre G2 y G3. Se concluyó que el tratamiento triboquímico (Rocatec y CoJet) aumenta la resistencia de unión entre el Panavia F y el In Ceram Alumina.

En el 2005, Bottino y cols (24), propusieron la hipótesis que el tratamiento triboquímico aumenta la resistencia de unión entre una cerámica infiltrada por zirconia (In-Ceram Zirconia) y un cemento resinoso. Los tratamientos de superficie fueron: chorro con 110  $\mu\text{m}$  de óxido de aluminio; tratamiento triboquímico Rocatec y Sistema CoJet. Los resultados confirmaron que no hubo diferencia significativa entre el uso del sistema Rocatec y CoJet y esos sistemas aumentan la resistencia de unión entre un cemento resinoso y el In-Ceram Zirconia.

En el 2006, Amaral y cols (25), compararon el efecto de tres diferentes métodos de tratamiento de superficie (chorro, Rocatec y CoJet) en la resistencia de unión a la microtracción entre un cemento resinoso (Panavia F) y una cerámica infiltrada y reforzada por zirconia. Las muestras fueron divididas siguiendo los siguientes tratamientos: (1) chorro con óxido de aluminio a 110  $\mu\text{m}$  + silanización; (2) Rocatec pré y plus + silanización; (3) Cojet + silanización. El Tratamiento triboquímico usando Rocatec o CoJet ( $26.7 \pm 2.1$  MPa) seguido de silanización aumentó la resistencia de unión entre el cemento resinoso Panavia F y la cerámica de zirconia comparado con el uso de solamente chorro de óxido de aluminio a 110  $\mu\text{m}$  ( $20.5 \pm 3.8$  MPa) (ANOVA,  $p < 0.05$ ).

En el año 2006, Atsu y cols (26), analizaron la resistencia de unión al cizallamiento entre una cerámica de zirconia (Cercon) y un compuesto resinoso, comparando los siguientes tratamientos de superficie: chorro con óxido de aluminio, silanización, tratamiento triboquímico y la combinación adhesivo/silano. Las superficies cerámicas fueron tratadas mediante chorro con 125  $\mu\text{m}$  de óxido de aluminio y posteriormente divididas en 6 grupos: Grupo C, sin tratamiento (control); Grupo SIL, silanizados (Clearfil

Porcelain Bond Activator); Grupo BSIL, aplicación de un adhesivo conteniendo MDP/ silano (Clearfil Liner Bond 2V/ Porcelain Bond Activator); Grupo SC, tratamiento triboquímico con sílica (CoJet); y Grupo SCBSIL, tratamiento triboquímico, adhesivo con MDP y silano (Clearfil Liner Bond 2V/ Porcelain Bond Activator). Los cilindros de compuesto fueron unidos con la superficie de la cerámica tratada usando un cemento resinoso que contiene MDP (Panavia 21). La resistencia de unión fue significativamente mayor en el grupo SCBSIL que en los grupos C, SIL y BSIL ( $p < 0.001$ ), sin embargo no fue significativamente diferente cuando comparados con los grupos SC y SCBSIL. Se concluyó que el tratamiento triboquímico (CoJet), asociado a un adhesivo que contiene MDP y al agente silano, aumenta la resistencia de unión entre una cerámica de zirconia y el cemento resinoso Panavia F.

En el año 2007, Blatz y cols (27), evaluaron la resistencia de unión al corte, a largo plazo, entre una cerámica de Zirconia (Lava) y diferentes cementos resinosos (RelyX Unicem, Panavia F, RelyX Luting) usando los siguientes tratamientos de superficie: chorro de óxido de aluminio, tratamiento triboquímico con Rocatec, pulido y sin tratamiento (control). El uso del tratamiento triboquímico con Rocatec promovió los mayores valores de resistencia de unión con todos los cementos probados. De igual manera, el uso del chorro de óxido de aluminio con el cemento resinoso Panavia F alcanzó valores similares en la resistencia de unión. Se concluyó que el tratamiento de chorro asociado a un cemento resinoso que contenga MDP en su composición o el uso de Rocatec con cualquiera de los cementos probados ofrecen altos valores de resistencia de unión.

En el 2007, Kiyon y cols (28), estudiaron la resistencia de unión entre un cemento resinoso y las cerámicas In Ceram Alumina y IPS Empress II, según los siguientes tratamientos de superficie: chorro con óxido de aluminio a 50  $\mu\text{m}$ ; tratamiento triboquímico con Rocatec; chorro + ácido fluorhídrico por 2 minutos en In Ceram y 20 segundos en Empress II. Después de los tratamientos de superficie, las muestras fueron silanizadas y cementadas con RelyX Unicem. Para la cerámica IPS Empress II la mayor media de resistencia de unión fue mediante el condicionamiento con ácido fluorhídrico (14.49 MPa) y para el In Ceram fue con el sistema Rocatec (20.40 MPa).

## DISCUSIÓN

Los procedimientos restauradores indirectos son muy comunes en la clínica diaria actual. En estos casos se debe tener un cuidado especial con el proceso de cementación, pues la gran mayoría de los fracasos ocurren exactamente en la interfase diente / pieza protética. Son varias las preguntas que nos hacemos en este momento: Realizar una cementación convencional o adhesiva?Cuál es el sistema adhesivo y el cemento resinoso que debemos usar? Qué tratamiento de superficie debe ser realizado?. Como podemos percibir que el proceso de cementación reúne una serie de variables que actúan en conjunto, donde una falla en cualquiera de sus etapas lleva al fracaso de todo el procedimiento.

En los días actuales, las cerámicas se vienen constituyendo en la principal alternativa de tratamiento indirecto para las reconstrucciones libres de metal. La cerámica feldespática (feldespato, cuarzo y caolin), primera categoría de esos materiales a ser introducida en el mercado, presentaba baja resistencia mecánica, lo que limitaba sus indicaciones clínicas. Surgieron posteriormente las cerámicas aluminizadas de cobertura (Vitadur Alpha/ Vita, etc) y las cerámicas aluminizadas de infraestructura (Sistema In-Ceram / Vita; Procera AllCeram / Nobel Biocare), con mejores propiedades mecánicas, posibilitando la sustitución del metal en coronas unitarias y pequeñas rehabilitaciones. En consecuencia, como respuesta a la gran búsqueda por estos materiales surgió las vitro-cerámicas (Dicor, Cerec, Empress I y II, etc) y las cerámicas de zirconia (Procera AllZircon, Cercon, Lava, Cerec 3, etc.). Como vemos existen muchas opciones de materiales cerámicos con composiciones bien diversas. Toda esta evolución llevó a una diferenciación en el proceso de cementación para cada categoría de cerámicas, siendo que estos datos no fueron bien informados a los clínicos.

El tipo de cementación (convencional o adhesiva) está directamente relacionada a la resistencia mecánica de la cerámica utilizada. Así mismo, debido a la poca o relativamente baja resistencia mecánica de las cerámicas ricas en matriz vítrea (porcelanas y vitro-cerámicas) se torna obligatorio el procedimiento de

cementación adhesiva. Por lo tanto, para las cerámicas con alto contenido de cristales que presentan resistencia mecánica superior a las anteriores, una cementación convencional con cemento de fosfato de zinc, ionómero de vidrio y cemento resinoso puede ser ejecutada, aunque la cementación adhesiva sea siempre la opción más indicada.

Cuando tomamos la decisión de realizar una cementación adhesiva, el primer paso es seleccionar el sistema adhesivo a ser utilizado en la superficie dental. Algunos estudios 10-12 demuestran la incompatibilidad de los sistemas adhesivos simplificados con el modo de activación química de materiales de naturaleza resinosa. De esta manera, cementos resinosos químicamente activados o los de polimerización dual tienen su resistencia de unión perjudicadas con el uso de estos sistemas adhesivos. Otro punto negativo del uso de estos sistemas es el hecho de ser considerados "membranas permeables" 12, lo que lleva a cuestionar sobre la durabilidad efectiva de su unión con el substrato dental. Posteriormente fue recomendado el uso de sistemas adhesivos convencionales (3 pasos) para la realización de cementaciones adhesivas.(11)

De acuerdo con la mayoría de los estudios (29-44) el mejor tratamiento de superficie para las cerámicas ricas en matriz vítrea (porcelanas y vitro-cerámicas) sería el uso del condicionamiento con ácido fluorhídrico al 10%, asociado a la silanización. En estos trabajos el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico fluctuaron entre 120 a 300 segundos (29,30), dependiendo de la cerámica utilizada, no debiendo ser superior a este intervalo, pues tiempos adicionales resultarían en una disminución de la resistencia de unión (30). El ácido fluorhídrico disuelve fácilmente el vidrio (matriz), exponiendo los cristales, creando las retenciones micromecánicas en la estructura de la pieza, esenciales para la unión con el cemento resinoso. Un tiempo excesivo de condicionamiento promueve la completa disolución de la matriz vítrea alrededor de los cristales, provocando el dislocamiento de los mismos, disminuyendo las retenciones micromecánicas y fragilizando la pieza protética. El chorro con partículas de óxido de aluminio es el factor coadyuvante para esa categoría de cerámicas. El estudio de Thurmod y cols (36) mostró que el chorro con óxido de aluminio asociado al condicionamiento con ácido fluorhídrico y silanización obtuvieron mayores valores de resistencia de unión comparados con el empleo del ácido fluorhídrico y silanización solamente, no obstante estos valores no fueron estadísticamente significantes.

En las cerámicas con alto contenido de cristales, por la ínfima o completa ausencia de matriz vítrea, el proceso de cementación adhesiva se torna más complejo. Es en la matriz vítrea que encontramos la sílica, componente fundamental para la unión del silano. Siendo de esta manera que la silanización en estas piezas se torna ineficaz. Se debe enfatizar que la resistencia de unión entre una superficie condicionada sin la silanización es menor en torno de 65% que en las superficies silanizadas (45-47). En adición, el condicionamiento con ácido fluorhídrico, estándar para las categorías anteriores de cerámicas, también se torna despreciable, ya que este ácido no tiene poder para condicionar los cristales cerámicos, solamente condicionan la matriz vítrea. Seguidamente, podemos realizar el condicionamiento con chorro de óxido de aluminio y proceder a la cementación convencional, ya sea con cemento de fosfato de zinc, ionómero de vidrio o cemento resinoso. Si optamos por una cementación adhesiva tendremos que hacer uso de abordajes adicionales. Por lo tanto, podemos utilizar el tratamiento triboquímico, primariamente desarrollado para piezas metálicas, que promueven la deposición de sílica en la superficie de la pieza, permitiendo la silanización y la cementación adhesiva. (48-50) Existen actualmente en el mercado una variedad de marcas comerciales, el sistema Rocatec es el más utilizado en laboratorios dentales. (48, 51-52)

Varios autores (24,26,27,50) también han demostrado que los cementos resinosos que contengan MDP en su composición, asociados al uso de silanos, promueven altos valores de resistencia de unión a cerámicas ricas en zirconia. En estos trabajos el aumento de resistencia de unión, atribuida a la presencia de MDP, puede ser justificado por la afinidad del monómero a los óxidos metálicos presentes en abundancia en la cerámicas cristalinas, particularmente a las ricas en zirconia.

## CONCLUSIONES

1. Los sistemas adhesivos convencionales (3 pasos) son los más indicados para las técnicas de cementación adhesiva.
2. En las cerámicas ricas en matriz vítrea (porcelanas y vitro-cerámicas), el tratamiento con ácido fluorhídrico seguido de la silanización, ha demostrado resultados significativos;
3. En las cerámicas cristalinas estaría indicado solamente el condicionamiento con chorro de óxido de aluminio para una cementación convencional. En los casos que se opte por una cementación adhesiva, el tratamiento de la superficie interna de la pieza protésica con sistemas triboquímicos asociado al uso de silanos debe ser indicado. Otra posibilidad de unión adhesiva sería el uso de cementos resinosos que contengan MDP asociados a la silanización de la pieza con el uso de primers metálicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lacy AM, LaLuz J, Watanable LG, Delinges M. Effect of the porcelain surface treatment on the bond to composite. *J Prosthet Dent* 1988; 60(3): 288-291.
2. Özden AN, Akaltan F, Can G. Effect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cement. *J Prosthet Dent* 1994; 72(1): 85-88.
3. Jones GE, Boksman L, McConnell RJ. Effect of etching technique on the clinical performance of porcelain veneers. *Quintessence Dental Technol* 1986; 10(10): 635-637.
4. Nelson E, Barght N. Effect of APF etching time on resin bonded porcelain. *J Dental Res* 1986; 68: 271-73.
5. Hayakawa T, Horie K, Aida M, Kanaya H, Kobayashi T, Murata Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent mater* 1992; 8(4): 238-240
6. Garber DA, Goldstein RE, Feinm RA. *Porcelain Laminate Veneers*. Chicago, IL, Quintessence 1998: 11-50.
7. Janda R, Roulet JF, Wulf M, Tiller H-J. A new adhesive technology for all-ceramics. *Dent mater* 2003; 19(6): 567-573.
8. Tiller H-J, Wulf M, Roulet JF. Der Silano Pen - Ein "Mini Silicoater" ode rein neus Verbundsystem? *Quintessenz Zahntec* 2001; 27: 316-320.
9. Özcan M, Alkumuru HN, Gemalmaz D. The effect of surface treatment on the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. *Int J Prosthodont* 2001; 14(4): 335-339.
10. Sanares AME, Itthaoarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 2001, 17: 542-56.
11. Pfeifer C, Shihd D, Braga RR. Compatibility of dental adhesives and dual-cure cements. *Am J*



- Dent 2003; 16(4): 235-8.
12. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaquet S, Pashley DH, Carvalho RM, Laia CNS. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. J Dent 2004; 32:611-621.
  13. Matsumura H, Hidetachi K, Mitsuru A. Shear bond strength to feldspathic porcelain of two luting cements in combination with three surface treatments. J Prosthet Dent 1997; 78(5): 511-517.
  14. Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C. Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics. J Adhes Dent 2000; 2(4): 305-313.
  15. Jedynakiewicz NM, Martin N. The effect of surface coating on the bond strength of machinable ceramics. Biomater 2001; 22(7): 749-52.
  16. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. Dent Mater 2003; 19:725-31.
  17. Filho AM, Vieira LC, Araújo E, Monteiro Júnior S. Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength. J Prosthodont 2004; 13 (1): 28-35.
  18. Nagayassu MP, Shintome LK, Uemura ES, de Araujo JEJ. Effect of surface treatment on the shear bond strength of a resin-based cement to porcelain. Braz Dent J 2006; 17(4): 290-295.
  19. Brentel AS, Özcan M, Valandro LF, Alarça LG, Amaral R, Bottino MA. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimes in dry and aged conditions. Dent Mater 2007; 23(11): 1323-31.
  20. Salvio LA, Correr-Sobrinho L, Consani S, Sinhoreti MA, de Goes MF, Knowles JC. Effect of water storage and surface treatments on the tensile bond strength of IPS Empress 2 ceramic. J Prosthodont 2007; 16(3):192-199.
  21. Madani M, Chu FC, McDonald AV, Smales RJ. Effects of surface treatments on shear bond strengths between a resin cement and an alumina core. J Prosthet Dent 2000; 83(6): 644-647.
  22. Hummel M, Kern M. Durability of the resin bond strength to the alumina ceramic Procera. Dent Mater 2004; 20(5): 498-508.
  23. Valandro LF, Leite FP, Scotti R, Bottino MA, Niesser MP. Effect of ceramic surface treatment on the microtensile bond strength between a resin cement and an alumina-based ceramic. J Adhes Dent 2004; 6(4): 327-332.
  24. Bottino MA, Valandro LF, Scotti R, Buso L. Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic. Int J Prosthodont 2005; 18(1): 60-65.
  25. Amaral R, Özcan M, Bottino MA, Valandro LF. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: The effect of surface conditioning. Dent Mater 2006; 22(3): 283-290.
  26. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. J Prosthet Dent. 2006; 95(6): 430-436.

27. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int* 2007; 38(9): 745-753.
28. Kiyani VH, Saraceni CH, da Silveira BL, Aranha AC, Eduardo Cda P. The influence of internal surface treatments on tensile bond strength for two ceramic systems. *Oper Dent* 2007; 32(5): 457-65.
29. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res* 1987; 66(9): 1460-1465.
30. Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. *Am J Dent* 1993; 6(3): 155-158.
31. Shiu P, De Souza-Zaroni WC, Eduardo Cde P, Youssef MN. Effect of feldspathic ceramic surface treatments on bond strength to resin cement. *Photomedicine and laser surgery* 2007; 25(4): 291-296.
32. Kim BK, Bae HE, Shim JS, Lee KW. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent* 2005; 94(4): 357-362.
33. Pelógia F, Valandro LF, Brigagão V, Neisser MP, Bottino MA. Resin Microtensile bond strength to feldspathic ceramic: Hydrofluoric acid etching vs. tribochemical silica coating. *Int J Prosthodont* 2007; 20(5): 532-534.
34. Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. The effect of different etching times of acidulated phosphate fluoride gel on the shear bond strength of high-leucite ceramics bonded to composite resin. *J Prosthet Dent* 2007; 98(1): 17-23.
35. Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strength of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994; 72(4): 355-359.
36. Saraçoğlu A, Cura C, Çotert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil* 2004; 31(8): 790-797.
37. Simonsen RJ, Calamia JR. Tensile bond strength of etched porcelain. *J Dental Res* 1983; 49: 401-403.
38. Hayakawa T, Horie K, Aida M, Kanaya H, Kobayashi T, Murata Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent Mater* 1992; 8(4): 238-240.
39. Sulimam AH, Swift EJ, Perdiago J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. *J Prosthet Dent* 1993; 70(2): 118-120.
40. Yen TW, Blackman RB, Baez RJ. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. *J Prosthet Dent* 1993; 70(3): 224-233.
41. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite resin to porcelain with various surface condition. *J Prosthet Dent* 1995; 73(5): 464-470.
42. Barbosa VL, Almeida MA, Chevitaese O, Keith O. Direct bonding to porcelain. *Am J Orthodont*

Dentofacial Orthoped 1995; 107(2): 159-164.

43. Stacey GD. A shear stress analysis of the bonding of porcelain veneering to enamel. . J Prosthet Dent 1993; 70(5): 395-402.
44. Jardel U, Degrange M, Picard B, Derrien G. Surface energy of etched ceramic. Int J Prosthodont 1999; 12(5): 415-418.
45. Meiners H, Herrmann R, Spitzbarth S. Zur Verbundfestigkeitdes Rocatec-Systems. Dental Labor 1990; 38(2): 185-188.
46. Janda R. Part 2. Adhesive systems for dentistry and dental technique. Adhesives and adhesive techniques]. Dental Labor 1992; 40(4): 615-627.
47. May KB, Fox J, Razzoog ME, Lang BR. Silane to enhance the bond between polymethyl methacrylate and titanium. J Prosthet Dent 1995; 73(5): 428-431.
48. Özcan M. The use of chairside silica coating for different dental applications: a clinical report. J Prosthet Dent 2002; 87(5): 469-472.
49. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology and changes in the surface composition. J Prosthet Dent 1994; 71(5): 453-461.
50. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. Dent Mater 1998; 14(1): 64-71.
51. Matinlinna JP, VallituK. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces-an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. J Oral Rehabil 2007; 34(8):622-630.
52. Krämer N, Popp S, Sindel J, Frankenber R. Einfluss der Vorbehandlung von Kompositinlays auf die Verbundfestigkeit. Dtsch Zahnarzt Z 1996; 51: 598-601.