



Universidad de Cuenca



## **UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

### **ESTUDIO "IN VITRO" DE LA RESISTENCIA ADHESIVA EN LA INTERFAZ DE RESINA ENTRE LA BASE DEL PAD Y EL CEMENTO RESINOSO UTILIZADO EN CEMENTACION INDIRECTA DE LA TECNICA LINGUAL**

Tesis previa a la obtención del título de  
Especialista en Ortodoncia

**Autora:**

Od. Maritza Alexandra Balarezo Gutiérrez.

**Directora:**

Dra. Maria Daniela Andrade Solís.

**Asesora Metodológica:**

Dra. Rita Baratela Thurler.

Cuenca-Ecuador  
2016



## RESUMEN

Con el fin de aminorar retrasos por descementación de cualquier accesorio durante el tratamiento de Ortodoncia Lingual, se ha considerado que la fuerza de adhesión es muy importante, especialmente cuando está ubicada en las diferentes interfaces presentes entre el bracket y la resina del PAD; entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y entre este cemento y el esmalte dental. Por lo que este estudio se ha enfocado en determinar la resistencia adhesiva en la interfaz localizada entre la resina de la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable utilizando ácido fluorhídrico y óxido de aluminio como tratamiento de superficie previo a la cementación indirecta de la técnica lingual.

**MATERIALES Y METODOS:** El tipo de estudio fue experimental "in vitro", con una muestra de 30 cuerpos de prueba hechos con resina Transbond XT, utilizando para su confección un blíster de brackets, se siguieron tres protocolos diferentes; G1 o grupo control sin ninguna preparación, G2 con aplicación de óxido de aluminio, 50 micrones durante 10 segundos en la superficie del cuerpo de prueba, G3 con aplicación de ácido fluorhídrico al 9% en la superficie del cuerpo de prueba durante 10 minutos. Previo al test de resistencia adhesiva, se realizó los cortes de precisión en cada cuerpo de prueba, obteniendo así 45 tiras de prueba, cada una de las muestras fue adherida a un porta muestra para la prueba de micro tracción, la misma que fue realizada con la máquina universal Mini-Instron modelo 5942, a una velocidad de deformación constante de 0.5 mm/min. Los datos fueron sometidos al test de Normalidad de residuos de Shapiro Wilk ( $p > 0,05$ ) y de LEVENE para el análisis de homogeneidad de las varianzas. La resistencia adhesiva fue comparada entre los grupos por medio del Análisis de Varianza (ANOVA) como factor único para el procesamiento de los datos. Para todos los análisis el nivel de significancia fue del 5% ( $p < 0,05$ ) con un nivel de confianza del 95% (IC95%). Se consideró estadísticamente significativo valores por debajo de 0,05.

**RESULTADOS Y CONCLUSIONES:** El resultado del test de ANOVA, reveló que el factor de tratamiento de superficie  $F_{(2,12)}=2,52; p=0,12$  no es significativo, por lo tanto los diferentes tratamientos de superficie (óxido de aluminio y ácido fluorhídrico) utilizados son equivalentes al grupo control, indicando que no ejercen influencia de manera significativa en los valores de Resistencia Adhesiva (RA) en la preparación de la interfaz localizada entre la resina de la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable; concluyendo que se puede utilizar cualquier protocolo de tratamiento de superficie indicado en la presente investigación.

**Palabras clave:** PAD de resina, bracket lingual, resistencia de adhesión.



## ABSTRACT

In order to minimize delays during debonding of any accessory Lingual orthodontic treatment, it is considered that the adhesion force is very important, especially when located in different interfaces present between the bracket and the resin PAD; PAD between resin and light-curing cement and between the tooth enamel and resin cement. As this study has focused on determining the adhesive strength in located between the resin base PAD and the photopolymerizable resin cement using hydrofluoric acid and aluminum oxide as treatment prior surface indirect cementation of the lingual technique interface .

**MATERIALS AND METHODS:** The type of study was experimental "in vitro" with a sample of 30 test bodies made of resin Transbond XT, used for making a blister pack of brackets, three different protocols were followed; G1 or control group without any preparation, G2 with application of aluminum oxide, 50 microns for 10 seconds on the surface of the test body, G3 application hydrofluoric acid with 9% at the surface of the test body for 10 minutes. Prior to the test of adhesive strength, precision cutting was performed on each test body, thus obtaining 45 test strips, each of the samples was attached to a sample holder for testing micro drive, the same as was done with universal machine Instron model 5942 Mini at a constant strain rate of 0.5 mm / min. The data were subjected to the test of Normality waste Shapiro Wilk ( $p > 0.05$ ) and Levene for the analysis of homogeneity of variances. The adhesive strength was compared between groups by analysis of variance (ANOVA) as the sole factor for data processing. For all analyzes the significance level was 5% ( $p < 0.05$ ) with a confidence level of 95% (95% CI). significant values below 0.05 were considered statistically.

**RESULTS AND CONCLUSIONS:** The results of ANOVA revealed that the surface treatment factor  $F(2,12) = 2.52$ ;  $p = 0.12$  is not significant, therefore different surface treatments (oxide aluminum and hydrofluoric acid) used are equivalent to the control group, indicating that not influence significantly the bond strength values (RA) in the preparation of the localized between the resin base of the PAD and the light-curing resin cement interface; concluding that you can use any treatment protocol indicated in this research area.

**Keywords:** PAD resin, lingual bracket, adhesion strength.



# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	VII
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	IIX
<b>DEDICATORIA</b> .....	XII
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	XIII
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	2
<b>CAPÍTULO II</b> .....	4
2 JUSTIFICACIÓN.....	5
<b>CAPÍTULO III</b> .....	6
3 MARCO TEORICO .....	7
3.1 ADHESIÓN .....	7
3.1.1 Tipos de Adhesión .....	7
3.1.2 Factores que favorecen la adhesión.....	9
3.1.3 Principios de adhesión dental.....	11
3.1.4 Principios de la técnica adhesiva.....	15
3.1.5 Adhesión en Ortodoncia .....	22
3.2 ORTODONCIA LINGUAL.....	24
3.3 CEMENTACIÓN INDIRECTA .....	26
3.3.1 Dispositivos de cementación indirecta en Ortodoncia Lingual.....	26
3.4 BASES DE RESINA INDIVIDUALIZADAS (PAD) .....	36
3.4.1 Tratamientos de Superficie.....	36
3.4.2 Interfaces presentes en la cementación indirecta de brackets linguales ...	39
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	43
4 OBJETIVO GENERAL .....	44



4.1	Objetivo General:	44
<b>CAPÍTULO V</b>		<b>45</b>
5	HIPOTESIS O PREGUNTA DE INVESTIGACION.	46
5.1	Hipótesis nula.....	46
5.2	Hipótesis alternativa.....	46
<b>CAPÍTULO VI</b>		<b>47</b>
6	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.	48
6.1	Tipo de Estudio .....	48
6.2	Área y período de estudio .....	48
6.3	Material .....	48
6.3.1	Material de la muestra. ....	48
6.3.2	Materiales complementarios.....	49
6.4	Métodos .....	50
6.4.1	Confección de bases individualizadas de resina (PADs).....	50
6.4.2	Confección de los moldes de transferencia.....	53
6.5	Realización de los test de resistencia adhesiva.....	55
6.6	Método estadístico .....	57
6.7	Consideraciones Bioéticas.....	57
<b>CAPÍTULO VII</b>		<b>58</b>
7	RESULTADOS.....	59
7.1	Estadística descriptiva .....	59
7.2	Análisis de Varianza.....	60
7.3	Factor Tratamientos .....	61
<b>CAPÍTULO VIII</b>		<b>62</b>
8	DISCUSIÓN .....	63
<b>CAPÍTULO IX</b>		<b>66</b>
9	CONCLUSIONES .....	67
9.1	RECOMENDACIONES.....	68
9.2	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	69
9.3	GLOSARIO: .....	74



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de la estructura del esmalte dental con prismas del esmalte (A) y esmalte interprismático (B).....	12
Figura 2. Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido de un patrón de grabado ácido del esmalte con microporosidades y zonas retentivas visibles (2.000 aumentos). ....	13
Figura 3. Representación esquemática de la estructura de la dentina con odontoblastos y sus procesos celulares (A), los túbulos dentinarios (B) y el licor dentinario (C).	14
Figura 4. Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido de una capa de barrillo dentinario (A) y dentina tras la eliminación completa del barrillo dentinario (B). Los túbulos dentinarios están expuestos (1.000 aumentos). ....	15
Figura 5. Clasificación de los diversos sistemas adhesivos a partir del tipo y el número de sus componentes. ....	18
Figura 6. Visión de conjunto de los distintos sistemas adhesivos .....	18
Figura 7. Aparatología lingual .....	25
Figura 8.1 Slot Machine .....	27
Figura 9. Lingual Bracket Jig.....	28
Figura 10. Hiro o Ray set biaggini bracket positioner.....	28
Figura 11. Ray Set .....	29
Figura 12. Sistema de placas de níquel-titanio- PW-MBP.....	30
Figura 13. Rapid prototyping: A new method of preparing trays for indirect bonding. ....	30
Figura 14. Separación dental en el modelo de yeso. ....	31
Figure 16. Set up finalizado. Vista frontal y oclusal.....	32
Figura 15. Fijación de los troqueles con cera utilitaria .....	32
Figura 17. Arco ideal con brackets posicionados y fijados con ligaduras elástica.....	33
Figura 18. Confección de PADs de resina .....	34
Figura 19. Remoción de ligaduras elásticas con un estilete, brackets linguales posicionados en el modelo.....	34



Figura 20. Segmento de alambre de acero 0.016, adaptado para la confección del casquete de transferencia.....	35
Figura 21. Confección de casquetes de transferencia en el modelo.....	35
Figura 22.- Casquetes de transferencias numerados.....	35
Figure 23. Materiales involucrados en la cementación indirecta.....	40
Figura 24. Interfaces presentes entre: 1. bracket y la resina del PAD; 2.entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y 3. entre este cemento y el esmalte dental.....	40
Figura 25. Materiales complementarios. ....	49
Figura 26. Colocación de resina transbond XT en el blister para confección de base de resina individualizada (PAD). ....	51
Figura 27. Unión de los dos cuerpos de resina transbond XT.....	51
Figura 28. Aplicación de óxido de aluminio en la base del PAD.....	52
Figura 29. Unión de los dos cuerpos de resina transbond XT.....	52
Figura 30. Bases individualizadas de resina (PADs).....	53
Figura 31. Procedimiento de la confección del troquel del PAD.....	54
Figura 32. Procedimiento de la confección del troquel del PAD. Fuente: propia.....	54
Figura 33. Base de resina y troquel individualizado. ....	54
Figura 35. Cortes de precisión previo al test de Micro tracción.....	55
Figura 34. Sierra de precisión BUEHLER® IsoMet® 1000 PRECISION SECTIONING SAW.....	55
Figura 36. 1- Monturas/Guías para micro tracción. ....	56
Figura 37. Máquina de ensayos mecánicos Mini-Instron, modelo 5942.....	56



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplos de diversas proporciones entre matriz (parte monómera) y fase dispersa (parte de relleno) en materiales de resina odontológicos (porcentajes del peso, %p; datos del fabricante).....	17
Tabla 2. Parámetros Estadísticos y Estadística Descriptiva de los datos experimentales .....	59
Tabla 3. Test de Análisis de Varianza (ANOVA) como factor único para datos independientes para la variable RA. ....	60



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1.- Comparación de los intervalos de confianza del 95% de tratamientos de superficie aplicados.....	61
---	----



## CLAUSULA DE DERECHOS DE AUTORIA

**MARITZA ALEXANDRA BALAREZO GUTIERREZ**, autor de la tesis **ESTUDIO “IN VITRO” DE LA RESISTENCIA ADHESIVA EN LA INTERFAZ DE RESINA ENTRE LA BASE DEL PAD Y EL CEMENTO RESINOSO UTILIZADO EN CEMENTACION INDIRECTA DE LA TECNICA LINGUAL**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **ESPECIALISTA EN ORTODONCIA**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, Mayo de 2016

**MARITZA ALEXANDRA BALAREZO GUTIERREZ**

**0104514146**



## CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

**MARITZA ALEXANDRA BALAREZO GUTIERREZ** , autor de la tesis **ESTUDIO “IN VITRO“ DE LA RESISTENCIA ADHESIVA EN LA INTERFAZ DE RESINA ENTRE LA BASE DEL PAD Y EL CEMENTO RESINOSO UTILIZADO EN CEMENTACION INDIRECTA DE LA TECNICA LINGUAL**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Mayo de 2016

A handwritten signature in blue ink that reads "Maritza Balarezo S." with a horizontal line above the name.

**MARITZA ALEXANDRA BALAREZO GUTIERREZ**

**0104514146**



## DEDICATORIA.

Dedicado a mis padres Carlos y Cecilia, por su apoyo en todas las etapas de mi vida....Gracias

A mis abuelitos Carlos y Elicenia, mis hermanos Beto y René por estar siempre presentes y especialmente a mis sobrinos Carlitos y Valentina quienes son mi motivación y felicidad.



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud hacia la Dra. Daniela Andrade Solís , Directora de mi tesis, por su paciencia, por su emprendimiento y por sus conocimientos.

De manera especial a la Dra. Rita Baratela Thurler, Presidenta de la Asociación Brasileña de Ortodoncia Lingual y al Dr. Fernando Hanashiro quienes ha sido el pilar fundamental para la realización y finalización de mi proyecto de investigación .

A mi compañera y amiga Verónica Bravo, por su apoyo incondicional durante la realización de este proyecto y a lo largo de nuestra preparación académica.

Un agradecimiento especial a las y los docentes que contribuyeron en mi formación académica en la Especialidad de Ortodoncia: Dra. Daniela Andrade, Dra. Rita Baratela Thurler, Dra. Valeria Sigüencia, Dra. Helen Pardo, Dra. Sonia Pesantez, Dra. Jacqueline Peñaloza, Dra. Maribel Llanes, Dr. Diego Toledo, Dr. Edison Aguilar, Dra. Karol Tates, Dr. Marcos Ferreira, Dr. Santiago Gonzales, Dr. Mauricio Donner, Dr. Gonzalo Uribe, Dr. Carlos Meneses, Dr. Marcelo Cazar, Dr. Diego Bravo, Dr. Juan Hermida Dr. Juan Carlos Solorio, Dr. Oscar Quiróz, Dr. Andrés Perdomo y Dr. Juan Fernando Aristizabal.

De manera especial al Dr. Manuel Bravo, Director del Posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, por su excelencia académica y empeño por formar especialistas de calidad.



# CAPÍTULO I



## 1 INTRODUCCIÓN.

La cementación de brackets en Ortodoncia es parte de la rutina de trabajo en la práctica clínica y constantemente es beneficiada por las mejoras en la ciencia de los biomateriales como lo indica el autor Wunderlich.<sup>1</sup> Las resinas acrílicas fueron los primeros adhesivos para la cementación de aparatos de Ortodoncia, estos han sido mejorados con la aparición de las resinas compuestas con metacrilatos autopolimerizables, seguido por los de fotopolimerización.<sup>2</sup>

Con la creciente demanda de materiales y tratamientos estéticos con aparatos de Ortodoncia "invisibles", se han realizado mejoras en las técnicas de corrección de las mal posiciones dentales mediante el uso de aparatos cementados en las superficies linguales de los dientes.<sup>3</sup>

En diversos enfoques del tratamiento de Ortodoncia por vestibular, la cementación directa de brackets ha sido ampliamente evaluada y existe amplia literatura al respecto,<sup>4</sup> pudiéndose realizar de manera segura, cualquier error en la cementación puede ser fácilmente visualizado directamente o indirectamente, corregido o incluso compensado con dobleces en los arcos utilizados durante el tratamiento de Ortodoncia.<sup>5</sup>

Entretanto, en Ortodoncia lingual debido a las dificultades de acceso por la presencia de la lengua, el control de la humedad, las limitaciones para trabajar con visión directa, así como la variabilidad anatómica de la superficie lingual en comparación con la superficie vestibular se utiliza la cementación indirecta de brackets como la mejor opción. Aquí, los brackets son posicionados en modelos de trabajo y la cementación se realiza por medio de cubetas de transferencia, lo que minimiza el error de posición de los brackets linguales.<sup>6</sup>

Como la cementación indirecta en Ortodoncia lingual implica más interfaces de materiales comparada a la cementación de Ortodoncia vestibular, se procura obtener



una mayor fuerza de adhesión en la cementación de estos brackets, con el fin de aminorar retrasos por descementación de cualquier accesorio durante el tratamiento.

No existe un protocolo definido para la cementación indirecta de Ortodoncia lingual, más algunos autores como Echarri<sup>7</sup> y Wirchmann<sup>8</sup> utilizan arenado con óxido de aluminio en la superficie del esmalte dental antes del acondicionamiento ácido con el objetivo de aumentar la fuerza de adhesión en la cementación de estas piezas. Por otra parte, autores como Thurler, et al<sup>9</sup> indican que en la cementación indirecta de brackets linguales, la fuerza de adhesión es muy importante, pues existen cinco tipos diferentes de materiales involucrados en la cementación indirecta como son: brackets linguales, resina fotopolimerizable para la confección del PAD\*, adhesivo dental, cemento resinoso fotopolimerizable y el esmalte dental y tres interfaces entre estos materiales, que son: la primera interfaz localizada entre el bracket y la resina del PAD; la segunda entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y la tercera entre este cemento y el esmalte dental.

Frente a ello, la presente investigación tuvo como objetivo el determinar la resistencia adhesiva en la interfaz localizada entre la resina de la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable utilizando un grupo control sin ningún tratamiento de superficie y dos tratamientos distintos de superficie: óxido de aluminio y ácido fluorhídrico previo a la cementación indirecta de la técnica lingual.

*\*PAD: Cojín de resina ubicado entre la base del bracket lingual y el esmalte dentario.*



## CAPÍTULO II



## 2 JUSTIFICACIÓN.

Una infinidad de métodos de cementación indirecta han sido sugeridos para simplificar la fase de laboratorio en la técnica lingual; sin embargo, la necesidad de la confección de la base de resina individualizada “PAD” entre la base del bracket lingual y la superficie dental se hace presente en casi todos ellos, solucionando así problemas de variaciones anatómicas linguales y palatinas; por otra parte, ante la creciente necesidad de conseguir una mejor resistencia adhesiva en la interfaz localizada entre la resina de la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable, este estudio busca obtener resultados favorables frente a la utilización de diferentes tratamientos de superficie al usar óxido de aluminio y ácido fluorhídrico previo a la cementación indirecta de la técnica lingual; aportando así conocimiento tanto al Ortodoncista como al Técnico dental, la mejor opción al momento de utilizar uno u otro tratamiento de superficie, de tal manera que aumente su resistencia adhesiva.



## CAPÍTULO III



### 3 MARCO TEORICO

Para una mejor comprensión de esta revisión se dividirá en cuatro ítems:

- 3.1 Adhesión
- 3.2 Ortodoncia Lingual
- 3.3 Cementación Indirecta
- 3.4 Bases de resina individualizadas (PAD)

#### 3.1 ADHESIÓN

Definición: Deriva del latín adhaesio, que significa unir o pegar una cosa con otra, se denomina adhesión cuando dos sustancias están en contacto íntimo, las moléculas de una se adhieren o se insertan en las moléculas de la otra.<sup>10</sup>

##### 3.1.1 Tipos de Adhesión

Según su mecanismo de unión ésta puede ser: Mecánica y Química.<sup>11</sup>

###### 3.1.1.1 Adhesión Mecánica

Las partes se mantienen en contacto sobre la base de la penetración de una de ellas en las irregularidades que presenta la superficie de la otra. Así quedan ambas trabadas, impidiendo ello su desplazamiento o separación.

Ésta a su vez puede ser: Macromecánica o Micromecánica.

**Macromecánica:** Se lleva a cabo cuando queremos unir restauraciones que no son adherentes a los tejidos dentarios. Se logra a través de diseños cavitarios que generen retención o anclaje del material restaurador.

**Micromecánica:** Viene dada por cambios dimensionales del adherente (sustrato al que se le aplica el adhesivo) al endurecer sobre la superficie dentaria.<sup>11</sup>

Ésta a su vez se divide en: Efecto geométrico y Efecto reológico.



- *Efecto Geométrico:* Cuando un líquido o semilíquido (adhesivo) al endurecer se traba en irregularidades superficiales provocadas por fresado, acondicionamiento ácido o arenado con óxido de aluminio generando así retenciones microscópicas.<sup>12</sup>

Ej: En restauraciones metálicas, las irregularidades se producen por impacto de partículas abrasivas (arenado), por acción química (grabado) o por las irregularidades formadas en las cámaras de colado. En las cerámicas, por el grabado en su superficie interna con ácido fluorhídrico.

- *Efecto Reológico:* Cuando sobre una superficie sólida endurece un semisólido o semilíquido y este cambia dimensionalmente, es posible que por contracción o expansión se ajuste de tal manera que termine adhiriéndose físicamente sobre él.

Ej: Expansión de fraguado de la amalgama en la cavidad dental, al aumentar el volumen de la amalgama condensada esta se apretujará o comprimirá contra las paredes cavitarias, aumentando la fricción y por ende la fijación.

### 3.1.1.2 Adhesión Química

Es aquella que se produce cuando dos materiales pueden formar un compuesto al unirse. Las uniones más fuertes se producen entre átomos donde hay permutación (enlace iónico) o se comparten electrones (enlace covalente).<sup>13</sup>

*Enlaces Iónicos:* Enlace químico de dos o más átomos cuando éstos tienen una diferencia de electronegatividad. Se produce entre dos átomos de igual o distinta naturaleza que se unen (en búsqueda de una configuración estable, para que un átomo sea estable debe tener todos sus orbitales llenos).

*Enlaces Covalentes:* Cuando un átomo no tiene 8 electrones en su última capa los puede obtener compartiéndolos con otro.



### 3.1.2 Factores que favorecen la adhesión<sup>14</sup>

Los factores que favorecen la adhesión pueden ser:

1. Dependientes de las superficies
2. Dependientes del adhesivo
3. Dependientes del biomaterial
4. Dependientes del profesional y del personal auxiliar

#### 3.1.2.1 Dependientes de las superficies

Philips<sup>10</sup> indica que existen diversos fenómenos que se consideran dependientes de las superficies que favorecen a la adhesión, estos son:

Estos son:

- *Alta energía superficial:* Mientras más alta sea esta energía, mayor será la potencialidad de atraer hacia su superficie tanto biomateriales restauradores adherentes como sus sistemas adhesivos.
- *La humectación:* Es la capacidad de un líquido de mojar y expandirse en un sólido. Aquí el líquido penetrará en las irregularidades y así existirá un contacto íntimo entre ambas partes. Lo ideal es que la tensión superficial del líquido sea menor que la energía superficial del sólido.
- *Superficies lisas versus rugosas:* Desde el punto de vista de adhesión física es indispensable que la superficie sea irregular para que en ella se traben los materiales adhesivos al endurecer. Desde el punto de vista de adhesión química es preferible una superficie lisa en donde un adhesivo pueda correr y adaptarse sin dificultad.
- *Contacto íntimo:* Philips<sup>10</sup> señaló que el contacto íntimo, es muy importante para que se adapte perfectamente la superficie de un sólido en este caso el diente y la parte líquida como serían los adhesivos y materiales restauradores, y en caso de no existir este fenómeno tampoco se tendrían reacciones químicas ni trabas mecánicas.



### 3.1.2.2 Dependientes del adhesivo

- *Con baja tensión superficial:* Tensión superficial definida como resistencia que presenta un líquido a deformarse o romperse, dicha resistencia viene definida directamente por las fuerzas intermoleculares que se encuentran en la superficie. Mientras menor sea esta, mejor posibilidad de que el adhesivo humecte a los tejidos dentarios, logrando un mejor contacto que favorezca uniones físicas y químicas.<sup>14</sup>
- *Con alta humectancia o capacidad de mojado:* Mientras más humectante sea el biomaterial a aplicar o sus sistemas adhesivos, mejor será el contacto favoreciendo con ello sus potenciales uniones físicas y químicas.
- *Con bajo ángulo de contacto:* Mientras menor sea este, mejores posibilidades de humectancia, de contacto físico y de reactividad química.
- *Totipotencialidad de enlace:* Ello implica que debe ser capaz de unirse físicamente o químicamente a todos los tejidos dentarios y por supuesto al biomaterial restaurativo que pretende unir.
- *Estabilidad dimensional:* Al endurecer y cuando ya está duro, frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecimiento o frente a tensiones que intenten deformarlo.
- *Alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva:* Que lo hagan capaz de soportar las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral.
- *Biocompatibilidad:* Con las estructuras dentales y orales.

### 3.1.2.3 Dependientes del biomaterial<sup>15</sup>

- De fácil manipulación, aplicación y mínima implementación.
- Con técnicas adhesivas confiables.
- Compatible con los medios adhesivos a utilizar.



#### 3.1.2.4 Dependientes del profesional y del personal auxiliar

- Conocer el biomaterial que se va a usar y sus formas de manipulación y además indicar al personal auxiliar su correcta preparación y manipulación.
- Asegurarse que no hay restos de aceite que sale por la jeringa triple y que al momento de secar no salga agua o aceite junto con el aire.

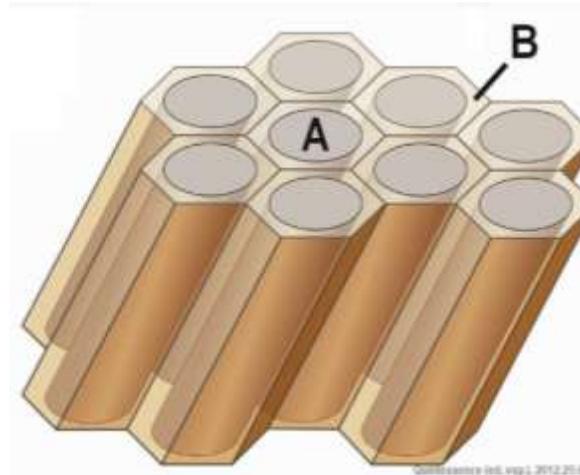
#### 3.1.3 Principios de adhesión dental<sup>16</sup>

El principio fundamental de la adherencia al substrato del diente se basa sobre un proceso de intercambio, por el cual el material inorgánico del diente es intercambiado por una resina, una fase consiste en la remoción de los fosfatos de calcio, por los cuales las micro porosidades son expuestas sobre las superficies del esmalte y la dentina. El otro proceso llamado hibridación implica la filtración y la polimerización in situ de la resina dentro de las micro porosidades superficiales creadas, esto da lugar a retenciones micromecánicas.

##### 3.1.3.1 Fundamentos de la adhesión en el esmalte dental<sup>17</sup>

El esmalte dental está formado por células especializadas, los denominados ameloblastos (derivado del latín «enamelum»: esmalte dental; así como del griego «blas- tos»: germen). Estos ameloblastos crean un armazón básico claramente estructurado para la posterior mineralización densa del esmalte dental con calcio y fósforo. En cuanto se ha concluido la construcción del armazón básico y se ha alcanzado el grosor predeterminado del esmalte dental, los ameloblastos pierden su función; así pues, el esmalte dental ya mineralizado no constituye por definición un tejido sino una estructura cristalina.

La Figura 1 muestra esquemáticamente la estructura del esmalte dental, consistente en los primas del esmalte y el esmalte interprismático situado entre estas.



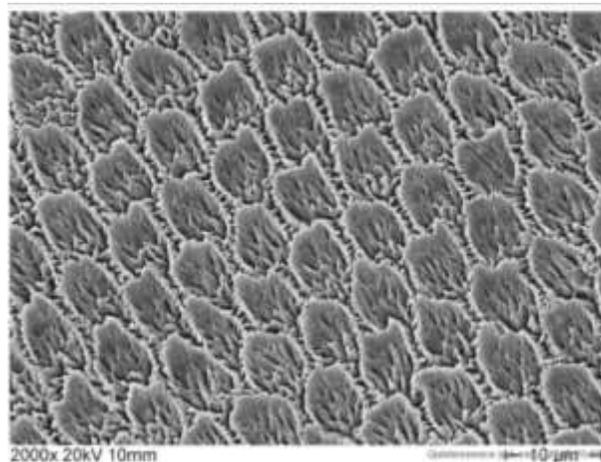
**Figura 1. Representación esquemática de la estructura del esmalte dental con prismas del esmalte (A) y esmalte interprismático (B).**

Fuente: Quintessenz

El esmalte dental consta de mineral en un 95 por ciento de su peso y de agua en tan solo un 4 por ciento de su peso. El punto porcentual restante corresponde a la denominada matriz orgánica, que en el esmalte dental consta casi exclusivamente de proteínas sencillas (amelogeninas, enamelinas, amelinas, proteoglucanos entre otros).

El principio de la adhesión en el esmalte dental se basa en el grabado ácido superficial del esmalte dental mediante un componente ácido del sistema adhesivo utilizado.

El grabado ácido provoca distintos grados de disolución de zonas de los prismas del esmalte y del esmalte interprismático (Figura 1) y se forma un denominado patrón de grabado ácido del esmalte. El patrón de grabado ácido del esmalte dental consta de microporosidades muy pequeñas e innumerables zonas retentivas, reproducidas en la Figura 2 mediante una imagen por microscopio electrónico de barrido. El patrón de grabado ácido del esmalte dental, con sus microporosidades y zonas retentivas, posibilita posteriormente una imbricación íntima con los materiales de resina. Para referirnos a esta imbricación íntima hablamos de una unión adhesiva «retentiva» (del latín «retinere»: retener, conservar).



**Figura 2. Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido de un patrón de grabado ácido del esmalte con microporosidades y zonas retentivas visibles (2.000 aumentos). Fuente: Quintessenz**

### 3.1.3.2 Fundamentos de la adhesión en la dentina

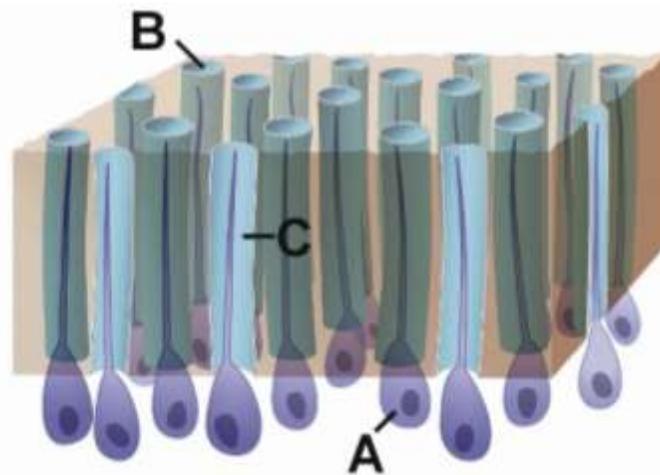
La dentina situada bajo el esmalte dental también está formada por células especializadas, los denominados odontoblastos (derivado del griego «odous»: diente; y «blastos», ya descrito anteriormente). La dentina constituye la masa principal del diente y a diferencia del esmalte dental no es una estructura cristalina, sino un tejido vivo. En un caso normal, los odontoblastos no pierden su función y pueden continuar formando dentina durante toda la vida de un diente.

La dentina tiene una estructura porosa y está atravesada en todo su grosor por túbulos dentinarios (del latín «tubulus»: tubo pequeño). En los túbulos dentinarios se encuentran, entre otros, los procesos celulares de los odontoblastos y un líquido fisiológico acuoso, el denominado licor dentinario. La dentina se asemeja más bien al hueso humano y está mucho menos mineralizada que el esmalte dental, y a su vez posee una mayor proporción de agua y de matriz orgánica: la dentina consta de mineral (en forma de calcio y fósforo, como en el esmalte dental) en un 70 por ciento de su peso, pero está formada por agua en un 10 por ciento de su peso. El 20 por ciento del peso correspondiente a la matriz orgánica de la dentina consta casi exclusivamente de colágeno. A diferencia de las proteínas sencillas presentes en el esmalte dental, el



colágeno es una proteína más compleja formada por cadenas de proteínas individuales, las fibras colágenas.<sup>15</sup>

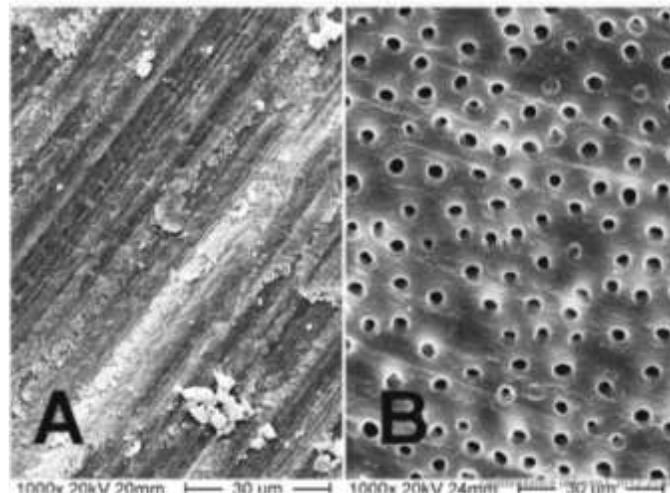
La Figura 3 muestra esquemáticamente la estructura de la dentina con odontoblastos y sus procesos celulares, los túbulos dentinarios y el licor dentinario. Durante el tratamiento de la dentina utilizando fresas y taladros se crea una capa de barrillo dentinario, denominada en inglés «smear layer», formada por mineral, residuos de colágeno y (en caso de caries dentinaria) restos de bacterias y sus productos metabólicos. El principio de la adhesión en la dentina se basa también en el grabado superficial mediante un ácido. Dependiendo del sistema adhesivo, en el proceso se puede eliminar completamente o disolver completamente el barrillo dentinario (los túbulos dentinarios y las estructuras colágenas, la denominada red de fibras colágenas, quedan expuestos como resultado) o bien se puede alterar su estructura (los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas no quedan expuestos en el proceso). En ambos casos se produce la «penetración» de ciertos componentes de los sistemas adhesivos en la dentina y a continuación se establece asimismo una unión adhesiva retentiva.



**Figura 3. Representación esquemática de la estructura de la dentina con odontoblastos y sus procesos celulares (A), los túbulos dentinarios (B) y el licor dentinario (C). Fuente: Quintessenz**



Finalmente, la Figura 4 muestra una imagen mediante microscopio electrónico de barrido de una capa de barrillo dentinario y de la dentina tras la eliminación completa del barrillo dentinario.



**Figura 4. Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido de una capa de barrillo dentinario (A) y dentina tras la eliminación completa del barrillo dentinario (B). Los túbulos dentinarios están expuestos (1.000 aumentos).**

Fuente: Quintessenz

### 3.1.4 Principios de la técnica adhesiva

#### 3.1.4.1 Fundamentos de la estructura de los materiales de resina odontológicos<sup>18</sup>

Todos los materiales de resina odontológicos (materiales de composite para obturaciones, selladores de fisuras o cementos de resina) están formados básicamente por dos componentes principales: en primer lugar los monómeros en la matriz (la cual no guarda ninguna relación con la mencionada matriz orgánica del esmalte y la dentina, formada por proteínas) y en segundo lugar los cuerpos de relleno (abreviados como «rellenos») en la fase dispersa.



Los monómeros forman la matriz fluida de baja viscosidad. Los monómeros (del griego «mono»: uno, individual; y «meros»: parte) son moléculas con distintas estructuras que pueden unirse entre sí mediante una reacción química. De la unión de varios monómeros resultan los polímeros (del griego «poly»: mucho, muchos; y «meros» ya descrito anteriormente), y la reacción química se denomina consecuentemente reacción de polimerización.

En los materiales de resina odontológicos, la reacción de polimerización se desencadena prácticamente siempre mediante luz azul y tiene como resultado el endurecimiento del material de resina. Las excepciones son los materiales de resina denominados autopolimerizables o de endurecimiento «químico», los cuales se endurecen sin necesidad de luz azul.

Los rellenos con distintos diámetros (de <math>0,1</math> micras a 100 micras) conforman la denominada fase dispersa. Los rellenos constan de partículas de vidrio, cerámica o cuarzo, y están incrustados en la matriz de forma distribuida. Los rellenos influyen decisivamente en las propiedades físicas y mecánicas, como por ejemplo la resistencia al desgaste (resistencia a la abrasión), la resistencia a la tracción y a la presión así como la fluidez de los materiales de resina. La Tabla 1 muestra que la proporción entre matriz y fase dispersa (es decir, entre el contenido de monómero y de relleno) varía en función del ámbito de aplicación de los materiales de resina. Los composites condensables poseen menor cantidad de matriz y a cambio una mayor proporción de relleno que los composites fluidos, mientras que la composición de los cementos de resina se sitúa entre la de los composites condensables y los fluidos.

En cambio, los selladores de fisuras constan de una cantidad mayor y variable (en algunos casos exclusivamente) de matriz fluida de baja viscosidad con una proporción sensiblemente reducida de relleno (Tabla 1).

Los adhesivos especiales (silanos, copolímeros) establecen la unión química entre la matriz y los rellenos y forman la denominada fase de unión. Otros componentes de los



materiales de resina odontológicos son por ejemplo pigmentos con diversos colores dentales, estabilizadores y catalizadores «controladores» de la reacción de polimerización o sustancias de contraste radiológico (que permiten identificar los materiales de resina también en las radiografías). En virtud de su composición, los materiales de resina poseen la propiedad química de ser hidrófobos (del griego «hydor»: agua; y «phobos»: temor), es decir, no se adhieren a superficies húmedas o que contienen agua.

Material de resina	Matriz (monómeros)	Fase dispersa (relleno)
<b>Material de composite</b>		
*condensable (Tetric EvoCeram)	17-18 %p	82-83%p
*fluido ( Tetric EvoFlow)	-38%p	-62%p
Sellador de fisuras (Heliobond)	58,6-975p	40,5-2%p
Cemento de resina (Variolink II)	22-27,9%p	77,2-71,2%p

Ivoclar Vivadent.

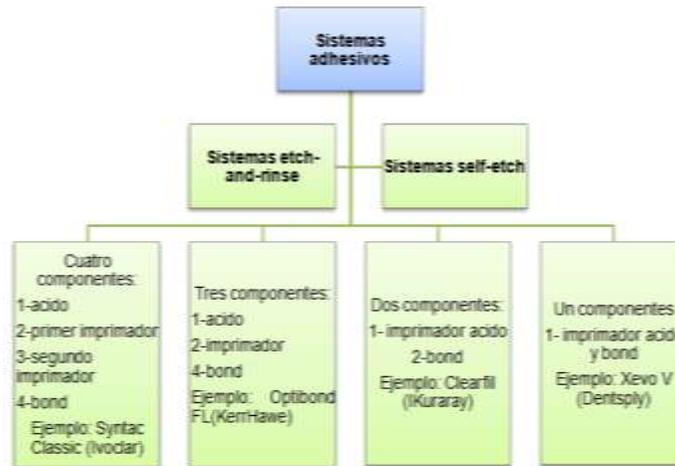
**Tabla 1. Ejemplos de diversas proporciones entre matriz (parte monómera) y fase dispersa (parte de relleno) en materiales de resina odontológicos (porcentajes del peso, %p; datos del fabricante)**

### 3.1.4.2 Fundamentos de la clasificación de los sistemas adhesivos<sup>16</sup>

Para que pueda establecerse una unión adhesiva entre el esmalte dental o la dentina y los materiales de resina, se necesitan sistemas adhesivos. Como ya se ha mencionado, los sistemas adhesivos contienen en uno o varios componentes todos aquellos pasos necesarios para establecer una unión adhesiva.

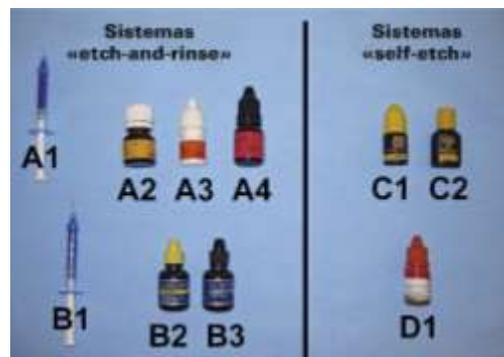


La Figura 5 muestra una clasificación de diversos sistemas adhesivos a partir del tipo y el número de sus componentes; la Figura 6 muestra una visión de conjunto de los componentes individuales de los distintos sistemas adhesivos.



**Figura 5. Clasificación de los diversos sistemas adhesivos a partir del tipo y el número de sus componentes.**

Como se aprecia en la Figura 6, existen dos categorías de sistemas adhesivos: por una parte los denominados sistemas «etch-and-rinse» (sistemas de «grabar y enjuagar») y por otro lado los denominados sistemas «selfetch» (sistemas de «autograbado»). A continuación se explica el papel que desempeña cada uno de los distintos componentes de ambas categorías de sistemas adhesivos.



**Figura 6. Visión de conjunto de los distintos sistemas adhesivos**



### 3.1.4.2.1 Principios de la técnica adhesiva en los sistemas «etch-and-rinse» (“grabar y enjuagar”) <sup>17</sup>

**Esmalte dental:** Todos los sistemas «etch-and-rinse» tienen en común el grabado ácido superficial del esmalte dental mediante un ácido independiente y separado como primer componente. En este ámbito se ha acreditado especialmente el ácido fosfórico en una concentración aproximada del 37% (Figura 6 A1 y B1).

Unas concentraciones inferiores al 30% o superiores al 40% conduce a depósitos sobre el esmalte dental, los cuales influyen negativamente en la posterior unión adhesiva a los materiales de resina. La forma de administración del ácido fosfórico suele consistir en geles coloreados.

Tanto la coloración como la consistencia del gel sirven para facilitar el control de la aplicación. La duración del grabado ácido se sitúa entre 30 y 60s, dependiendo de la situación clínica. A continuación debe enjuagarse el ácido (durante un mínimo de 10s) con chorro de agua, de ahí el nombre «etch-and-rinse». Tras el secado posterior con aire, el grabado ácido se manifiesta mediante un enturbiamiento blanco lechoso visible del esmalte dental, provocado por el patrón de grabado ácido con sus microporosidades y zonas retentivas. A continuación se aplica otro componente, el denominado bond (también llamado «adhesivo») (Figura 6, A4 y B3). El bond consta de monómeros hidrófobos y se asemeja a la matriz anteriormente descrita en el apartado «Fundamentos de la estructura de los materiales de resina odontológicos».

Por lo tanto, el bond es fluido y escasamente viscoso, y se introduce perfectamente en las microporosidades y las zonas retentivas del patrón de grabado ácido del esmalte dental.

Tras la polimerización del bond (el bond fragua mediante luz azul) se establece la anteriormente descrita unión adhesiva del bond con el esmalte dental. Los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse en un siguiente paso a los materiales de resina igualmente hidrófobos.



**Dentina:** En los sistemas «etch-and-rinse» tiene lugar también un grabado ácido superficial de la dentina mediante ácido. También en esta categoría se ha acreditado el ácido fosfórico en una concentración del 30-40% (Figura 6, A1 y B1). Sin embargo, la duración del grabado ácido en el caso de la dentina nunca debe superar los 15 s, y a continuación se enjuaga el ácido mediante chorro de agua de la manera ya descrita. Mediante el grabado ácido de la dentina se elimina por completo el barrillo dentinario y se exponen los túbulos dentinarios y la denominada red de fibras colágenas. Sin embargo, debido al elevado contenido en agua de la dentina, en este momento todavía no es posible aplicar el bond hidrófobo, y son necesarios uno o dos componentes adicionales en forma del líquido o los líquidos «imprimadores» (Figura 6, A2, A3 y B2).

Los imprimadores constan de denominados monómeros anfifilos (del griego «amphi»: ambos; y «philia»: amor), los cuales están disueltos en disolventes de distintos tipos. Como su nombre sugiere, estos monómeros anfifilos poseen por una parte un componente hidrófilo que tolera el agua de la dentina y puede penetrar en la dentina, pero por otro lado también poseen una parte hidrófoba. Estas porciones hidrófobas de los monómeros anfifilos del imprimador se unen a continuación a los monómeros hidrófobos del bond. El bond utilizado en la dentina es exactamente el mismo que el empleado en el esmalte dental (Figura 6, A4 y B3). Tras la polimerización del bond se establece, favorecida por el imprimador, la unión adhesiva retentiva del bond a la dentina. Los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse posteriormente a los materiales de resina igualmente hidrófobos.

### 3.1.4.2.2 Principios de la técnica adhesiva en los sistemas «selfetch»<sup>17</sup>

**Esmalte dental:** Los sistemas «selfetch» no contienen ácido independiente separado como primer componente. Los sistemas «selfetch» pueden constar de dos componentes o de un único componente (los denominados sistemas «All-in-one» o «todo en uno»). En los sistemas «selfetch» con dos componentes (Figura 6, C1 y C2), el grabado ácido superficial del esmalte dental tiene lugar mediante el primer componente en forma de un imprimador «ácido» especial (Figura 6, C1). Estos imprimadores contienen en lo que constituye la diferencia esencial con respecto a los



imprimadores de los sistemas «etch-and- rinse» monómeros ácidos o bien un ácido integrado en el imprimador. Así pues, el imprimador ácido de los sistemas «selfetch» se encarga del grabado ácido superficial del esmalte dental y de crear un patrón de grabado ácido del esmalte. No obstante, este último está considerablemente menos pronunciado que el logrado mediante el grabado con ácido fosfórico.

A continuación se aplica como segundo componente un bond (Figura 6, C2), cuya composición y función coinciden con las del bond de los sistemas «etch-and-rinse»: también penetra en las microporosidades y las zonas retentivas del patrón de grabado ácido del esmalte. Tras la polimerización se establece una unión adhesiva retentiva y los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse a los materiales de resina hidrófobos.

En los sistemas «self-etch» con un solo componente (sistemas «all-in-one»; Figura 6, D1) se combinan en el esmalte dental el grabado ácido y el bond.

**Dentina:** En los sistemas «selfetch» con dos componentes (Figura 6, C1 y C2), el grabado ácido superficial de la dentina tiene lugar mediante el primer componente en forma del imprimador «ácido» especial (Figura 6, C1). En el proceso se disuelve completamente el barrillo dentinario o bien se altera su estructura, sin que queden expuestos los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas. Al mismo tiempo, los monómeros anfifilos del imprimador penetran en la dentina. Las porciones hidrófobas de los monómeros anfifilos del imprimador se unen a continuación a los monómeros hidrófobos del bond. El bond utilizado en la dentina es exactamente el mismo que el empleado en el esmalte dental (Figura 6, C2). Tras la polimerización del bond se establece la unión adhesiva retentiva favorecida por el imprimador, y los monómeros hidrófobos del bond polimerizado pueden unirse nuevamente a los materiales de resina también hidrófobos.

En los sistemas «self-etch» con un solo componente (sistemas «all-in-one»; Figura 6, D1) se combinan en la dentina el grabado ácido, el imprimador y el bond.<sup>17</sup>



### 3.1.5 Adhesión en Ortodoncia

La adhesión es el resultado de un conjunto de interacciones que contribuyen a unir dos superficies, el esmalte por un lado y la base del bracket por otro. Esta unión se produce por medio de un cemento resinoso fotopolimerizable.<sup>19</sup>

Los dos tipos de adhesión que pueden producirse en Ortodoncia son:

- **Adhesión mecánica:** se realiza por la penetración del material de cementado en las rugosidades de la superficie dental.
- **Adhesión química:** corresponde a la unión íntima, a escala molecular entre la base y el adhesivo. Se puede llevar a cabo en forma de uniones iónicas o covalentes. La adhesión debe ser un proceso reversible que no deje secuelas una vez finalizado el tratamiento de Ortodoncia.

El conjunto formado en el proceso de unión en Ortodoncia está constituido por cinco componentes:

- El sustrato que puede ser el esmalte dental, metal, cerámica o composite,
- La resina compuesta fotopolimerizable para la confección del PAD (Ortodoncia lingual)
- El adhesivo dental
- El cemento resinoso fotopolimerizable y,
- El bracket.<sup>19</sup>

La aplicación previa de una resina que forma una interfaz entre el sustrato y el elemento a unir produce un aumento en las fuerzas de adhesión entre el bracket y el esmalte dental.<sup>20</sup> Podemos describir a continuación dos técnicas de adhesión utilizadas en Ortodoncia:



### 3.1.5.1 Adhesión directa

Los pasos a seguir para la adhesión directa de los brackets en la superficie vestibular son los siguientes:

- a) *Limpieza*: Eliminación de la placa y la película orgánica de las superficies dentales. Según Lindauer (1997)<sup>21</sup> clínicamente, el fracaso de la adhesión de brackets son similares si se realiza o no una profilaxis con piedra pómez antes de la cementación.
- b) *Control de la humedad*: Es esencial controlar la saliva y mantener el campo de trabajo seco.
- c) *Acondicionamiento del esmalte*: Una vez aislado el campo, se secan los dientes, se aplica la solución o gel de acondicionamiento sobre la superficie del esmalte durante 15 a 30 segundos hasta conseguir una apariencia mate y blanco tiza. Una vez finalizado el proceso de grabado, se lava la zona con abundante agua.
- d) *Sellado*: Se aplica una fina capa de agente adhesivo, ésta puede adelgazarse aplicando un poco de aire durante 1 o 2 segundos. Posterior a ello, se polimeriza la superficie dental por 20 segundos, una vez que se han cubierto todas las superficies se deben colocar inmediatamente los brackets aplicando en su base cemento resinoso fotopolimerizable, se verifica su posición correcta, eliminando excesos de material de cementación y se procede a la polimerización respectiva por 20 segundos.

### 3.1.5.2 Adhesión indirecta

La técnica de adhesión indirecta de brackets linguales recomendada consta de los siguientes pasos:

1. Transferencia.
2. Posicionamiento.
3. Ajuste.
4. Eliminación del exceso.



En esta técnica, los brackets se adhieren al modelo de yeso con resina compuesta fotopolimerizable para formar una base individualizada (PAD). Se utiliza una cubeta de transferencia de silicona pesada u otro material termoplástico, posteriormente a ello son cementados en las superficies dentales linguales o palatinas. La principal ventaja de la técnica indirecta a diferencia de la técnica directa es que los brackets son posicionados con mayor exactitud, lo que reduce el tiempo de consulta.<sup>22</sup>

### 3.2 ORTODONCIA LINGUAL

El primer autor en publicar un artículo científico sobre Ortodoncia lingual fue el Dr. Kinja Fujita, en 1979, quien desarrolló la técnica lingual, cuyo objetivo era la estética y la prevención de traumas en la mucosa oral durante las prácticas deportivas, que eran difíciles de ser resueltas con Ortodoncia convencional (vestibular). Fujita describe los brackets a ser utilizados, con sus respectivos accesorios y arcos en forma de hongo, considerados indispensables durante el tratamiento. Reporta la eficiencia del sistema, así como las dificultades en la pronunciación de algunas palabras, la molestia temporal en la irritación de la boca y la lengua durante el periodo de adaptación con el aparato lingual.<sup>3</sup>

Citó como ventajas de esta técnica, la ausencia de brackets en vestibular, proporcionando una postura labial real y una idea verdadera sobre el posicionamiento de los dientes, así como la reducción del riesgo de descalcificación del esmalte en vestibular. Como desventajas, se encuentran la dificultad de inserción, remoción y ligación de los arcos, menor distancia interbracket, disminución en el diámetro mesio-distal de los brackets dificultando el control del torque y la necesidad de verticalización de caninos y premolares, tras el cierre de espacios después de la extracción dental.

Las irregularidades en la anatomía de la superficie lingual, también crean dificultades en el posicionamiento correcto del bracket ocluso-gingival, afectando el control del torque durante la nivelación dental. La solución a estos problemas sería la cementación



indirecta y la necesaria confección de bases de resina (PAD) individualizadas para la correcta ubicación de los brackets y el control del torque.<sup>20</sup> (Figura 7)



**Figura 7. Aparatología lingual**

Entre los años 1980 y 1983 fue conformado el grupo de investigación de Ortodoncia lingual, o Lingual Task Force, formado por los Ingenieros de Ormco y dirigido por el Dr. Kraven Kurz, tenían por objetivos desarrollar y perfeccionar el diseño de los brackets, desarrollar la mecanoterapia, crear el diseño de los arcos, discutir la secuencia de tratamiento y determinar los criterios de selección de los casos.<sup>22</sup>

En Ortodoncia lingual la mecanoterapia se divide en cuatro etapas: Primera etapa implica la nivelación, alineación, control de rotaciones y corrección de la sobremordida. En la segunda etapa se realiza el cierre de espacios, control del torque y estabilización. El tercero y último paso es el detallado y finalización.<sup>22</sup>



### 3.3 CEMENTACIÓN INDIRECTA

La técnica de cementación indirecta descrita por Silverman, et al, en 1972 , facilitó el trabajo del Ortodoncista y redujo el tiempo de sillón del paciente de 10 a 15 minutos. Anteriormente, por dificultades técnicas solamente los dientes antero-superiores eran regularmente cementados con algún grado de éxito. Primeramente se colocaban los brackets en los modelos de yeso del paciente, se confeccionaban las cubetas de transferencia de plástico; enseguida se realizaba la profilaxis de las coronas dentales y acondicionaban el esmalte con ácido fosfórico al 50% durante 60 a 70 segundos en toda la superficie vestibular, después de obtener una superficie blanquecina del esmalte se aplicaba un sellante de fisuras (CaulkNuvaLight) en los brackets antes de insertar la cubeta de transferencia, posterior a ello se procedía a la polimerización de cada superficie dental.<sup>2</sup> De acuerdo con el relato de Scholz et al, en 1982<sup>23</sup> mientras que la elección de la cementación indirecta por vestibular es electiva, en la técnica lingual es la preferida.

#### 3.3.1 Dispositivos de cementación indirecta en Ortodoncia Lingual

Selaimen et al, en 2003<sup>26</sup> mencionan que el factor clave en el buen funcionamiento de los brackets linguales es el trabajo de laboratorio y describe varios dispositivos para la cementación indirecta:

**-Slot Machine:** debido a las irregularidades de los incisivos inferiores y a las variaciones de espesor de los dientes en sentido vestíbulo-lingual, muchos errores de torque y de nivelación acaban siendo incorporados en los dientes, siendo necesario el uso de un dispositivo mecánico de uso de laboratorio para el correcto posicionamiento de los brackets. Este a su vez sostiene los brackets en posición de cementación por medio del slot del bracket, el cual está orientado a la superficie lingual de cada diente de acuerdo con su torque, altura, rotación y espesura vestíbulo-lingual.<sup>27</sup> (Figura 8.1). Se indica el uso de un tipo de resina compuesta que rellena el espacio remanente entre la base del bracket y el diente, manteniendo de esta forma la orientación del encaje del



arco lingual a la superficie dental cuando los brackets fueran transferidos a la boca del paciente.



**Figura 8.1 Slot Machine**

Fuente: Sociedad de Ortodoncia de Honduras

**-Custom Labial/Lingual Appliance Set Up Service (CLASS):** descrito por Huges en 1998, ofrece un método de posicionamiento del bracket lingual considerando las diferencias anatómicas de las superficies linguales de los dientes. A partir del duplicado del modelo de maloclusión original del paciente, se realiza un set-up\* de la oclusión ideal que servirá como guía para la colocación física de los brackets linguales.

Los brackets son cementados en este set up con resina compuesta (PAD), que actúa como un espaciador entre la base del bracket y la superficies lingual del diente. Posterior se confeccionan los moldes de transferencia individuales para cada bracket. El sistema CLASS exige la máxima precisión de los modelos iniciales y las instrucciones proporcionadas por el clínico para el posicionamiento de los dientes de acuerdo con los objetivos del tratamiento individualizado.<sup>28</sup>

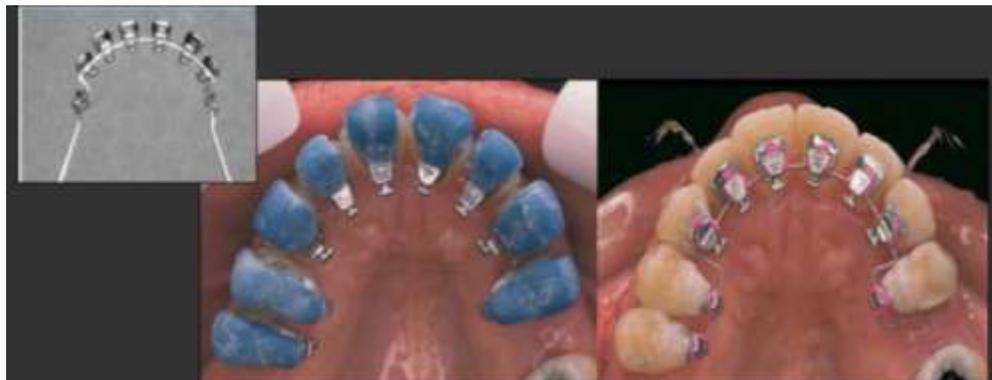
**-Lingual Bracket Jig (LBJ):** sistema de posicionamiento de brackets linguales, constituido por una colección de posicionadores diseñados para mantener los brackets linguales por medio de su slot en la superficie lingual de los dientes.<sup>29</sup> (Figura 9)



**Figura 9. Lingual Bracket Jig.**

Fuente: Yoav,M.

**-Hiro o Ray Set Biaggini Bracket Positioner:** dos técnicas de laboratorio para cementación indirecta, después de la confección del set up, el sistema HIRO utiliza un arco 0,018"X 0,025" de acero para fijar los brackets, cuidando de mantenerlo lo más próximo a la superficie lingual del modelo del paciente. Realizada esta etapa, se confeccionan los moldes individuales para cada diente, después de la polimerización se elimina el alambre de fijación del arco ideal y los excesos de la resina compuesta. Una vez numerados los moldes individuales de los dientes, puede realizarse la cementación indirecta en la boca del paciente.<sup>30</sup> (Figura 10)

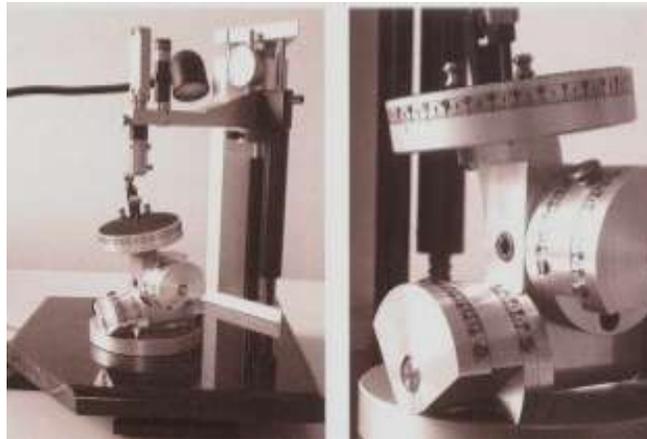


**Figura 10. Hiro o Ray set biaggini bracket positioner.**

Fuente: Yoav,M



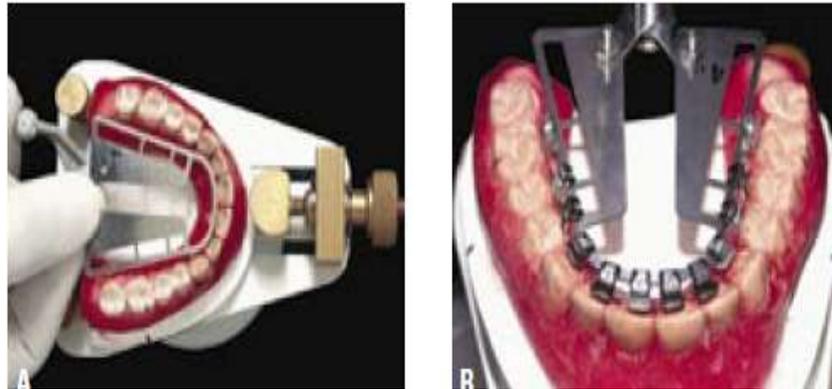
**-Sistema RAY SET:** está basado en un dispositivo de control tridimensional de posicionamiento final de los dientes, constituido de una base de soporte de control de rotación, inclinación y torque. Posee una guía de control del plano de rotación, esencial para un análisis preliminar de las posiciones de primer orden de los dientes. (Figura 11)



**Figura 11. Ray Set**  
Fuente: Indian Dental Academy.

Este dispositivo permite cuantificar la cantidad de movimiento ortodóntico en el modelo de set up, verificando la inclinación de la corona y la raíz, lo que permite la comparación con los modelos iniciales. Con estas mediciones se puede confeccionar el set up con las angulaciones necesarias para cada caso, y posicionar adecuadamente los brackets para la confección de los moldes de transferencia individuales para cada diente.

**-Plain Wire-Mushroom Bracket Positioner (PW-MBP):** utiliza un dispositivo de posicionamiento de brackets con angulaciones predeterminadas, permitiendo un posicionamiento preciso de los brackets en relación con la altura, angulación e inclinación por medio de un sistema de placas de níquel-titanio.<sup>31</sup> (Figura 12)



**Figura 12. Sistema de placas de níquel-titanio- PW-MBP**

**-Rapid prototyping:** Ciuffolo<sup>31</sup> presentó un método nuevo para la preparación de cubetas de transferencia diseñadas por computador (CAD/CAM), para su uso en la cementación indirecta de brackets. Los modelos de trabajo son obtenidos a través de una impresión de silicona, son analizados por medio de un escáner óptico tridimensional de alta resolución (Structura SRL, Ancona, Italia), en el cual el operador del equipo posiciona digitalmente los brackets a la altura deseada mediante un programa específico. (Figura 13).



**Figura 13. Rapid prototyping: A new method of preparing trays for indirect bonding. Fuente: Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.129, n.1, p.75-77, Jan. 2006**



**-Sistema TMF:** tradicionalmente la base plana de los brackets linguales exige la formación de un “PAD” compensatorio en resina compuesta, el cual fue siempre visto como una parte obligatoria del proceso de individualización realizada en el laboratorio. En el Sistema TMF se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Impresión y Set-Up Ortodónico: Para obtener estabilidad y precisión en la impresión se debe usar preferiblemente polivinilxilosano y vaciar la impresión con yeso especial tipo V; obteniendo así un modelo de yeso más exacto, los dientes se troquelan (Figura 14) y se reposicionan en forma correcta en la impresión de silicona, fijándolos con cera rosada; después de endurecida la cera se retira el conjunto y se realizan los zócalos de yeso. (Figura 15).



**Figura 14. Separación dental en el modelo de yeso.  
Sistema TMF**

- b) El resultado final debe ser los modelos en oclusión ideal, como se desea que finalice el tratamiento, con torques y angulaciones definidas correctamente. (Figura 16)
- c) Colocación de los brackets en los modelos y elaboración de los PADs: Debido a la diferencia morfológica individual de las superficies linguales y palatinas de los dientes, la etapa siguiente será definir la posición correcta de los brackets y adaptar sus bases con la colocación de una resina compuesta fotopolimerizable, también



conocida como PAD, para llenar los espacios entre la base metálica del bracket y superficie lingual o palatina de los dientes.<sup>33</sup>

Para posicionar los brackets, se utiliza un arco ideal de acero inoxidable 0,018 "x 0,025" en forma conocida como "mushroom" u hongo, el cual se adaptará al contorno lingual, con un pliegue distal a los caninos para compensar el paso existente entre canino y premolar debido a la diferencia de la anchura bucolingual.

Con la ayuda de ligaduras elásticas se fijará los brackets a este arco ideal y se lo posicionará en el centro de cada diente en el modelo de yeso, para estabilizar el arco ideal se puede usar resina compuesta. (Figura 17)



**Figura 15. Fijación de los troqueles con cera utilitaria**



**Figure 16. Set up finalizado. Vista frontal y oclusal**



**Figura 17. Arco ideal con brackets posicionados y fijados con ligaduras elástica.**

Con los brackets fijados en el arco ideal, se remueve el conjunto del modelo de yeso. Posterior a ello se realiza una limpieza de las bases de los brackets utilizando una solución de éter y acetona al 50%, estas bases no deben ser tocadas hasta la aplicación del PAD de resina, a continuación, se aplica una capa fina de aislante sobre el set up.<sup>33</sup>

El siguiente paso es la fabricación de los PADs, con la ayuda de una espátula se coloca resina compuesta en las bases de los brackets; llevando al conjunto a su posición, se adapta en el set up ejerciendo una leve compresión para drenar el exceso de material. Se debe eliminar el exceso de material con una espátula, asegurándose de que el espacio entre los brackets y los dientes este totalmente lleno. Cada PAD debe ser polimerizado por un mínimo de 40 segundos. (Figura 18)

Después de polimerizar los PADs, el arco ideal debe ser removido cortando las ligaduras elásticas con un estilete (Figura 19).



**Figura 18. Confección de PADs de resina**



**Figura 19. Remoción de ligaduras elásticas con un estilete, brackets linguales posicionados en el modelo**

En esta fase de laboratorio se realiza un duplicado de los modelos el cual servirá para la diagramación individualizada de la secuencia de arcos necesarios durante el tratamiento.<sup>33</sup>

- d) Confección del casquete de transferencia: Para unir el bracket a la resina acrílica, un segmento de alambre de acero inoxidable .016" será adaptado a la canaleta del bracket, se hará unos dobleces, un primero para incisal u oclusal y un segundo a 3mm sobre incisal u oclusal en dirección a la superficie vestibular, con el objetivo de obtener una retención de la resina acrílica (Figura 20)

Un alambre de acero .016" es colocado en el slot del bracket, para su fijación se utiliza cemento de hidróxido de calcio, este es responsable de la estabilidad del bracket. Para



la confección del casquete se pincela resina acrílica cubriendo la superficie incisal y oclusal y los 2/3 de la superficie vestibular. (Figura 21).

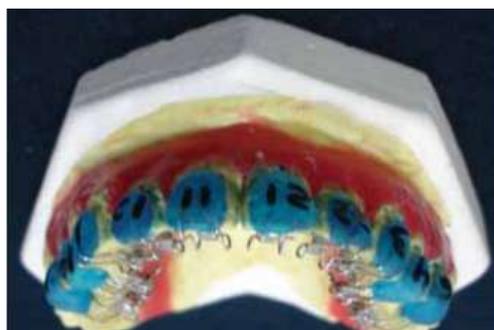


**Figura 20. Segmento de alambre de acero 0.016, adaptado para la confección del casquete de transferencia.**



**Figura 21. Confección de casquetes de transferencia en el modelo**

Después que polimeriza la resina acrílica los casquetes deben ser numerados y removidos de los modelos conjuntamente con sus respectivos brackets y PADs para proceder a la aplicación de óxido de aluminio en la superficie del PAD, para así aumentar la retención durante la cementación.<sup>33</sup> (Figura 22)



**Figura 22.- Casquetes de transferencias numerados.**



### 3.4 BASES DE RESINA INDIVIDUALIZADAS (PAD)

El posicionamiento correcto del bracket lingual es de vital importancia, cuando su vinculación es de forma indirecta, varias técnicas han ido evolucionando en los últimos 30 años. En este procedimiento, la base del bracket, es llenado con resina compuesta formando el PAD de resina, posterior a ello, los brackets son fijados directamente a los modelos de trabajo; se confeccionan las cubetas de transferencia que servirán para ubicarlas correctamente en la superficie dental donde son unidas al esmalte preparado, resultando un posicionamiento indirecto preciso en la boca del paciente.<sup>34</sup>

#### 3.4.1 Tratamientos de Superficie

Con los años, con nuevos materiales, la técnica se ha perfeccionado y nuevas variaciones han sido descritas.<sup>53,54,58, 6,55,59,60</sup> Sin embargo, no existe un protocolo definido para la cementación indirecta en Ortodoncia lingual, más algunos autores como Echarri<sup>7</sup> y Wirchmann<sup>8</sup> utilizan arenado con óxido de aluminio en la superficie del esmalte dental antes del acondicionamiento ácido como tratamiento de superficie con el objetivo de aumentar la fuerza de adhesión en la cementación de estas piezas.

##### 3.4.1.1 Abrasión con aire (Óxido de aluminio)

La abrasión con aire fue descrita primero por Black (1945), como un método de preparación cavitaria. Buonocore (1955) relató la utilización del acondicionamiento ácido para aumentar la adhesión de la resina al esmalte dental.<sup>35</sup> Cuarenta años más tarde, los estudios han comenzado a comparar los efectos de la fuerza de resistencia adhesiva del grabado ácido del esmalte con una combinación de abrasión con óxido de aluminio y acondicionamiento ácido.<sup>36,37</sup>

En diversos estudios, muchas variables referentes a la aplicación del arenado con óxido de aluminio fueron comparadas, tal como: presión del aire abrasivo, tamaño de partícula abrasiva<sup>38</sup> ángulo de aplicación, tiempo de abrasión.<sup>39</sup> En todos los estudios se observó una disminución significativa en la fuerza de adhesión al cizallamiento cuando fue aplicada la abrasión con óxido de aluminio, independientemente de la variable aplicada. Se concluyó que la preparación de la superficie del esmalte utilizando



abrasión de aire generó una fuerza de adhesión significativamente menor, debido a que se observó pérdida irreversible de los componentes orgánicos e inorgánicos de la matriz del esmalte y por lo tanto no debe ser recomendado para uso rutinario en la clínica en sustitución al acondicionamiento ácido del esmalte.<sup>40</sup>

Teniendo en cuenta que algunos protocolos de cementación en Ortodoncia lingual indican el uso de la aplicación de arenado con óxido de aluminio antes del grabado con ácido fosfórico al 37%, Thurler, et al<sup>9</sup> evaluaron y compararon la influencia del arenado con óxido de aluminio en la superficie dental antes del acondicionamiento ácido durante la cementación indirecta de la aparatología lingual, la fuerza de cizallamiento fue medida 24 horas después de la cementación de los brackets, los dientes fueron divididos en grupos G1 - 10 premolares con acondicionamiento ácido al 37%; G2 - 10 premolares con aplicación de arenado con óxido de aluminio, acondicionamiento ácido al 37% en el esmalte, observándose que no hay diferencia estadísticamente significativa en el tratamiento de superficie realizado en el esmalte dental previa cementación indirecta de la aparatología lingual.

#### 3.4.1.2 **Ácido Fluorhídrico**

Fue buscada en la Literatura aplicaciones con ácido fluorhídrico en Ortodoncia lingual; sin embargo, no existe información al respecto. Por otra parte, en Odontología estética y restauradora se indica que debido a la creciente demanda en tratamientos en los que se elaboran carillas, coronas o prótesis fijas en porcelana, ha llevado a que el Ortodoncista tenga la necesidad de cementar aditamentos ortodónticos sobre este material, lo cual exige conocimiento respecto al uso de materiales y técnicas diferentes a las convencionales, garantizando una adhesión óptima de los brackets y, además, preservando al máximo el estado de las restauraciones. Algunos de los retos que deben resolver los Ortodoncistas son: el nivel de adhesión de los materiales empleados, el riesgo de causar alteraciones irreversibles en la superficie de porcelana y los efectos tóxicos producidos por algunos agentes, como el ácido fluorhídrico, el cual se indica para el grabado de este material.



Numerosos métodos se han reportado para acondicionar las superficies de porcelana antes de la adhesión. Éstos se pueden clasificar en tres grupos principales: mecánicos, químicos o una combinación de los dos anteriores. La preparación mecánica se realiza mediante abrasión con piedras verdes (de grano fino hechas de carburo de silicio), fresas de diamante de grano grueso, microarenado con óxido de aluminio o sílice o discos de diamante.<sup>41</sup>

Se ha demostrado que aunque la rugosidad de las superficies de porcelana aumenta la fuerza de adhesión, también aumenta el riesgo de fractura de la porcelana durante la descementación de los brackets, debido a la disminución de la resistencia del material.<sup>42,43</sup> Según Gillis y Redlich, la porcelana microarenada es moderadamente afectada con la pérdida del glaseado y aumenta la rugosidad de forma localizada en la zona destinada para la cementación de los brackets, sin lograr diferencias significativas en la fuerza de adhesión, comparándola con métodos que no requieren eliminar el glaseado.<sup>44</sup>

Bourke y Rock reportaron una fuerza de adhesión de 1,47 MPa usando microarenado con óxido de aluminio sin otra técnica de acondicionamiento.<sup>45</sup> De igual manera, Zachrisson evaluó varias técnicas para acondicionar las superficies de porcelana, reportando una fuerza de adhesión de 2,8 MPa usando arenado con óxido de aluminio como único método.<sup>46</sup> De acuerdo con estos estudios se puede concluir que además del aumento del riesgo de fractura y disminución de la resistencia de la porcelana, para su acondicionamiento estos métodos mecánicos no aumentan los niveles de fuerza de adhesión por sí solos, e incluso no son suficientes para mantener adheridos los brackets durante el tratamiento. Se sugiere que la adhesión óptima a una superficie de porcelana debe permitir el tratamiento de ortodoncia sin falla en la adhesión y sin dañar su integridad después de la remoción de los brackets. Se considera que una fuerza de unión adecuada en la adhesión de los brackets al esmalte debe ser de 6 a 8 MPa.<sup>45, 47</sup> Debido a las limitaciones en la fuerza de adhesión de los métodos mecánicos de acondicionamiento de porcelana, es necesario combinarlos con otras técnicas que aumenten la fuerza adhesiva. Los métodos químicos para la preparación de la



superficie de porcelana incluyen diferentes sustancias, siendo el más estudiado el ácido fluorhídrico en diferentes concentraciones.<sup>48,49</sup> Otras sustancias utilizadas son el fluoruro de fosfato acidulado (ffa)<sup>46, 47</sup> y el ácido fosfórico (af) al 37%.<sup>48,45, 51</sup>

Vatarugegrid et al.<sup>50</sup> encontraron que la aplicación del fluoruro de fosfato acidulado al 1,23% durante 10 minutos, en superficies de porcelana tratadas previamente con piedras verdes para eliminar el glaseado, resultó en una fuerza de adhesión de 9,42 MPa, similar a las reportadas con el uso del ácido fluorhídrico, sin correr los riesgos antes mencionados.

El uso del ácido fosfórico al 37% se recomienda en combinación con silanos; Major et al., Bourke<sup>45</sup> y Rock y Larmour et al.<sup>52</sup> encontraron fuerzas de adhesión aceptables, similares con las logradas aplicando ácido fluorhídrico al 9% y silano. Los silanos son agentes de acoplamiento, ampliamente utilizados en Prostodoncia y Ortodoncia, que mejoran la adhesión a las superficies de porcelana<sup>46,50,51,52</sup>. El silano contiene moléculas de silanol y acrílicas, las primeras de las cuales reaccionan formando un enlace químico con el sílice (compuesto inorgánico de la porcelana) y las moléculas acrílicas se adhieren a la parte orgánica del adhesivo (resina). Por esta razón, cuando el contenido de sílice es bajo en la porcelana, el efecto en la fuerza de adhesión del silano es bajo.<sup>46</sup> La función del ácido fosfórico al 37% es remover la película superficial de la porcelana, eliminando de las partículas de sílice, las moléculas de oxígeno e hidrógeno para permitir su unión con las moléculas de silanol.

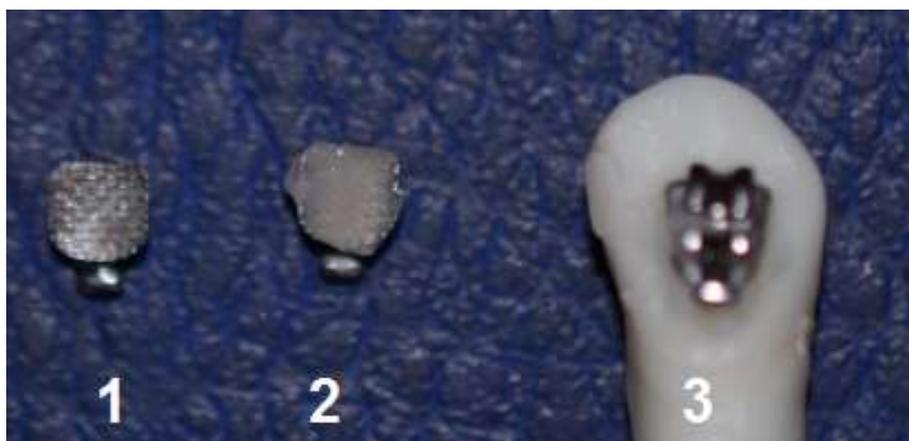
### **3.4.2 Interfaces presentes en la cementación indirecta de brackets linguales**

Por otra parte, autores como Thurler, et al<sup>9</sup> indican que en la cementación indirecta de brackets linguales, la fuerza de adhesión es muy importante, pues existen cinco tipos diferentes de materiales involucrados en la cementación indirecta como son: bracket lingual, resina fotopolimerizable para la confección del PAD, adhesivo dental, cemento resinoso fotopolimerizable y el esmalte dental. (Figura 23)



**Figure 23. Materiales involucrados en la cementación indirecta**

La vinculación indirecta de brackets linguales crea tres interfaces entre estos materiales no presentes en la cementación directa: la primera interfaz localizada entre el bracket y la resina del PAD; la segunda entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y la tercera entre este cemento y el esmalte dental<sup>9</sup> (Figura 24); la segunda interfaz entre resina del PAD y cemento resinoso fotopolimerizable, podría ser considerado un enlace débil como lo indica el autor Yi,G, et al<sup>53</sup> en 2003, debido a las porosidades presentes en esta interfaz.



**Figura 24. Interfaces presentes entre:** 1. bracket y la resina del PAD; 2.entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y 3. entre este cemento y el esmalte dental. Fuente: Propia



Han habido pocas investigaciones de laboratorio que estudien esta segunda interfaz; sin embargo, muchos clínicos hacen afirmaciones acerca de las mejores técnicas para la cementación indirecta.

Miles, en 2002 encontró que dos tercios de la cementación indirecta tenían poros marginales en esta segunda interfaz, resultando así una reducción del 50% en la resistencia de la unión. El autor sugiere el uso de una pequeña cantidad de resina adicional aplicada alrededor de esta interfaz la cual podría disminuir el número de poros y aumentar la resistencia de la unión.<sup>54</sup>

Varios clínicos también recomiendan el uso de abrasión con óxido de aluminio como tratamiento de superficie de la base del PAD antes de aplicar el adhesivo dental es decir; en la segunda interfaz entre la base de resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable, con el fin de remover cualquier contaminación e incrementar el área de superficie para una mejor resistencia de unión.<sup>34,54,56</sup>

Sondhi, en 1999 recomienda el uso de micro arenado con partículas finas de óxido de aluminio (50  $\mu\text{m}$ ) en la base de los PAD de resina, teniendo la precaución de no erosionar la base de resina.<sup>55</sup>

Swartz, en 2005, también recomendó además de la abrasión de la base de resina del PAD, humedecer la misma con una resina sin relleno como Orthosolo (Ormco, Glendora, California) para mejorar la resistencia de la unión.<sup>56</sup>

En 2008, Thompson et al analizaron la resistencia de unión en la segunda interfaz entre las bases de resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable. Fueron utilizados 120 cuerpos de prueba divididos en cuatro grupos de 30 ejemplares: G1 usando resina Orthosolo aplicada para humedecer la base del PAD, G2 aplicación de abrasión con óxido de aluminio en la base del PAD, G3 abrasión y uso de cemento resinoso fotopolimerizable y un grupo control G4 usando como agente de cementación resina Orthosolo sin ningún paso adicional de humedecimiento ni de abrasión. Posterior a ello se realizó las pruebas de laboratorio, dentro del análisis estadístico mediante el test de



Anova se demostró diferencias significativas en la fuerza de resistencia de unión entre los diferentes preparados de superficie. Las superficies preparadas por abrasión con óxido de aluminio presentaron valores estadísticamente significativos (5.85 MPa,  $P < .05$ ) que las otras formas de preparación, los autores concluyeron que la abrasión realizada en la segunda interfaz entre la base de la resina del PADs y el cemento resinoso fotopolimerizable aumenta la resistencia adhesiva.<sup>57</sup>

La presente revisión de literatura ilustra la importancia de los diferentes métodos de preparación de superficie de la base del PAD, su importancia y los factores a ser tomados en cuenta en la segunda interfaz presente en la cementación indirecta de la técnica lingual, y confirma que otras investigaciones son necesarias con el fin de analizar cómo las diversas preparaciones bracket-PAD de resina y materiales adhesivos afectan la resistencia adhesiva en la vinculación indirecta de brackets linguales.



## CAPÍTULO IV



## 4 OBJETIVO GENERAL.

### 4.1 Objetivo General:

- Evaluar la resistencia adhesiva en la interfaz localizada entre la resina de la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable utilizando dos tratamientos distintos de superficie óxido de aluminio y ácido fluorhídrico previo a la cementación indirecta de la técnica lingual..



## CAPÍTULO V



## **5 HIPOTESIS O PREGUNTA DE INVESTIGACION.**

### **5.1 Hipótesis nula**

La resistencia adhesiva en la interfaz de resina entre la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable utilizado en la cementación indirecta de la técnica lingual no varía según el tratamiento de superficie aplicado.

### **5.2 Hipótesis alternativa**

La resistencia adhesiva en la interfaz de resina entre la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable utilizado en la cementación indirecta de la técnica lingual varía según el tratamiento de superficie aplicado.



## CAPÍTULO VI



## 6 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.

### 6.1 Tipo de Estudio

Se trató de un estudio experimental "in vitro", con el fin de determinar la resistencia adhesiva en la interfaz de resina entre la base individualizada del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable utilizado en la cementación indirecta de brackets linguales.

### 6.2 Área y período de estudio

El estudio se cumplió en el laboratorio de Investigación Prof. Lincon Steagall, Departamento de Dentística de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sao Paulo, durante el período comprendido entre Septiembre 2014 - Mayo 2015.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 6.3 Material

En el presente estudio, se optó por dividir el enfoque del material entre: material de la muestra y materiales complementarios.

#### 6.3.1 Material de la muestra.

La muestra del estudio fue constituida por:

- 30 cuerpos de prueba hechos con resina Transbond XT, utilizando para su confección un blister de brackets.

La elaboración de los cuerpos de prueba siguió 3 protocolos diferentes, como se describe a continuación:

Grupos de Experimentación: El estudio contó con 3 grupos distribuidos de la siguiente manera:





- ✓ Óxido de aluminio 50 micrones ASFER
- ✓ Ácido fluorhídrico 9%-Ultradent® Porcelain Etch and Silane
- ✓ Espátula de resina
- ✓ Cera rosada WILSON
- ✓ Acrílico líquido y polvo ORTODEN
- ✓ Aislante de modelos Cel-Lac (SS WHITE )
- ✓ Moldes plásticos de transferencia
- ✓ Aplicadores
- ✓ Blister de brackets
- ✓ Equipo de Arenado, Essence Dental. Dra. Rita Baratela Thurler.
- ✓ Máquina de Ensayos Mecánicos Mini-Instron, modelo 5942 perteneciente al Laboratorio de Investigación Prof. Lincon Steagall, Departamento de Dentística de la Facultad de Odontología de la Universidad da São Paulo.
- ✓ Sierra de precisión: BUEHLER® IsoMet® 1000 PRECISION SECTIONING SAW

## 6.4 Métodos

### 6.4.1 Confección de bases individualizadas de resina (PADs)

Se elaboró 30 cuerpos de prueba hechos con resina Transbond XT, los cuales fueron elaborados de la siguiente manera:

- Primero se aisló el blister de brackets utilizando aislante de modelos Cel-Lac (SS WHITE), luego se colocó resina transbond XT en el blister hasta llenarlo por completo, se polimerizó por 40 segundos, este procedimiento se realizó hasta obtener 60 bloques de resina transbond XT.(Figura 26)

Fue utilizada la resina transbond XT por sus características y ventajas de ser una resina hidrofóbica, de consistencia semisólida, tiempo extendido de trabajo, fuerza de adhesión inmediata.



**Figura 26. Colocación de resina transbond XT en el blister para confección de base de resina individualizada (PAD).** Fuente: propia

Después de la preparación de los 60 bloques de resina transbond XT se dividió las muestras en 3 grupos:

- **En el grupo 1:** grupo control, se aplicó solo adhesivo primer transbond XT al bloque de resina transbond XT, uniendo dos bloques de resina transbond XT y polimerizando por 20 segundos cada superficie, logramos obtener 1 cuerpo de prueba; este procedimiento se realizó hasta obtener 10 cuerpos de prueba o bases individualizadas de resina (PADs).(Figura 27)



**Figura 27. Unión de los dos cuerpos de resina transbond XT.**  
Fuente: propia



- **En el grupo 2:** se aplicó óxido de aluminio 50 micrones en la superficie del bloque de resina transbond XT durante 10 segundos, esto se realizó en 10 bloques de resina Transbond XT. (Figura 28)



**Figura 28. Aplicación de óxido de aluminio en la base del PAD**

Fuente: propia

Luego del lavado y secado de la superficie, se aplicó adhesivo Primer Transbond, uniendo el primer bloque de resina XT con el segundo bloque de resina XT, polimerizando esta unión durante 20 segundos cada superficie, consiguiendo así un 1 cuerpo de prueba listo, este procedimiento se realizó hasta obtener 10 bases individualizadas de resina (PADs). (Figura 29)



**Figura 29. Unión de los dos cuerpos de resina transbond XT.**

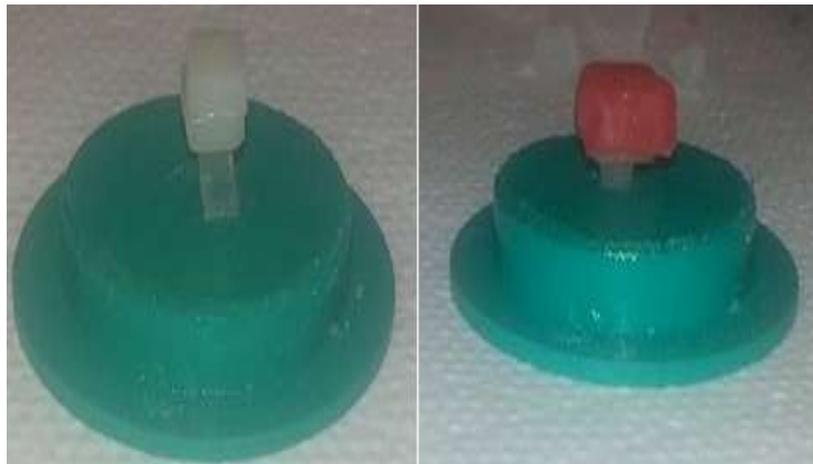
Fuente: propia



- **En el grupo 3**, se aplicó ácido fluorhídrico al 9% en la superficie del bloque de resina transbond XT por 10 minutos. Luego del lavado y secado de la superficie se aplicó adhesivo Primer Transbond, uniendo el primer bloque de resina XT con el segundo bloque de resina XT, polimerizando esta unión durante 20 segundos cada superficie, consiguiendo así un 1 cuerpo de prueba listo, este procedimiento se realizó hasta obtener 10 bases individualizadas de resina (PADs).

#### 6.4.2 Confección de los moldes de transferencia

Luego de la obtención de las 30 bases individualizadas de resina (PADs), se procedió a colocar en cada una de ellas cera protectora rosada previa a la inmersión en resina acrílica autopolimerizable. (Figura 30).



**Figura 30. Bases individualizadas de resina (PADs)**

Fuente: propia

Cada base fue incluida en un cilindro de resina acrílica hecha con la ayuda de un molde de caucho, el cual fue previamente aislado; para cada grupo se utilizó resina acrílica de color, formando así la base del troquel. (Figuras 31,32 y 33).

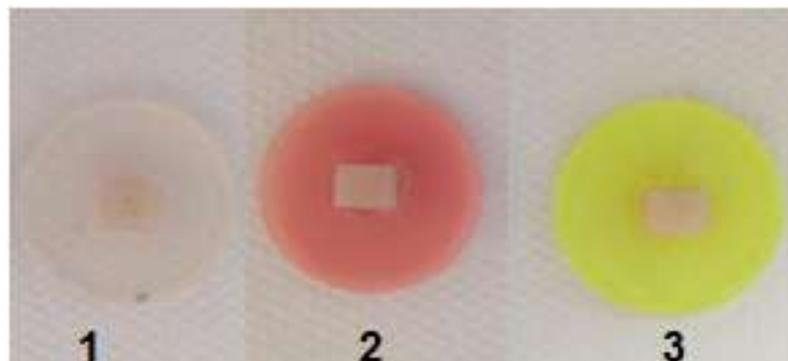


**Figura 31. Procedimiento de la confección del troquel del PAD.**

Fuente: propia



**Figura 32. Procedimiento de la confección del troquel del PAD.** Fuente: propia



**Figura 33. Base de resina y troquel individualizado.**

1.Grupo control 2.Grupo con óxido de aluminio 3.Grupo con ácido fluorhídrico  
Fuente: propia

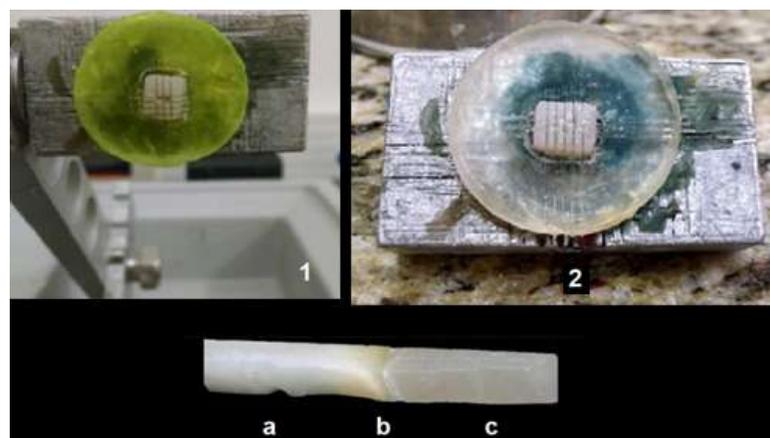


## 6.5 Realización de los test de resistencia adhesiva

Previo a la realización de los test de resistencia adhesiva, se realizó los cortes de precisión en cada cuerpo de prueba, usando para ello la sierra de precisión BUEHLER® IsoMet® 1000 PRECISION SECTIONING SAW, obteniendo así en total 45 tiras de prueba para micro tracción, cada grupo poseía 15 tiras de prueba para micro tracción, siendo esta prueba más confiable, al poseer una menor área de superficie y mayor homogeneidad. (*dimensiones aproximados: área 0.68mm, longitud 0.83mm y ancho 0.94mm*) (Figuras 34 y 35)



**Figura 34. Sierra de precisión BUEHLER® IsoMet® 1000 PRECISION SECTIONING SAW.** Fuente: Dr. Fernando Hanashiro



**Figura 35. 1-Cortes de precisión previo al test de Micro tracción. 2-Tira de prueba para micro tracción** compuesta por: a) PAD de resina, b) adhesivo primer transbond XT, c) cemento resinoso fotopolimerizable. Con dimensiones aproximadas de 0.83mmx0.93mm con área aproximada de 0.68mm. Fuente: Dr. Fernando Hanashiro



Cada una de las muestras fue adherida a una montura/guía o porta muestra para la prueba de micro tracción, donde se utilizó la máquina universal de pruebas marca Mini-Instron modelo 5942, perteneciente al Laboratorio de Investigación Prof. Lincon Steagall, prueba que se realizó a una velocidad de deformación constante de 0.5 mm/min.(Figuras 36 y 37)



**Figura 36. 1- Monturas/Guías para micro tracción. 2- Detalle de una muestra adherida en la montura/guía de micro tracción**



**Figura 37. Máquina de ensayos mecánicos Mini-Instron, modelo 5942**

Fuente: Dr. Fernando Hanashiro

La máquina de ensayos mecánicos utilizada es un equipo electrónico digitalizado que informa con precisión la cantidad de fuerza en Newtons (N), en el momento de ruptura de la base individualizada de resina (PAD) al aplicar la fuerza de tracción empleada, los



resultados obtenidos en cada tracción fueron convertidos en megapascales (MPa), dividiendo el valor en Newtons por el área de la base del cuerpo de prueba, posterior a ello estos resultados fueron transferidos al programa Software Statistical Package for the Social Science (SPSS) Versión 22.0 en español para Windows para el análisis estadístico.

## **6.6 Método estadístico**

Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa Software Statistical Package for the Social Science (SPSS) Versión 22.0 en español para Windows.

Los datos fueron sometidos al test de Normalidad de residuos de Shapiro Wilk ( $p > 0,05$ ) y de LEVENE para el análisis de homogeneidad de las varianzas. La resistencia adhesiva fue comparada entre los grupos por medio del Análisis de Varianza (ANOVA) como factor único para el procesamiento de los datos.

Para todos los análisis el nivel de significancia fue del 5% ( $p < 0,05$ ) con un nivel de confianza del 95% (IC95%). Se consideró estadísticamente significativo valores por debajo de 0,05.

## **6.7 Consideraciones Bioéticas**

En la presente investigación se deja por sentado que ningún procedimiento fue realizado sobre seres humanos, siendo innecesario el elaborar un consentimiento informado para llevar a cabo el estudio.



## CAPÍTULO VII



## 7 RESULTADOS

Después de la realización de los procedimientos experimentales propuestos en la metodología previamente citada, los resultados alcanzados se muestran a continuación:

### 7.1 Estadística descriptiva

El diseño experimental escogido estuvo compuesto por una variable (Resistencia Adhesiva-“RA”; Unidad =“MPa”– Mega Pascal ) y un Factor de Variación (Tratamientos de Superficie), con tres niveles, siendo: control (G1), óxido de aluminio (G2) y ácido fluorhídrico.

La Tabla 2, establece los parámetros estadísticos y estadística descriptiva de los datos experimentales utilizados en este trabajo.

**Tabla 2. Parámetros Estadísticos y Estadística Descriptiva de los datos experimentales.**

*Variable: Resistencia Adhesiva (RA)*

Tratamientos	N	Media	EP	DP	Min	Q1(25%)	Med(50%)	Q3(75%)	Max
Ac. Fluorhídrico	15	3,29	0,20	0,44	2,75	2,85	3,43	3,65	3,85
Control	15	2,61	0,20	0,45	1,90	2,22	2,60	3,00	3,03
Óxido de Aluminio	15	2,71	0,29	0,64	2,05	2,05	2,85	3,30	3,50

**EP**=Error Estandar; **DP**=Desviacion Estandar; **Min**=Minimo; **Q1(25%)**=Primer Cuartil;**Med(50%)**=Mediana; **Q3(75%)**= Tercer Cuartil; **Max**=Máximo.



## 7.2 Análisis de Varianza

Tabla 3. Test de Análisis de Varianza (ANOVA) como factor único para datos independientes para la variable RA.

Fuente de Variación	GL	SQ	QM	F-Valor	Valor P
Tratamientos	2	1,358	0,68	2,52	0,12
Error (Residuo)	12	3,238	0,27		
Total	14	4,596			

GL=Grados de Libertad; SQ=Suma de Cuadrados; QM=Cuadrado Medio.

\* $P < 0.05$

Los datos fueron sometidos al test de Normalidad de residuos de Shapiro Wilk ( $P > 0,05$ ) y de LEVENE. Los resultados de los test confirman las premisas de homogeneidad y de normalidad de los datos, habilitando la utilización del Análisis de Varianza (ANOVA) como factor único para el procesamiento de los datos (Tabla 3).

El resultado del test de ANOVA, revela que el factor de tratamiento de superficie  $F_{(2,12)}=2,52; p=0,12$  no es significativo, y que los diferentes tratamientos de superficie (G2 óxido de aluminio, G3 ácido fluorhídrico) utilizados son equivalentes al G1 o grupo control, al no ejercer influencia de manera significativa en los valores de Resistencia Adhesiva (RA).



### 7.3 Factor Tratamientos

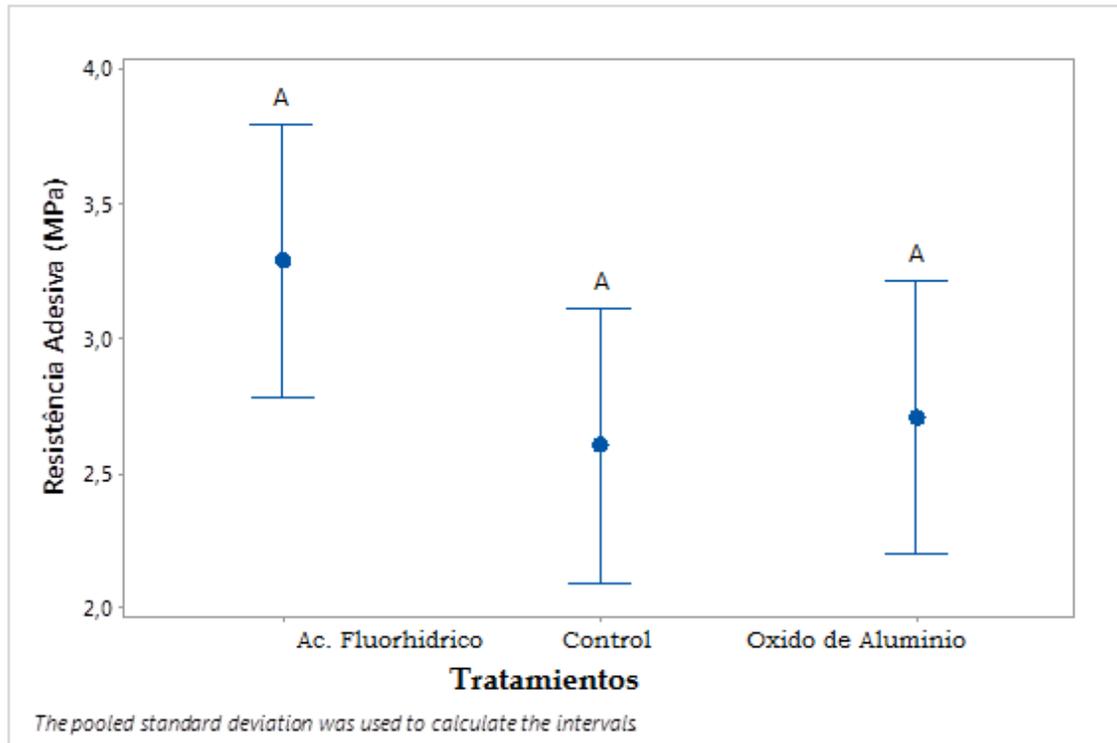


Grafico 1. **Comparación de los intervalos de confianza del 95% de tratamientos experimentales.**

La no significancia del factor de tratamiento de superficie infiere que el recibir el arenado con partículas de óxido de aluminio (2.8), ácido fluorhídrico (3.3) en la superficie del PAD en promedio, no influye para los valores obtenidos de resistencia adhesiva, lográndose observar el cruzamiento de los intervalos de confianza entre sí, indicando que no hay diferencia estadística( $P < 0.05$ ).



## CAPÍTULO VIII



## 8 DISCUSIÓN

En la cementación indirecta de la aparatología lingual, la fuerza de adhesión es muy importante, especialmente en las interfaces ubicadas entre el bracket y la resina del PAD, entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y finalmente entre este cemento y la superficie del esmalte dental. Por este motivo, hay muchos lugares donde la descementación puede ocurrir, siendo uno de los factores que requieren un procedimiento más cuidadoso por parte del profesional.<sup>9</sup>

El presente estudio “in vitro” de micro tracción se efectuó para evaluar los resultados de resistencia de adhesión en la segunda interfaz entre la base individualizada del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable al usar diferentes tratamientos de superficie como ácido fluorhídrico y óxido de aluminio.

Fueron buscados estudios que utilizarán protocolos similares de tratamiento de superficie en la base del PAD antes de la aplicación del cemento resinoso fotopolimerizable es decir; en la segunda interfaz, que justificarán los resultados encontrados en la presente investigación; sin embargo apenas cinco estudios fueron encontrados, dentro de los cuales cuatro estudios señalan el uso de abrasión con óxido de aluminio (50  $\mu\text{m}$ ) como tratamiento de superficie de la base del PAD antes de aplicar el adhesivo fotopolimerizable con el fin de remover cualquier contaminación e incrementar el área de superficie para una mejor resistencia adhesiva, teniendo la precaución de no erosionar la base de resina. Moskowitz et al<sup>34</sup> (1996), Miles<sup>54</sup> (2002), Swartz<sup>56</sup> (2005) y Sondhi<sup>55</sup> (1999), todos estos estudios presentan similitud en el tratamiento de superficie manejado en esta investigación.<sup>55</sup>

Encontramos un estudio en 2008 de Thompson et al los cuales analizaron la resistencia de unión en la segunda interfaz entre las bases de resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable. Fueron utilizados 120 cuerpos de prueba divididos en cuatro grupos de 30 ejemplares: G1 usando resina Orthosolo aplicada para humedecer la base del PAD, G2 aplicación de abrasión con óxido de aluminio en la base del PAD, G3 abrasión y uso de cemento resinoso fotopolimerizable y un grupo control G4 usando



como agente de cementación resina Orthosolo sin ningún paso adicional de humedecimiento ni de abrasión. Posterior a ello se realizó las pruebas de laboratorio, dentro del análisis estadístico mediante el test de Anova se demostró diferencias significativas en la fuerza de resistencia de unión entre los diferentes preparados de superficie. Las superficies preparadas por abrasión con óxido de aluminio presentaron valores estadísticamente significativos (5.85 MPa,  $P < .05$ ) que las otras formas de preparación, los autores concluyeron que la abrasión realizada en la segunda interfaz entre la base de la resina del PADs y el cemento resinosa fotopolimerizable aumenta la resistencia adhesiva.<sup>57</sup>

Sin embargo, con los resultados obtenidos en la presente investigación la fuerza de resistencia adhesiva del óxido de aluminio fue de (2.8MPa) en la superficie del PAD en promedio pudiéndose con ello discrepar con el autor Thompson et al, el cual indica que existe diferencia estadísticamente significativa (5.85 MPa) al aplicar abrasión con óxido de aluminio en la superficie del PAD, contrastándose con nuestros resultados que indican que no hay diferencia significativa, dicha discrepancia podría deberse al tamaño de la muestra en la metodología empleada por el autor.

Las fuerzas de adhesión media para los grupos de variables en este estudio osciló entre 2.61 MPa hasta 3.29 MPa, con una media de 2.52 MPa. Un factor importante es si las fuerzas de resistencia adhesiva se encuentran dentro lo que se considera clínicamente aceptable. Sin embargo en la Literatura no está claro cuál debe ser la resistencia mínima, autores como Reynolds et al, sugieren que la resistencia adhesiva mínima en Ortodoncia se encuentra entre 6.0 a 8.0 MPa, discrepando con la encontrada en el presente estudio, pudiendo deberse también al tamaño de la muestra empleada.

Por otra parte realizadas las pruebas de micro tracción,<sup>6</sup> para los grupos de variables en el presente estudio se puede resaltar que el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico demostró una mayor resistencia adhesiva (3.3 MPa) en la superficie del PAD en promedio comparada con el óxido de aluminio (2.8 MPa), a pesar de observar



el cruzamiento de los intervalos de confianza entre sí, indicando que no hay diferencia estadística ( $P < 0.05$ ); podría servir de base para valoraciones comparativas posteriores.



## CAPÍTULO IX



## 9 CONCLUSIONES

Con base en la metodología empleada y los resultados alcanzados, esta investigación puede concluir que:

- La aplicación de los diferentes tratamientos de superficie óxido de aluminio y ácido fluorhídrico en la interfaz localizada entre la resina de la base del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable no influyen en los valores obtenidos de resistencia adhesiva, siendo estos valores equivalentes al grupo control; pudiendo así utilizar cualquier protocolo de tratamiento de superficie indicado en la presente investigación.



## 9.1 RECOMENDACIONES.

Se propone seguir investigando sobre la fuerza de adhesión de los brackets linguales, en las diferentes interfaces ubicadas entre el bracket y la resina del PAD, entre la resina del PAD y el cemento resinoso fotopolimerizable y entre este cemento y la superficie del esmalte del diente, con el fin de aminorar la descementación de aditamentos en Ortodoncia lingual y aumentar su resistencia adhesiva.



## 9.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. WUNDERLICH, A. (2009). **Avaliação in vitro da resistência da colagem de braquetes linguais com diferentes espessuras de resina.** São Bernardo do Campo.
2. SILVERMAN, E. (1972). **A universal direct system for both metal and plastic brackets.** Am J Orthod , v.62, n.3, p.237-244.
3. FUJITA, K. (1979). **New orthodontic treatment with lingual bracket and mushroom archwire appliance.** Am J Orthod, v.76, n.6, p.657-675.
4. REYNOLDS, J. (1975). **A review of direct orthodontic bonding.** Br J Orthod, v.2, n.3, p.171-178.
5. NEWMAN, G. (1965). **Epoxi adhesives for orthodontic attachments: progress report.** Am J Orthod , v.51, n.12, p.901-912.
6. SANO, H., SHONO, T., SONODA, H. **Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test.** Dent Mater. 1994;10(4):236-40.
7. ECHARRI, P. (1999). **Ortodoncia lingual: puesta al día del procedimiento clínico de cementado indirecto (parte III).** Ortodoncia Clín. 1:28-36.
8. WIRCHMANN, D. (2000). **Lingual Orthodontics (part 3): intraoral sandblasting and indirect bonding.** J Orofac. Orthop, 61:280-91, 61:280-91.
9. THURLER, R., CARVALHO, P., STEAGALL, M., TURBINO, M., & YOUSSEF, M. (2014). **Influência do óxido de alumínio na colagem dos bráquetes linguais.** Orthod. Sci. Pract.,7(28).
10. PHILLIPS, R. (1993). **La ciencia de los materiales dentales de Skinner.** Novena ed. México: Ed. Interamericana McGraw-Hill.
11. PHILLIPS, R. (2008). **La ciencia de los materiales dentales de Skinner.** Onceava ed México: Ed. Interamericana McGraw-Hill.
12. KENNETH W. ASCHHEIM, BARRY G DALE. (2002) **Odontología estética.** Edición: 2. España.



13. MACCHI, R. (2007). **Materiales dentales**. Editorial Medica Panamericana, 3ª edición. Buenos Aires sección I. Pags 38 – 42.
14. LINCON, F. (2005). **Adhesivos dentales en Odontología. Conceptos Fundamentales**. Vol. XLIV / Núm. 3
15. HENESTROZA G.(2003). **Adhesión en odontología restauradora**. Editorial Asociación.
16. FLURY, S. (2010). **Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva**, Quintessenz Team -Journal; Pags 40:251-7.
17. GÄNGLER, P; WILLERSHAUSEN,B; SCHWENZER, N. (2005) **Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie**.
18. LUSSI, A; SCHAFFNER, M.(2010) **Fortschritte der Zahnerhaltung**. Quintessenz Verlag, Berlin.
19. TOLEDANO, M. O. (2003). **Arte y Ciencia de los Materiales Dentales**. 1st ed. Madrid: Ediciones Avances Medico-Dentales.
20. ALBALADEJO, A. (2010). **Actualización de la adhesión en Ortodoncia** (parte I), Universidad de Salamanca.
21. LINDAUER, S. (1997). **Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets** . Am J Orthod Dentofac Orthop , 111:599-605.
22. PERDIGAO, J. (1997). **Effects of a self-etching primer on enamel shears bond strengths and SEM morphology**. Am J Dent , 10:141-146.
23. SCHOLZ, R., & SWARTZ, M. (1982). **Lingual orthodontics: a status report part 3 indirect bonding laboratory and clinical procedures**. J Clin Orthod , v.16, n.12, p.812-820.
24. KURZ,C & ROMANO,R. (1998). **Lingual orthodontics: historical perspective**. In: **Lingual orthodontics**. 1a ed. Decker BC, London.
25. ALEXANDER,C. (1983). **Lingual orthodontics: a status report part 5 lingual mecanootherapy**. J Clin Orthod, v.17, n.2, p.99-115.
26. SELAIMEN, C., MARTINS, L., & MARTINS, R. (2003). **Tratamento ortodôntico para adultos com aparelho lingual**. R Clin Ortodon Dental Press , v.2, n.4, p.45-51.



27. CREEKMORE, T. (1989). **Lingual orthodontics - its renaissance.** Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.96, n.2, p.120-137.
28. HUGE, S. (1998). **The customized lingual appliance set-up service (CLASS) system.** In: **Lingual Orthodontics.** Romano, R., ed. Decker BC, London, 163-173.
29. GERON, S. (1999). **The lingual bracket jig.** J Clin Orthod, v.33, n.8, p.457-463.
30. SCUZZO, G., & TAKEMOTO, K. (2003). 34. SCUZZO, G., & TAKEMOTO, K. (2003). **Lingual laboratory procedures.** In: **Invisible Orthodontics, current concepts and solutions in lingual orthodontics.**
31. CAL-NETO, J. (2005). **A técnica o arco reto em Ortodontia Lingual com o uso do PW-MBP.** R Clin Ortodon Dental Press, v.4, n.3, p.73-77.
32. CIUFFOLO, F. (2006). **Rapid prototyping: A new method of preparing trays for indirect bonding.** Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.129, n.1, p.75-77.
33. THURLER, R., MACEDO, A., & COTRIM-FERREIRA, A. (2008). **Colagem indireta na ortodontia lingual: descrição do sistema TMF.** Rev Assoc Paul Cir Dent, São Paulo, v. 62, n. 4, p. 309-313.
34. MOSKOWITZ, E., KNIGHT, L., SHERIDAN, J., ESMAY, T., & TOVILO, K. (1996). **A new look at indirect bonding.** J Clin Orthod, 30:277-81.
35. BUONOCORE, M. (1955). **A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces.** J Dental Res. 34:849853.
36. BLACK, R. (1945). **Technic for nonmechanical preparation of cavities and prophylaxis.** J Am Dental Assoc. 32:955-965.
37. ROEDER, L, BERRY E. (1995). **Bond strength of composite to air-abraded enamel and dentin.** Oper. Dent. 20:186-190.
38. OLSEN, M; BISHARA, S; DAMON, P; JAKOBSEN, J. (1997). **Comparison of shear bond and surface structure between conventional acid etching and air-abrasion of human enamel.** J Am Orthod. Dentofac. Orthop. 112:502-6.
39. BERRY, E; WARD, M. (1995). **Bond strength of resin composite to air-abraded enamel.** Quintessence Int. 26:559-562.



40. ZUANON, A; GUIMARÃES, M; SANTOS-PINTO, L. (2004). **Análise morfológica da superfície de esmalte dos dentes decíduos após a aplicação do sistema de abrasão a ar ou condicionamento ácido do esmalte. Estudo em microscopia eletrônica tol.** Int. 8:299-302.
41. SARAÇ, Y; ELEKDAG-TURK, S; SARAÇ, D; TURK, T. (2004). **Surface conditioning methods and polishing techniques effect on surface roughness of a feldspar ceramic.** Angle Orthod, 77(4): 723-8.
42. TÜRKKAHRAMAN, H. (2006). Porcelain surface-conditioning techniques and the shear bond strength of ceramic brackets. Eur J Orthod; 28: 440-3.
43. SCHMAGE, P; NERGIZ, I; HERRMANN, W; ÖZCAN, M. (2006). **Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces.** Am J Orthod Dentofacial Orthop; 123: 540-6.
44. GILLIS, I; REDLICH, M. (1998). **The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strength of stainless steel brackets.** Am J Orthod Dentofacial Orthop; 114: 387-92.
45. BOURKE, B; ROCK, W. (1999). **Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain.** Br J Orthod; 26: 285–90.
46. ZACHRISSON, Y; ZACHRISSON, B. (1996). **Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain.** Am J Orthod Dentofacial Orthop; 109(4): 420-30.
47. REYNOLDS, I; VON FRAUNHOFER, J. (1976). **Direct bonding of orthodontic brackets - A comparative study of adhesives.** Br J Orthod; 3(3): 143-6.
48. Trakyal, G. (2009). **Effects of different silanes and acid concentrations on bond strength of brackets to porcelain surfaces.** Eur J Orthod; 31: 402-6.
49. HERION, D; FERRACANE, J; COVELL, D. (2010). **Porcelain surface alterations and refinishing after use of two orthodontic bonding methods.** Angle Orthod; 80: 167-74.
50. VATARUGEGRID, S; VITEPORN, S. (2010). **Shear-peel bond strength of metal bracket to porcelain surface treated with 1.23% acidulated phosphate fluoride gel.** CU Dent J; 33: 109-18.



51. MAJOR, P; KOEHLER, J; MANNING, K. (1995) **24-hour shear bond strength of metal orthodontic brackets bonded to porcelain using various adhesion promoters.** Am J Orthod Dentofacial Orthop; 108: 322-9.
52. LARMOUR, C; BATEMAN, G; STIRRUPS, D. (2006). **An investigation into the bonding of orthodontic attachments to porcelain.** Eur J Orthod; 28: 74-7.
53. YI, G, DUNN, W., & TALOUMIS, L. (2003). **Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets.** Am J Orthod Dentofacial Orthop, 124:577-81.
54. MILES, P. (2002). **Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive.** J Clin Orthod , 36:646-7.
55. SONDHI, A. (1999). **Efficient and effective indirect bonding.** Am J Orthod Dentofacial Orthop , 115:352-9.
56. SWARTZ, M. (2005). **Bond strength of a universal orthodontic bonding agent.** Clin Impressions , 14:14-6.
57. THOMPSON, M., DRUMMOND, J., & BEGOLE, E. (2008). **Bond strength analysis of custom base variables in indirect bonding techniques.** . Am J Orthod Dentofac Orthop.
58. READ, M., & O'BRIEN, K. (1990). **A clinical trial of an indirect bonding technique with a visible light-cured adhesive.** Am J Orthod Dentofacial Orthop , 98:197-201.
59. THOMAS, R. (1979). **Indirect bonding: simplicity in action.** J Clin Orthod , 13:93-106.
60. WHITE, L. (2001). **An expedited indirect bonding technique.** J Clin Orthod , 35:36-41.
61. SWIFT, E., BRODEU, E., & PIRES, J. (1992). **Treatment of composite surfaces for indirect bonding.** Dent Mater , 8:193-6.
62. THOMPSON, M., DRUMMOND, J., & BEGOLE, E. (2008). **Bond strength analysis of custom base variables in indirect bonding techniques.** . Am J Orthod Dentofac Orthop.



### 9.3 GLOSARIO:

**ANOVA o análisis de la varianza:** permite estudiar las dispersiones o varianzas de los grupos, estudiar sus medias y la posibilidad de crear subconjuntos de grupos con medias iguales.

**Brackets linguales:** aditamentos de Ortodoncia que se colocan en la parte interna de los dientes tanto en lingual como palatino.

**PAD:** cojín de resina ubicado entre la base del bracket lingual y la superficie lingual o palatina del diente, solucionando así problemas de variaciones anatómicas linguales y palatinas.

**Prueba de Levene:** es una prueba estadística inferencial utilizada para evaluar la igualdad de las varianzas para una variable calculada para dos o más grupos.

**Sandblaster:** técnica de arenado aplicado a las superficies dentales.

**Set-up:** sistema de laboratorio, mediante el cual permite colocar los dientes en un posición ideal de acuerdo con el plan de tratamiento indicado, permite la coordinación de las arcadas dentales.

**Sistema Class:** sistema de laboratorio que permite visualizar las sobrecorrecciones mediante el set-up de los modelos y la colocación de brackets linguales colados de manera individualizada para cada diente, posteriormente mediante el "bending art system" realiza los arcos para la mal oclusión y provee al profesional que lo requiera tantos arcos linguales como solicite.

**Sistema TMF:** Thurler, Macedo, Ferreira, es un sistema de cementación indirecta, utilizando el método de Class para la cementación de brackets linguales en los modelos de yeso, y la confección de bases de resina individualizadas o PADS, para unificar la altura y distancia entre las caras linguales o palatinas de los dientes.

**Técnica HIRO:** llamado también Sistema HIRO, es una técnica de unión indirecta en el tratamiento ortodóntico lingual, presenta las ventajas de la fácil construcción, proporciona unión precisa entre el bracket lingual y el diente, es reutilizable y de bajo costo.



**Test de ANOVA:** es una prueba paramétrica y como tal requiere una serie de supuestos para poder ser aplicada correctamente.

**Test de Shapiro–Wilk:** se usa para contrastar la normalidad de un conjunto de datos.

**Varianza:** es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.