

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KARINA CESTARI DONÁ

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE  
BRÁQUETES CERÂMICOS RECOLADOS**

CURITIBA

2014

KARINA CESTARI DONÁ

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRÁQUETES  
CERÂMICOS RECOLADOS

Monografia apresentada para obtenção do título de especialista em Ortodontia no Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Moresca.

Curitiba

2014

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, sem a presença dele na minha vida nada disso seria possível. E também aos **meus pais**, muito obrigada por apoiar sempre todas as minhas escolhas, pelo exemplo, compreensão, confiança, pelo incentivo e por sempre estarem presentes, em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. **Ricardo Moresca**, pela orientação e pelas sugestões que contribuíram muito para a realização deste trabalho.

A todos os **professores da especialização** pelos conhecimentos transmitidos durante todo o curso.

Ao **Massanao Ohira**, pela contribuição essencial na análise estatística.

Ao **Fernando** e à **3M/Unitek** pela doação de todos os bráquetes utilizados na pesquisa.

Ao meu namorado **Eduardo**, pela ajuda e apoio de sempre. Ao meu irmão **Jorge**, por estar sempre presente.

À minha prima **Larissa**, pelo auxílio na correção ortográfica.

Aos meus amigos **Eduardo Ohira** e **Guilherme Salum**, pela parceria e pelas caronas durante o curso todo. Às minhas amigas **Andressa** e **Fernanda**, que além da amizade ainda me ofereceram a estadia durante a especialização. À todos os meus amigos da turma, muito obrigada pelo privilégio de ter convivido com vocês nesses 3 anos.

À **Dona Áurea**, que sempre muito querida, nos auxiliou durante quase todo o curso com toda boa vontade, sempre disposta a ajudar em todas as situações.

Por fim, aos meus **familiares** e a todos os meus **amigos**. Muito obrigada por poder contar com cada um de vocês sempre.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união de bráquetes cerâmicos recolados após diferentes tratamentos da base. Foram selecionados 40 pré-molares, distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com o tipo de tratamento da superfície da base do bráquete: I) controle; II) jateamento com óxido de alumínio (50 $\mu$ m); III) jateamento com óxido de alumínio (50 $\mu$ m) + aplicação de silano e IV) jateamento com partículas de sílica (30 $\mu$ m) + aplicação de silano. Inicialmente os bráquetes foram fixados na superfície do esmalte com resina Transbond XT sem condicionamento ácido. Em seguida, foram removidos e as bases dos bráquetes foram submetidas aos diferentes tratamentos propostos. Após, os bráquetes foram novamente fixados, repetindo-se os procedimentos iniciais agora com o condicionamento ácido do esmalte, e os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio universal (Emic DL2000) a velocidade de 0,5mm/min. Os dados foram submetidos à análise de variância e Teste de Tukey (p<0,05). De acordo com os resultados pode-se observar diferença estatística significativa apenas entre o grupo II e os demais grupos, o qual apresentou os menores valores de resistência de união. Os maiores valores de resistência foram encontrados para o grupo IV, sem diferença estatística com os grupos I e III. Conclui-se que os diferentes tratamentos de superfície testados foram efetivos, porém os grupos III e IV apresentaram uma união exagerada, que pode representar uma limitação clínica devido ao risco de fratura do esmalte. O grupo II apresentou uma menor resistência de união quando comparado ao grupo controle e aos demais grupos, porém, mesmo assim, teve um valor acima do mínimo esperado clinicamente.

**Palavras-chave:** Bráquetes. Cerâmica. Ortodontia. Resistência ao cisalhamento.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the bond strength of rebonded ceramic esthetic brackets after different treatments of the base. Forty premolars were randomly divided into 4 groups (n = 10) according to the type of surface treatment bracket base were selected: I) control; II) sandblasted with aluminum oxide (50 $\mu$ m); III) sandblasted with aluminum oxide (50 $\mu$ m) + application of silane; IV) sandblasting with silica particles (30 $\mu$ m) + application of silane. Firstly, the brackets were fixed on the enamel surface with Transbond XT resin without acid etching. Then, they are removed and the bases of the brackets were subjected to different treatments proposed. After, the brackets were fixed again and the specimens were subjected to shear bond strength test in a universal testing machine (Emic DL2000) with a speed of 0.5 mm/min. Data were subjected to analysis of variance and Tukey test ( $p < 0.05$ ). According to the results it can be observed only statistically significant difference between group I and the other groups, which showed the lowest bond strength. The highest values of resistance were found for group IV, no statistical difference in groups I and III. It was concluded that the different surface treatments of rebonded ceramic brackets were effective, but groups III and IV had an exaggerated union leading to some enamel fractures, suggesting a limitation in clinical use, group II showed a lower resistance union when compared to the control group and the other groups, but still had a value above the minimum expected clinically.

**Keywords:** Brackets. Ceramic. Orthodontics. Shear bond strength.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**MEV** – Microscópio Eletrônico de Varredura

**MPa** – Mega Pascal

**PVC** – Polyvinyl Chloride

**ANOVA** – Analysis Of Variance

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1 Bráquetes estéticos .....	11
2.2 Colagem de bráquetes estéticos .....	13
2.3 Descolagem de bráquetes estéticos .....	15
2.4 Preparo dos bráquetes para recolagem.....	17
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	21
3.1 Seleção e preparo dos dentes .....	21
3.2 Colagem e descolagem dos bráquetes.....	22
3.3 Tratamentos de superfície .....	25
3.4 Recolagem dos bráquetes .....	27
3.5 Ensaio mecânico de resistência de união.....	27
3.6 Análise estatística.....	29
<b>4 RESULTADOS</b> .....	30
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>8 ANEXO</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a introdução do ataque ácido na superfície do esmalte proposto por Buonocore em 1955, avanços tremendos no desenvolvimento de adesivos ortodônticos permitiu ao ortodontista realizar a colagem de acessórios ortodônticos diretamente nas superfícies dentárias com sucesso, extinguindo o uso das bandas. (CHUNG et al., 2000; SOBREIRA et al., 2007; FALTERMEIER; BEHR, 2009; ANDRADE et al., 2012). Este foi apenas o primeiro passo para um aparelho ortodôntico fixo mais estético. Na década de 70, o surgimento dos bráquetes estéticos plásticos e posteriormente dos bráquetes cerâmicos, contribuíram para uma melhora significativa na estética do aparelho ortodôntico. (SOBREIRA et al., 2007).

Hoje em dia, a demanda de pacientes adultos procurando por tratamento ortodôntico tem sido crescente, e com isso, cresce também a necessidade de se oferecer um tratamento com um melhor aspecto estético. Dentre as opções disponíveis no mercado, como alinhadores e ortodontia lingual, os bráquetes estéticos são mais viáveis economicamente e permitem a realização de uma ortodontia convencional.

Para satisfazer essa demanda crescente, os bráquetes estéticos também evoluíram. Inicialmente foi introduzido no mercado bráquetes de policarbonato, que não tinham características ideais. Estes bráquetes foram logo substituídos pelos bráquetes cerâmicos, que possuem como material base o óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) dando à peça características desejáveis: alta dureza, estabilidade de cor, resistência à altas temperaturas e maior controle sobre o torque transferido aos dentes. (BISHARA; TRULOVE, 1990; MALTAGLIATI et al., 2006; SOBREIRA et al., 2007).

Apesar de todos os avanços e pesquisas sobre os adesivos ortodônticos, falhas de adesão podem ocorrer por muitas razões e, ocasionalmente, pode ser desejável intencionalmente descolar um bráquete e substituí-lo em uma posição mais favorável. Dessa forma, recolar bráquetes é um procedimento comum no tratamento ortodôntico, e, em ambos os casos, o ortodontista deve optar por colar um novo bráquete, preparar e recolar o mesmo bráquete ou, menos frequentemente, cimentar uma banda.

Em todas as especialidades odontológicas tem-se uma tendência a simplificar os procedimentos técnicos, objetivando a redução de custos e de tempo operatório. Por este motivo, a recolagem parece ser uma opção viável quando um bráquete tenha sido descolado sem danos a sua estrutura.

Para possibilitar a recolagem dos bráquetes se faz necessária a remoção dos remanescentes do agente de ligação em sua base, sem danificar a malha de retenção, preservando suas características, tendo em vista que, apesar de ser transitória, a ligação entre a base do bráquete e a superfície do esmalte deve ser suficientemente forte para resistir aos esforços mastigatórios e as forças de cisalhamento.

O tratamento das bases dos bráquetes metálicos para posterior recolagem já foi amplamente estudado na literatura e é quase um consenso que o jateamento de óxido de alumínio é o método que fornece as maiores forças de união, sem danificar as bases dos bráquetes, sendo assim uma técnica eficiente e relativamente simples. (CHUNG et al., 2000; SHARMA-SAYAL et al., 2003; TAVARES et al., 2006; FALTERMEIER; BEHR, 2009;)

Pesquisas envolvendo a recolagem de braquetes cerâmicos são muito limitadas. O jateamento, a silicatização, a aplicação de silano e a utilização de ácido

hidrofluorídrico são alguns dos tratamentos sugeridos na literatura para o preparo da superfície dos bráquetes cerâmicos.

Para se medir a força de adesão dos bráquetes à superfície de esmalte, deve-se medir a sua resistência ao cisalhamento, que nada mais é do que a capacidade do bráquete resistir ao esforço de cisalhamento (esforço de corte transversal ao longo eixo), ou seja, é a carga máxima necessária para cisalhar um corpo de prova de tal forma que as peças resultantes estejam completamente soltas umas das outras.

Por estes motivos, este estudo teve como objetivos: avaliar a resistência de união ao cisalhamento de bráquetes cerâmicos reutilizados, comparando os seguintes métodos de preparo das bases dos bráquetes: I) grupo controle; II) jateamento com óxido de alumínio (50 $\mu$ m); III) jateamento com óxido de alumínio (50 $\mu$ m) + aplicação de silano e IV) jateamento com partículas de sílica (30 $\mu$ m) + aplicação de silano.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 BRÁQUETES CERÂMICOS

Os bráquetes cerâmicos surgiram no mercado em meados da década de 70, com a função de substituir os bráquetes de policarbonato, que não tinham características ideais, apesar de serem estéticos. (MALTAGLIATI et al., 2006; SOBREIRA et al., 2007) Os bráquetes cerâmicos possuíam algumas características melhoradas em relação aos de policarbonato, como a maior estabilidade de cor, eram inertes aos fluidos bucais e um melhor controle do torque transferido aos dentes. (SOBREIRA et al., 2007)

Todos os bráquetes cerâmicos disponíveis atualmente no mercado têm como material base o óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ). (KARAMOUZOS et al., 1997; MALTAGLIATI et al., 2006) Entretanto, de acordo com Karamouzou et al. (1997), devido a diferenças distintas durante o processo de fabricação, há dois tipos de bráquetes cerâmicos, nomeados de policristalinos e monocristalinos.

Os bráquetes de cerâmica monocristalina constituem-se em uma massa fundida a alta temperatura ( $2100^{\circ}C$ ), formando um único cristal de óxido de alumínio que resultará na fabricação de um único bráquete. Já os bráquetes policristalinos se constituem de cristais de óxido de alumínio fusionados a altas temperaturas que permite a moldagem de vários bráquetes simultaneamente. Dentre os bráquetes estéticos, estes são os mais comuns e populares, pela qualidade de seu material e pela relativa facilidade de produção em comparação com os bráquetes de alumina monocristalina, sendo comercializado pela maioria das empresas que vendem bráquetes ortodônticos. (MALTAGLIATI et al., 2006)

A maior diferença aparente entre os bráquetes policristalinos e os monocristalinos está na sua claridade ótica. Bráquetes monocristalinos são visivelmente mais claros que os bráquetes policristalinos, tendendo a serem translúcidos. (KARAMOUZOS et al., 1997) Viazis et al. (1990) diz também que os bráquetes monocristalinos tendem a serem mais frágeis e quebradiços do que os bráquetes policristalinos.

A alta dureza, a resistência a altas temperaturas, a resistência a degradabilidade química e a friabilidade são algumas das características dos bráquetes cerâmicos enumeradas por Maltagliati et al. (2006). Karamouzos et al. (1997) acrescentaram que a resistência à fratura das cerâmicas é de 20 a 40 vezes menor do que do aço inoxidável, o que torna muito mais fácil para fraturar um bráquete cerâmico do que um metálico.

De acordo com Ghafari (1992), os bráquetes cerâmicos também apresentam algumas características indesejáveis como o maior atrito com os fios ortodônticos, a possibilidade de causar desgastes em dentes antagonistas devido à sua dureza e a possibilidade de causar danos ao esmalte durante a sua remoção.

Um aspecto importante a ser citado é que devido às propriedades físicas da cerâmica, esta não tem adesividade com a estrutura dental (KARAMOUZOS et al., 1997; MALTAGLIATI et al., 2006). Por este motivo, as primeiras peças comercializadas possuíam uma retenção química, através do tratamento da sua base com ácido fluorídrico e a aplicação de uma camada de agente silano, o que propiciava uma alta adesão ao esmalte dentário. (KARAMOUZOS et al., 1997; VIEIRA et al., 2002; FALTERMEIER; BEHR, 2009) Esta alta adesão acaba por causar transtornos durante a remoção das peças, como a fratura do próprio

bráquete e às vezes até do esmalte dentário. (VIEIRA et al., 2002; MALTAGLIATI et al., 2006)

Devido a esses inconvenientes, as retenções mecânicas foram implantadas nas bases dos bráquetes em substituição à retenção química com o objetivo de diminuir a força de adesão das peças cerâmicas, evitando desta forma, danos ao esmalte dentário. (KARAMOUZOS et al., 1997; WANG et al., 1997; BISHARA, 2000; SHARMA-SAYAL et al., 2003; MALTAGLIATI et al., 2006; TORUGLU; YAYLALI, 2008; FALTERMEIER; BEHR, 2009) De acordo com Wang et al. (1997), o bráquete cerâmico com base de união mecânica combina a resistência, durabilidade e retenção de um bráquete de metal, juntamente com uma grande vantagem estética e sem danos ao esmalte após a descolagem.

Maltagliati et al. (2006) afirmam que os bráquetes cerâmicos sofreram grandes modificações desde sua introdução no mercado e hoje em dia apresentam características bastante satisfatórias, o que possibilita sua utilização em qualquer tratamento ortodôntico, independentemente da quantidade de movimentação necessária.

## 2.2 COLAGEM DE BRÁQUETES CERÂMICOS

Devido à natureza semi permanente dos adesivos ortodônticos, a força de adesão dos bráquetes deve ser alta para resistir ao descolamento, porém não excessiva para que não cause nenhum dano à estrutura dentária ou a alguma restauração durante o processo de descolagem. (ATSU et al., 2006)

A resistência de união obtida com bráquetes cerâmicos é, em parte, resultado da introdução de um mediador químico adesivo entre a base cerâmica e a resina adesiva. Devido a composição inerte do óxido de alumínio em bráquetes cerâmicos, a adesão química entre a base cerâmica e a resina adesiva é impossível. Por isso o silano é usado como mediador químico entre a resina adesiva e a base do bráquete. (BISHARA; TRULOVE, 1990)

Vários estudos tem avaliado a força de união de bráquetes cerâmicos colados em esmalte. Os resultados variam consideravelmente, dependendo do mecanismo de retenção, da forma geométrica da base do bráquete, da composição do adesivo e do condicionamento da superfície de esmalte. (THEODORAKOPOULOU et al., 2004)

De acordo com Wang et al. (1997), Mundstock et al. (1999), Chung et al. (2002) e Theodorakoloupou et al. (2004), bráquetes cerâmicos retidos mecanicamente têm demonstrado menores valores de força de união que bráquetes cerâmicos retidos química/mecanicamente. E ainda, conforme dito por Wang et al. (1997) e Mundstock et al. (1999) os bráquetes cerâmicos com retenção mecânica apresentam um aceitável valor clínico de força de união, podendo até ser comparado aos valores encontrados em bráquetes metálicos.

Por este motivo, hoje em dia, a grande maioria dos bráquetes cerâmicos apresentam a retenção mecânica e, por isso, o protocolo de colagem de ambos os bráquetes é semelhante. (VIEIRA et al., 2002)

De acordo com a 3M/Unitek, fabricante da resina Transbond XT, o protocolo para colagem de bráquetes cerâmicos é: 1) Preparo do dente: isolamento relativo, profilaxia com pedra pomes sem óleo, lavagem e secagem do dente, condicionamento ácido seguido de enxágue e secagem com jato de ar livre de óleo;

2) Aplicação do primer: deve ser aplicada uma fina camada do primer; 3) Posicionamento do bráquete e finalização: deve-se colocar a resina no bráquete e posicionar o bráquete sobre a superfície do dente apertando-o firmemente para assentá-lo, retira-se o excesso de resina ao redor da base do bráquete, deve-se posicionar a lâmpada de polimerização a uma distância de 2 a 3mm perpendicularmente ao bráquete cerâmico e fotoativar por 5 segundos.

### 2.3 DESCOLAGEM DE BRÁQUETES CERÂMICOS

Ao final do tratamento ortodôntico, os bráquetes são usualmente removidos mecanicamente com alicates ortodônticos ou outros dispositivos. Estes instrumentos ou deformam o bráquete e quebram o adesivo na interface bráquete-adesivo ou estressam o adesivo à sua força máxima e causam falha de coesão no interior da resina composta. (BISHARA, 1994)

Além disto, durante o tratamento, um bráquete pode ser removido intencionalmente para ser recolado em uma posição mais favorável após as primeiras movimentações e ao longo do tratamento. (EGAN et al., 1996; TORUGLU; YAYLALI, 2008; FALTERMEIER; BEHR, 2009)

Complicações como fraturas, rachaduras e descamação de esmalte têm sido relatadas durante a descolagem mecânica. Como resultado, o potencial de danos aos dentes é uma grande preocupação entre os clínicos que usam esses bráquetes. (BISHARA; TRULOVE, 1990; ELIADES et al., 1995; WANG et al., 1997; VIEIRA et al., 2002; MALTAGLIATI et al., 2006) Viazis et al. (1990) complementam que as chances de danos ocorrerem aumenta especialmente se tivermos um dente

endodonticamente tratado, pois estes têm um baixo valor de resistência à fratura, e a ligação do bráquete cerâmico atinge valores máximos.

Apesar de todas as suas vantagens estéticas, estes bráquetes são quebradiços e têm baixa resistência à fratura, até mesmo as menores fissuras superficiais podem reduzir a carga necessária para que esta ocorra. (MUNDSTOCK et al., 1999)

De acordo com Bishara e Trulove (1990), as fraturas se relacionam com a "resistência à fratura", ou a capacidade de um material para resistir à ruptura. Durante a carga, o aço inoxidável irá se alongar cerca de 20% do seu comprimento original antes de falhar, enquanto a cerâmica monocristalina vai se alongar menos de 1% antes de falhar. Assim, a cerâmica tem maior probabilidade de fratura do que os metais, nas mesmas condições, durante a descolagem.

A possibilidade de danos ao esmalte durante a descolagem é uma ação com duas variáveis principais: a fragilidade da cerâmica e a força de união da interface bráquete-adesivo. (BISHARA et al., 2004)

De acordo com Viazis et al. (1990), as ligações mecânicas (bráquetes com bases com retenção mecânica) sob tensão de cisalhamento falham principalmente dentro do próprio adesivo (falha quebradiça do adesivo em zonas de tensão localizadas), enquanto ligações químicas (bases de bráquetes cerâmicos tratados com silano) falham na sua maioria na interface adesivo-bráquete (falha puramente causada por uma maior distribuição do estresse sobre toda a interface).

Bishara et al. (1994) cita alguns métodos para descolagem dos bráquetes cerâmicos, entre eles métodos convencionais como o uso de alicates especialmente desenvolvidos para descolagem ou o uso de alicates afiados a serem utilizados na interface esmalte-adesivo, e também alguns métodos alternativos como o uso de

dispositivos ultrasônicos e eletrotérmicos. (SINHA; NANDA, 1997) De acordo com Bishara e Trulove (1990), todas as técnicas de descolagem utilizadas para remover os bráquetes cerâmicos são eficazes, mas cada uma tem suas limitações. Dentre todos esses métodos, o mais comum ainda é o manual com o alicate de remoção que deve ser indicado pelo fabricante do bráquete que se está utilizando. (THEODORAKOPOULOU et al., 2004)

## 2.4 PREPARO DOS BRÁQUETES PARA RECOLAGEM

Falhas de adesão podem ocorrer comumente na prática clínica por diversas razões e, ocasionalmente, pode ser desejável intencionalmente descolar um bráquete e substituí-lo em uma posição mais favorável. (EGAN et al., 1996; CHUNG et al., 2000; CHUNG et al., 2002; SHARMA-SAYAL et al., 2003; KNOSEL et al., 2010) Andrews já dizia que o clínico deve posicionar os bráquetes corretamente para garantir um bom resultado final. Bráquetes localizados inadequadamente devem ser reposicionados durante o tratamento para aproveitar ao máximo os valores dos arcos nas canaletas e nas mecânicas de deslizamento. (GAFFEY et al., 1995) Chung et al. (2000) completa dizendo que recolar bráquetes é um procedimento comum no tratamento ortodôntico.

Chung et al. (2002) afirmaram que, na prática clínica, a falha de união dos bráquetes metálicos ocorre em 5 a 10% dos bráquetes colados. Já a falha clínica de bráquetes cerâmicos não tem sido relatada, entretanto a recolagem destes bráquetes também pode ser necessária.

A “reciclagem” de bráquetes nada mais é do que a remoção dos remanescentes do agente de ligação da base do bráquete, permitindo assim, que estes sejam reutilizados sem danificar a malha de retenção, preservando suas características, tendo em vista que, apesar de transitória, a ligação entre a base do bráquete e a superfície do esmalte deve ser suficientemente forte para resistir aos esforços mastigatórios e as forças de cisalhamento. (MARTINA et al., 1997; TAVARES et al., 2006)

Sharma-Sayal et al. (2003) dizem que existem uma infinidade de técnicas de tratamento de superfície das bases de bráquetes relatadas na literatura. Essas técnicas são fundamentais para manter a resistência de união adequada e são usadas após a descolagem intencional realizada pelo clínico para se obter uma posição do bráquete mais apropriada ou, quando o descolamento não intencional traumático ocorre.

Conforme dito por Bishara et al. (2002) os valores de resistência de união podem ser maiores, menores ou similares, dependendo do tratamento realizado nas bases dos bráquetes a serem reutilizados.

Quando se fala em bráquetes metálicos, Tavares et al. (2006) relata que o jateamento com óxido de alumínio já é uma técnica consagrada, eficiente e relativamente simples, podendo então proporcionar redução de custos para ortodontistas e pacientes igualmente.

Um estudo realizado por Mondelli e Freitas (2007) mostrou que o jateamento com óxido de alumínio na base dos bráquetes melhorou todos os valores de adesividade na interface resina/bráquete. Este método utiliza uma corrente de alta velocidade de partículas de óxido de alumínio para remover contaminantes desfavoráveis e óxidos, que gera microretenções e aumenta a área de superfície,

aumentando assim a ligação entre o bráquete e a resina, além de ser a técnica menos suscetível a prejudicar a base do bráquete. (SHARMA-SAYAL et al., 2003; FALTERMEIER; BEHR, 2009)

Quando se fala em cerâmica, o seu tratamento de superfície tem como objetivo modificar a sua textura, tornando-a retentiva e quimicamente compatível com a resina. Os elevados índices de sílica da cerâmica permitem que os agentes de ligação “silanos” unam-se quimicamente a cerâmica condicionada e a resina composta. (ANDRADE et al., 2012)

De acordo com Chung et al. (2002), a maioria dos estudos encontrados na literatura tem focado na recolagem de bráquetes cerâmicos de retenção química, e pesquisas envolvendo a recolagem de bráquetes cerâmicos de retenção mecânica são muito mais limitados. Um estudo proposto por eles avaliou a resistência de união de bráquetes recolados após o jateamento de óxido de alumínio e a influência de tratamentos complementares com ácido fluorídrico e silano nesta união, ao final da pesquisa concluíram que a resistência de união de bráquetes recolados jateados com silano aplicado nas bases não é significativamente diferente da resistência de união de bráquetes novos e que o tratamento com ácido fluorídrico dos bráquetes recolados e jateados reduz significativamente a resistência de união.

No estudo de Andrade et al (2012) concluiu-se que o melhor método para o preparo das superfícies de bráquetes cerâmicos é o condicionamento com ácido hidrofúorídrico a 10% por 1 minuto , seguido do jateamento com óxido de alumínio de 50 $\mu$ m, aplicação do silano e aplicação de adesivo, feitos previamente à colagem ortodôntica.

Toroglu e Yaylali (2008) realizaram um estudo com o objetivo de fazer uma comparação entre dois sistemas abrasivos, o jateamento e o revestimento de sílica

na resistência de união de bráquetes cerâmicos de retenção mecânica recolados. Foi observado que cada técnica gerava uma superfície lisa na base do bráquete, comparada a superfície de um bráquete novo. Porém, quando visto no MEV o jateamento criava irregularidades mais proeminentes e erosões mais profundas, quando comparado ao revestimento com sílica. Dentro das limitações do estudo, concluiu-se que os bráquetes cerâmicos jateados e recolados não produzem resistências de união aceitáveis *in vitro*, ambos os métodos seguidos de silanização produzem maiores valores de resistência de união *in vitro* e que a resistência de união obtidas neste estudo *in vitro* podem ser diferentes daquelas vistas clinicamente.

Já Guarita (2012) demonstrou que o jateamento com óxido de alumínio, com ou sem aplicação de silano e o jateamento com partículas de dióxido de sílica seguido da aplicação de silano mostraram-se efetivos, com valores de resistência de união similares aos bráquetes novos. A mesma autora também testou outro método de tratamento de base, o Rocatec (tratamento triboquímico) que apresentou os menores valores de resistência de união.

Este tratamento triboquímico foi também citado na literatura por Fatermeier e Behr (2009) e, de acordo com os autores, promove além de uma maior retenção mecânica, a possibilidade de uma união química entre as partículas de sílica que ficam impregnadas na base do bráquete, o agente silano que deve ser aplicado e a resina usada para a colagem.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Foram selecionados 40 pré-molares humanos extraídos com finalidade ortodôntica que se incluíram dentro dos seguintes critérios: esmalte vestibular intacto, sem trincas, fraturas ou cáries. Os dentes foram doados pelo banco de dentes da Universidade Federal do Paraná (Anexo 01). Os elementos dentários incluídos na amostra foram armazenados em uma solução de Timol a 0,1% e mantidos em refrigeração a 4°C até a sua utilização. (FARRET et al., 2010)

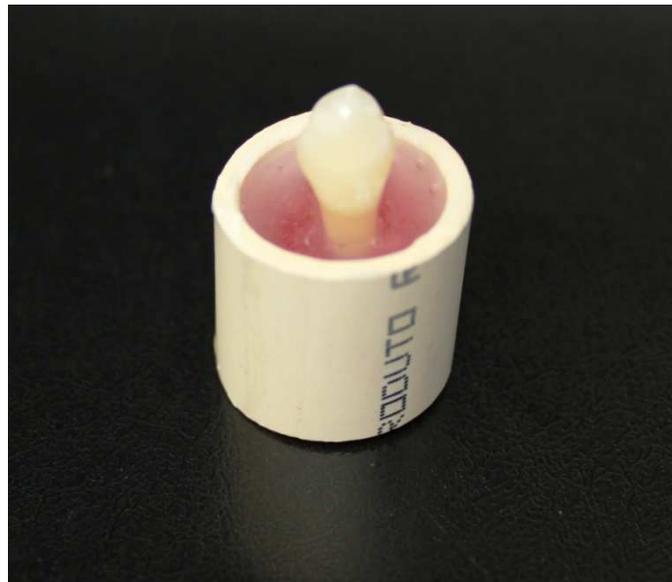
As raízes dos dentes foram incluídas, com o longo eixo perpendicular ao plano horizontal, em tubos de PVC (Tigre S.A. Tubos e Conexões) com 15mm de diâmetro interno e 20mm de altura, utilizando resina acrílica quimicamente ativada (JET – Artigos Odontológicos Clássico Ltda), deixando as coroas dos dentes expostas. (Figura 1)

(a)



(b)





(c)

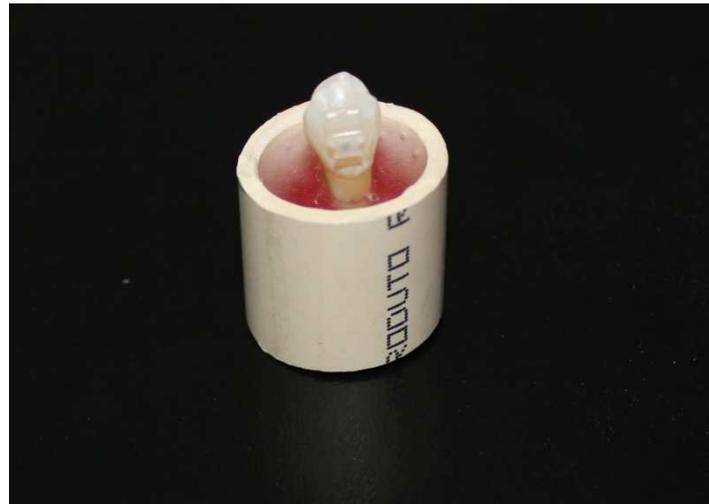
**Figura 1:** Resina acrílica utilizada para inclusão dos dentes nos tubos (a). Procedimento de inclusão das resinas nos tubos (b). Dente incluído em tubo de PVC. (c) Fonte: o autor.

### 3.2 COLAGEM E DESCOLAGEM DOS BRÁQUETES

Inicialmente foi realizada na superfície vestibular de todos os dentes profilaxia com pedra pomes e água em baixa rotação, lavagem e secagem. Os bráquetes utilizados foram bráquetes cerâmicos policristalinos Transcend (Abzil – 3M/Unitek – Lote: 1320300185) de pré-molares, prescrição Roth. (Figura 2)



(a)



(b)

**Figura 2:** Bráquetes cerâmicos Transcend (a). Bráquete colado ao dente (b).

Fonte: o autor.

Os dentes foram divididos em 4 grupos de acordo com o tipo de tratamento de superfície da base do bráquete: Grupo I) Controle – bráquetes novos; Grupo II) Jateamento com óxido de alumínio (50um); Grupo III) Jateamento com óxido de alumínio + aplicação de silano; Grupo IV) Jateamento com partículas de dióxido de sílica (30um) + aplicação de silano. Cada grupo foi composto por 10 (dez) corpos de prova.

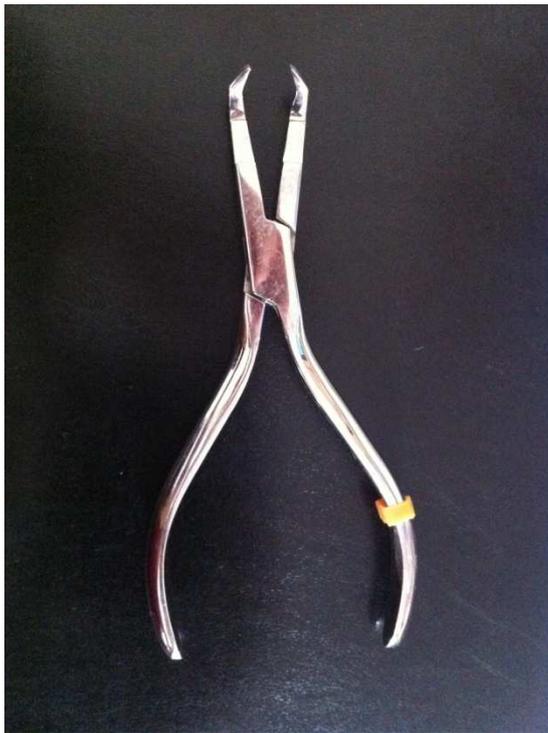
Os dentes do grupo I (Controle) receberam condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, depois foram lavados e secos. Os bráquetes foram então colados na superfície do esmalte utilizando a resina Transbond XT (3M/Unitek) (Figura 3a) de acordo com as recomendações do fabricante e fotoativados com aparelho fotopolimerizador Optilight LD MAX (Gnatus) por 40 segundos.



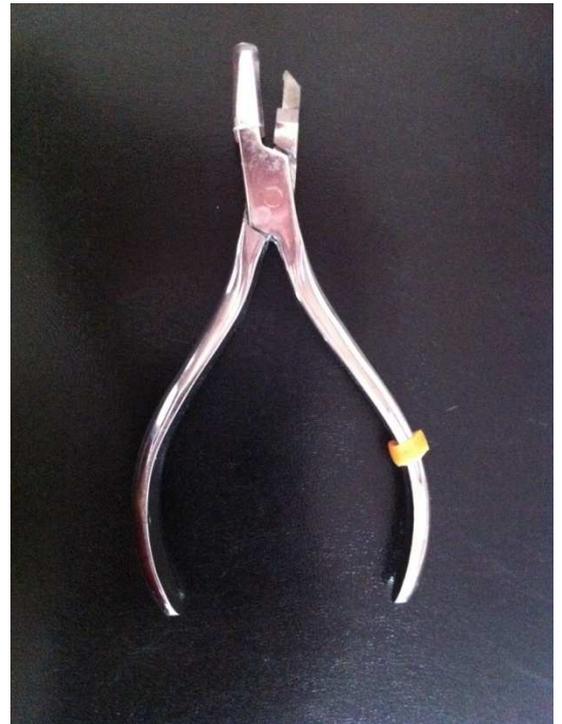
**Figura 3:** Resina Transbond XT. Fonte: o autor.

Os bráquetes dos outros grupos (II, III e IV) foram colados nos elementos dentários utilizando a mesma resina, seguindo as mesmas instruções, porém sem a realização de condicionamento ácido prévio, para que os remanescentes da resina ficassem aderidos à superfície do bráquete e não ao dente, para que os métodos de tratamento de superfície pudessem ser realmente testados.

Após a etapa da colagem, os bráquetes dos grupos II, III e IV foram removidos com o auxílio de um alicate removedor de bráquetes nº 346C (ICE) com leve pressão. Quando houve remanescente de adesivo aderido ao esmalte o mesmo foi removido com o auxílio de um alicate removedor de resina nº 193 (ICE), sem causar danos ao esmalte dentário. (Figura 4)



(a)



(b)

**Figura 4:** Alicates removedor de bráquete nº 346C (a). Alicates removedor de resina nº 193 (b). Fonte: o autor.

### 3.3 TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

A superfície dos bráquetes foram tratadas de acordo com a divisão dos grupos.

Os jateamentos de óxido de alumínio e de dióxido de sílica foram realizados com um jateador intrabucal (Bio-Art) a uma distância de 10mm por 20 segundos, incidindo perpendicularmente à base do bráquete. Esses procedimentos foram realizados até a total remoção da resina da base do bráquete. O silano (Maquira) foi aplicado diretamente na base do bráquete e deixado secar por 5 minutos. (Figura 5)



(a)



(b)



(c)

**Figura 5:** Jateador utilizado para o tratamento de superfície dos bráquetes  
(a). Óxido de alumínio e Dióxido de sílica (b). Silano (c). Fonte: o autor.

### 3.4 RECOLAGEM DOS BRÁQUETES

Após o preparo das bases dos bráquetes e da superfície de esmalte, foram feitas, então, as recolagens. Os dentes foram novamente limpos com auxílio de taças de borracha, pedra pomes e água, lavados e secos. Nesta segunda colagem foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, seguido da lavagem e secagem. Após este procedimento, os bráquetes foram recolados com a resina Transbond XT (3M/Unitek), seguindo as recomendações do fabricante e fotoativados por 40 segundos com o fotopolimerizador Optilight LD MAX (Gnatus).

### 3.5 ENSAIO MECÂNICO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO

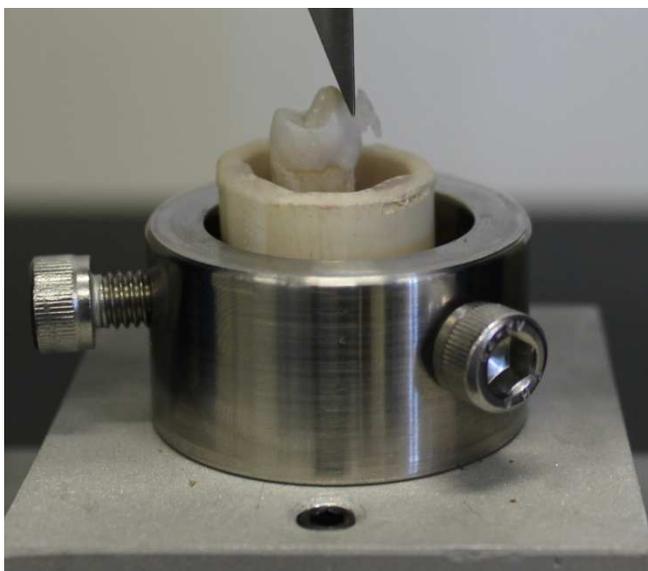
A resistência ao cisalhamento dos bráquetes recolados e do grupo controle, foi avaliada em laboratório utilizando-se uma máquina de ensaio universal (EMIC modelo DL 2000) (Figura 6) regulada para uma velocidade de 0,5 mm/min. O tubo de PVC contendo o dente foi fixado no mordente inferior da máquina, por uma peça ajustável, de modo que o tubo de PVC ficasse justo, sem a possibilidade de se inclinar. O mordente inferior permaneceu fixo durante o ensaio. Ao bráquete foi posicionado na interface bráquete/adesivo um cinzel (de 30mm de altura, 16mm de

largura e 0,5mm de espessura) (Figura 6) preso ao mordente superior móvel. A posição do conjunto nos mordentes permitiu que o movimento de compressão fosse paralelo ao dente (Figura 6) imprimindo esforço de cisalhamento na interface dente-bráquete, tentando simular o que normalmente ocorre na cavidade bucal durante o esforço mastigatório. Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em MPa.

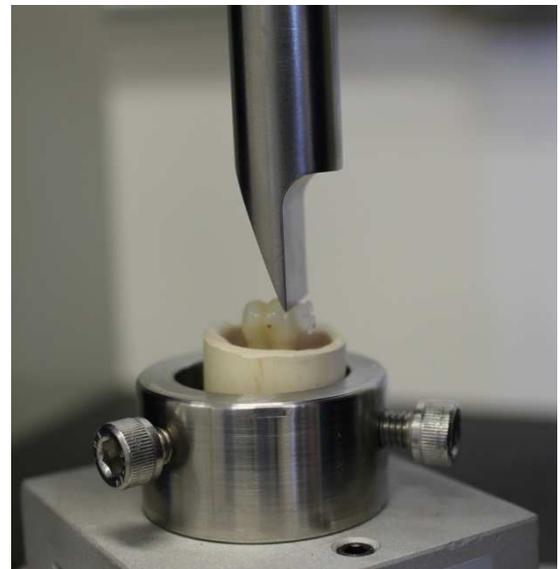
(a)



(b)



(c)



**Figura 6:** Máquina de ensaio universal (Emic DL 2000) utilizada para ensaio mecânico de cisalhamento (a). Cinzel posicionado na interface dente-bráquete (b). Movimento de cisalhamento (c). Fonte: o autor.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de resistência ao cisalhamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA – fator único), e teste de Tukey com nível de significância de 5%. Para exposição dos resultados da análise dos tipos de falha foi utilizada estatística descritiva. Para a realização dos testes estatísticos, utilizou-se o software SPSS Statistics 17.0.

## 4 RESULTADOS

Os valores de resistência ao cisalhamento (MPa) e desvio-padrão de cada grupo estudado estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** – Médias (MPa) e desvio padrão obtidos por meio do teste de resistência da união ao cisalhamento de bráquetes recolados utilizando diferentes tratamentos da base do bráquete.

<i>Grupos</i>	<i>Média (MPa)</i>	<i>Desvio Padrão</i>
<b>I – Controle</b>	24,55	2,16
<b>II – Óxido de Alumínio</b>	15,35	1,33
<b>III – Óxido de Alumínio + Silano</b>	25,96	1,47
<b>IV – Dióxido de Sílica + Silano</b>	29,65	1,84

A análise de variância para os dados obtidos no ensaio de resistência ao cisalhamento está representada na tabela 2.

**Tabela 2** – Análise de variância para o ensaio de resistência da união ao cisalhamento de bráquetes cerâmicos recolados.

<i>Causa da Variação</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de P</i>
<b>Tratamento</b>	3	1107,770	369,257	12,255	<.0001*
<b>Erro</b>	36	1084,722	30,131		
<b>Total</b>	39	2192,492			

\*significativo estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

De acordo com a tabela 2, foi observada uma diferença estatística significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ). Desta forma foi aplicado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre os diferentes grupos (Tabela 3). A tabela 4 mostra os resultados encontrados no teste de Tukey.

**Tabela 3** – Médias originais (MPa) e valores de p utilizados no teste de Tukey para o ensaio de resistência ao cisalhamento.

<b>GRUPOS</b>	<b>GRUPO COMPARADO</b>	<b>VALOR DE P</b>
<b>I – Controle</b>	II	,003
	III	,939
	IV	,180
<b>II - Óxido de Alumínio</b>	I	,003
	III	,001
	IV	,000
<b>III - Óxido de Alumínio + Silano</b>	I	,939
	II	,001
	IV	,445
<b>IV - Dióxido de Sílica + Silano</b>	I	,180
	II	,000
	III	,445

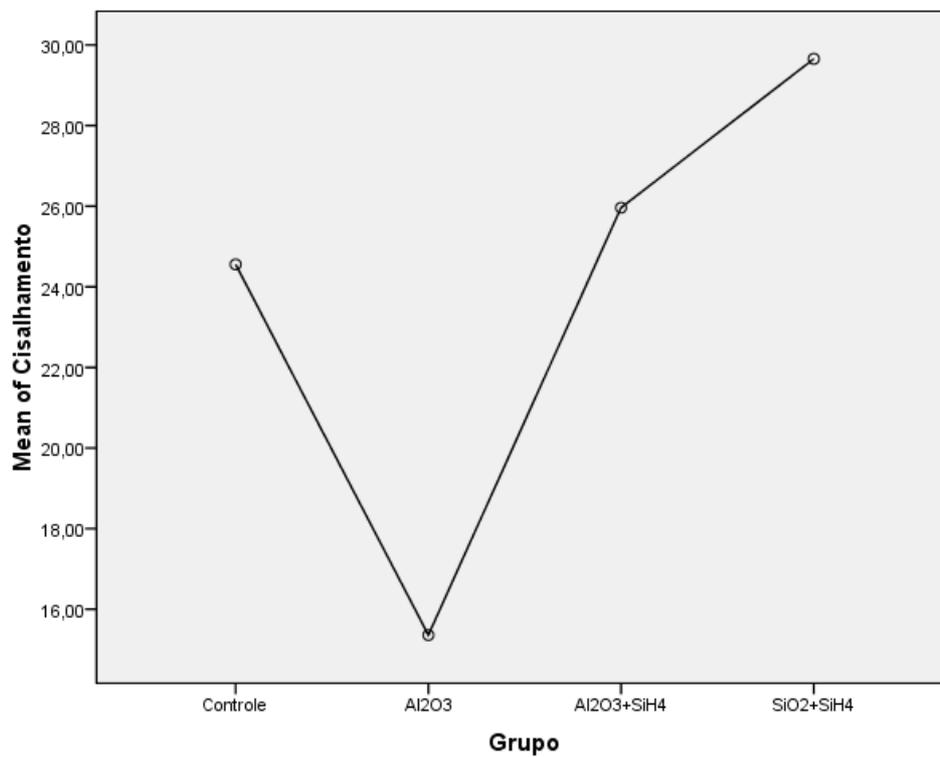
**Tabela 4** – Teste de Tukey.

<b>Grupos</b>	<b>Média</b>	<b>Teste de Tukey</b>
<b>I – Controle</b>	24,55	A
<b>II – Óxido de Alumínio</b>	15,35	B
<b>III – Óxido de Alumínio + Silano</b>	25,96	A
<b>IV – Dióxido de Sílica + Silano</b>	29,65	A

\*médias seguidas por letras iguais não diferem entre si para Tukey.

De acordo com o Teste de Tukey, houve diferença estatística significativa apenas entre o grupo II (óxido de alumínio) e os demais grupos, o qual apresentou os menores valores de resistência de união. Os maiores valores de resistência foram observados no grupo IV (dióxido de sílica + silano), porém sem diferença estatística significativa dos grupos I (controle) e III (óxido de alumínio + silano). Essas informações podem ser observadas no gráfico I.

**Gráfico I:** Representação gráfica dos valores médios de resistência de união encontrados nos grupos I, II, III e IV.



## 5 DISCUSSÃO

Como discutido por Egan et al. (1996) e Chung et al. (2000), a prática de recolagem de bráquetes é um procedimento de rotina no tratamento ortodôntico, seja devido à uma falha de adesão ou devido à necessidade de recolocá-lo em uma posição mais favorável, tendo em vista que o posicionamento preciso dos bráquetes é um dos fatores que podem definir o sucesso no tratamento ortodôntico.

Devido ao interesse crescente dos pacientes em relação aos bráquetes cerâmicos, o desenvolvimento de um método de recolagem destes bráquetes poderia contribuir com o aprimoramento da finalização de casos tratados e também reduzir o custo final do tratamento, já que se dispensaria a utilização de reposições destes bráquetes.

O grande problema de se recolocar bráquetes seria a diminuição da resistência à união, ou seja, um bráquete recolado teria uma resistência menor do que os bráquetes novos. Para resistir às forças de cisalhamento que ocorrem durante a mastigação e durante o tratamento ortodôntico, Reynolds, em 1975, sugeriu que a força de adesão de um bráquete à estrutura dental seja de no mínimo 8 MPa.

Todos os valores encontrados nesta pesquisa foram maiores do que o considerado ideal, o que também ocorreu na pesquisa de Guarita (2012) e Chung et al. (2002), comprovando, desta forma, a viabilidade da recolagem de bráquetes cerâmicos.

De acordo com as médias deste estudo, o grupo que teve a maior resistência de união foi o Grupo IV, em que os bráquetes receberam como tratamento de superfície o jateamento com dióxido de sílica, seguido da aplicação de silano. Este resultado foi o mesmo encontrado na pesquisa de Toruglu e Yaylali (2008), porém

com valores bem diferentes. Nesta pesquisa encontramos um resultado de 27,82 MPa e os autores anteriormente citados encontraram um valor de 12,7 MPa. Atsu em 2001, encontrou neste grupo um valor semelhante ao desta pesquisa, 25,9 MPa. Já as pesquisas de Guarita (2012) e Chung et al. (2002) obtiveram um maior valor no grupo controle, ou seja, os bráquetes novos foram os mais resistentes.

De acordo com o que foi observado por Guarita (2012) e Chung et al. (2002), os grupos que receberam como tratamento de superfície o jateamento com óxido de alumínio e jateamento com óxido de alumínio seguido de silano tem valores de resistência de união semelhantes aos valores encontrados no grupo de bráquetes novos. O que foi encontrado na presente pesquisa diverge desta informação no grupo que recebeu apenas jateamento com óxido de alumínio, que teve como resultado um valor médio de 15,35 MPa, que, apesar de ser um valor acima do que se é aceito clinicamente, ficou muito abaixo de todos os outros grupos.

Durante o procedimento de cisalhamento ocorreram três fraturas de esmalte, sendo uma no grupo III, o grupo que recebeu jateamento com óxido de alumínio seguido de silano e duas no grupo IV, o grupo que recebeu jateamento com dióxido de sílica e aplicação de silano, o que mostra uma excessiva ligação do bráquete à superfície de esmalte nos dois grupos que tiveram a aplicação de silano previamente à colagem.

De acordo com Grullón (2005), os silanos foram introduzidos na Odontologia por Mc Laughlin em 1984, criando o conceito de “união dental” entre a cerâmica, o cimento e o dente. Os silanos são compostos orgânicos formados por átomos de silício (Si). O silano mais utilizado na Odontologia é o monofuncional  $\gamma$ -metacrilosipropiltrimetoxisilano (MPS), geralmente diluído em etanol com um pH de 4 a 5. Eles possuem uma reatividade dupla, ou seja, uma parte polimeriza-se com

matrizes orgânicas e a outra, composta por grupos alcalinos, reage com matrizes inorgânicas, formando uniões covalentes entre ambas as matrizes, sendo sua principal característica a capacidade de promover a adesão entre substâncias híbridas orgânicas-inorgânicas.

Com base nestas informações, os grupos que tiveram o silano aplicado na superfície dos bráquetes nesta pesquisa, tiveram valores de resistência de união elevadíssimos, o que não é bom clinicamente. Essa adesão exagerada, devido à chamada “união química”, causa um desconforto muito grande para os pacientes no momento da remoção dos bráquetes, podendo levar à fraturas de esmalte, como ocorreu nesta pesquisa em alguns corpos de prova, e também trincas, rachaduras ou outros tipos de danos ao esmalte dentário. Esta conclusão corrobora com a de Toruglu e Yaylali (2008), que diz que o silano produz uma união semelhante a encontrada em bráquetes novos. Porém vai de encontro ao que foi dito por Chung et al. em 2002. De acordo com ele, o silano não interfere na resistência de união na recolagem de bráquetes cerâmicos.

Outro fator a ser considerado é que durante a remoção de um bráquete cerâmico, o ideal seria que o modo de fratura ocorresse nas camadas do compósito ou na interface bráquete / compósito e não na interface dente / compósito, evitando assim a ocorrência de qualquer dano à superfície do esmalte. Bráquetes metálicos e plásticos no momento da descolagem sofrem deformação, o que facilita o procedimento e desloca a linha de fratura para a interface bráquete / compósito. Bráquetes cerâmicos, por sofrerem pouca deformação deslocam a linha de fratura para a interface dente / compósito e parte na interface bráquete / compósito. (KARAMOUZOS et al., 1997; MALTAGLIATI et al., 2006)

De acordo com a análise estatística, os resultados encontrados nos grupos I, III e IV são estatisticamente semelhantes entre si. O único grupo que apresentou uma diferença estatística significativa foi o grupo II. Porém mesmo tendo um valor abaixo dos outros grupos, a união de 15,35 MPa é acima do considerado ideal clinicamente, ou seja, esse tratamento de superfície simples, que é já rotineiramente utilizado no preparo de bráquetes metálicos (SHARMA-SAYAL et al., 2003; TAVARES et al., 2006; MONDELLI; FREITAS, 2007; FARTERMEIER; BEHR, 2009), fornece uma união adequada com uma maior segurança e sem tanto desconforto para o paciente no momento da descolagem da peça. Toruglu e Yaylali (2008) não concordam com esta ideia. De acordo com seu estudo somente o jateamento com óxido de alumínio não resultou em resistência de união adequada.

De acordo com Sobreira et al. (2007) é importante lembrar que existem alguns fatores que também podem influenciar a força de adesão e consequentemente os resultados obtidos em estudos como o tipo de resina utilizada, os diferentes tempos de condicionamento ácido utilizado nas pesquisas, o tamanho da base dos bráquetes e também a condição clínica em que os dentes individualmente já se encontravam. Fleishmann (2008 apud de Souza, 2012) complementa dizendo que o tamanho e o desenho da base do bráquete podem afetar a força adesiva, sendo que a redução no tamanho da base do bráquete diminui significativamente a força adesiva. Devido à esses fatores variáveis, os resultados encontrados nesta pesquisa devem ser atribuídos apenas aos bráquetes Transcend (Abzil – 3M/Unitek) e à utilização da resina Transbond XT (3M/Unitek), porém podem nos dar uma ideia em termos gerais da adesão de bráquetes policristalinos à superfície do esmalte dentário.

Como demonstrado neste estudo, todos os tipos de tratamento de superfície de bráquetes cerâmicos utilizados previamente a sua recolagem estão situados em uma faixa de valores que possibilita sua utilização clínica, porém é necessário dizer que de acordo com o que foi visto nesta pesquisa, os bráquetes cerâmicos tem uma adesão muito exagerada à superfície dental, e isso deve ser alertado aos pacientes, pois o desconforto no momento da remoção é muito grande. Essa informação inclusive deve constar em um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que comumente é entregue aos pacientes no início do tratamento ortodôntico. Também é importante salientar que o tratamento realizado apenas com o jateamento com óxido de alumínio foi o que proporcionou um valor mais próximo ao considerado ideal, sendo uma prática simples, mais segura e confortável para o paciente.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste estudo, pode-se concluir que:

1. Todos os tratamentos de superfície dos bráquetes cerâmicos testados nesta pesquisa demonstraram ser efetivos, ficando acima do valor mínimo esperado.
2. Os grupos III e IV mostraram uma força de adesão exagerada, aumentando perigosamente o risco de fraturas de esmalte durante o cisalhamento, sugerindo uma limitação ao uso clínico.
3. O grupo II apresentou a menor resistência ao cisalhamento, mas ainda bem acima do esperado clinicamente, sendo o único grupo estatisticamente diferente. Do ponto de vista clínico, pode ser considerada a melhor opção por estar acima da resistência mínima esperada clinicamente, além de reduzir a chance de danos ao esmalte e desconforto durante a remoção.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, P. H. R.; REGES, R. V.; LENZA, M. A. Avaliação da resistência ao cisalhamento de diferentes tratamentos na superfície de braquetes cerâmicos. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 17.e1-8, 2012.
- ATSU, S.; CATALBAS B.; GELGOR, I. E. Effects of sílica coating and silane surface conditioning on the bond strenght of rebounded metal and ceramic brackets. **J Appl Oral Sci**, Turkey, v. 19, n. 3, p. 233-239, 2011.
- BISHARA, S. E. et al. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Iowa City, v. 121, p. 521-525, 2002.
- BISHARA, S. E. et al. Debonding Forces applied to ceramic brackets simulating clinical conditions. **Angle Orthod**, Iowa City, v.64, n.4, p.277-282, 1994.
- BISHARA, S. E.; TRULOVE, T. S. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study – Part I – Background and methods. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Iowa City, v.98, n.2, p. 145-153, 1990.
- BISHARA, S. E.; TRULOVE, T. S. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study – Part II – Finding and clinical implications. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Iowa City , v.98, n.3, p. 263-273, 1990.
- BRITTON, J. C. et al. Shear bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, New Orleans, v. 98, n. 4, p. 348-353,1990.
- CHUNG, C-H, FRIEDMAN, S. D., MANTE, F. K. Shear bond strength of rebounded mechanically retentive ceramic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. Philadelphia, v. 122, n. 3, p. 282-287, 2002.
- CHUNG, C. et al. Effects of two adhesion boosters on the shear bond strength of new and rebonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Philadelphia, v.118, n.3, p. 295-299, 2000.
- De Souza, G. R. A. **A utilização de bráquetes estéticos na Ortodontia**. Monografia (Especialização) Curso de Especialização ICS, Funorte Núcleo Salvador, Salvador, 2012.
- EGAN, F. R.; ALEXANDER, S. A.; CARTWRIGHT, G. E. Bond strength of rebonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, New York, v. 109, n. 1, p. 64-70, jan 1996.
- ELIADES, T.; VIAZIS, A. D.; ELIADES, G. Bonding of ceramic brackets to enamel: Morphologic and stm ctural considerations. . **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Athens, v. 99, n.4, p. 369-375, 1991.
- FALTERMEIER, A.; BEHR, M. Effect of bracket base conditioning. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Regensburg, v. 135, n. 1, p. 12.e1-5, 2009.

FARRET, M. M. et al. Influência de variáveis metodológicas na resistência de união ao cisalhamento. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 80-88, 2010.

GAFFEY, P. G. et al. Shear/peel bond strength of repositioned ceramic brackets. **Angle Orthod**, Edmonton, v. 65, n.5, p. 351-357, 1995.

GHAFFARI, J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. **Angle Orthod**, Appleton, v. 62, n. 2, p. 145-152, 1992.

GRULLON, P. G. **Análise in vitro do efeito do agente silano em uma resina laboratorial de 2ª geração na resistência adesiva ao substrato dentinário utilizando dois sistemas de cimentos resinosos, por meio de teste de microtração.** Dissertação (Mestrado) Área de concentração em Odontologia – Clínica Integrada, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

GUARITA, M. K. **Efeitos de diferentes tratamentos de superfície na resistência da união de braquetes cerâmicos reutilizados.** Dissertação (Mestrado) Mestrado Profissional em Odontologia Clínica, Universidade Positivo, Curitiba, 2012.

HABIBI, M.; NIK, T. H.; HOOSHMAND, T. Comparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: An in-vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Tehran, v. 132, n. 5, p.675-679, 2007.

KARAMOUZOS A.; ATHANASIOU, A. E.; PAPADOPOULOS, M. A. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Thessaloniki, v. 112, n. 1, p. 34-40, 1997.

KNOSEL, M. et al. Suitability of orthodontic brackets for rebonding and reworking following removal by air pressure pulses and conventional debracketing techniques, **Angle Orthod**, Göttingen, v. 80, n. 4, p. 649-655, 2010.

MALTAGLIATI, L. A. et al. Braquetes estéticos – Considerações Clínicas. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 5, n. 3, 2006.

MARTINA, R. et al. Recycling effects on ceramic brackets: a dimensional, weight and shear bond strength analysis. **Eur J Orthod**, Italy, v. 19, p. 629-636, 1997.

MONDELLI, A. L.; FEITAS, M. R. de. Estudo comparativo da resistência adesiva da interface resina/braquete, sob esforços de cisalhamento, empregando três resinas compostas e três tipos de tratamento na base do braquete. **R Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 111-125, 2007.

MUNDSTOCK, K. et al. An in vitro evaluation of a metal reinforced orthodontic ceramic bracket. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Birmingham, v. 116, n. 6, p. 635-640, 1999.

REYNOLDS, I. R. A review of direct orthodontic bonding. **Br J Orthod**, v. 2, n. 3, p. 171-179, 1975.

SHARMA-SAYAL, S. et al. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Toronto, v. 124, n.1, p. 74-82, 2003.

SINHA, P. K.; NANDA, R. S. The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Oklahoma City, v. 112, n. 2, p. 132-137, 1997.

SOBREIRA, C. R.; LORIATO, L. B.; OLIVEIRA, D. D. Braquetes estéticos: Características e comportamento clínico. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 6, n. 1, 2007.

TAVARES, S. W. et al. Shear Bond Strength of New and Recycled Brackets to Enamel. **Braz Dent J**. Piracicaba, v. 17, n. 1, p. 44-48, 2006.

THEODORAKOPOULOU, L. P. et al. Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets: an in vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Birmingham, v. 125, n.3, p. 329-336, 2004.

TOROGLU, M. S.; YAYLALI, S. Effects of sandblasting and silica coating on the bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Adana, v.134, n.2, p.181-187, 2008.

VIAZIS, A. D.; CAVANAUGH, G.; BEVIS, R. R. Bond strength of ceramic brackets under shear stress: an in vitro report. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Minneapolis, v. 98, n. 3, p. 214-221, 1990.

VIEIRA, S. et al. Adesão em ortodontia – Parte 1. **J Bras Ortodon Ortop Facial**, Curitiba, v.4, n.40, p. 344-350, 2002.

WANG, W. N.; MENG, C. L.; TARNG, T. H. Bond strength: A comparison between chemical coated and mechanical interlock bases of ceramic and metal brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Taipei, v.111, n.4, p.374-381, 1997.