

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ANA PAULA PIVA PANZENHAGEN

AVALIAÇÃO DA FORÇA DE ADESÃO DE BRAQUETES EM RESINA ACRÍLICA  
COM DIFERENTES TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO DE SUPERFÍCIE

Porto Alegre  
2018

ANA PAULA PIVA PANZENHAGEN

AVALIAÇÃO DA FORÇA DE ADESÃO DE BRAQUETES EM RESINA ACRÍLICA  
COM DIFERENTES TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO DE SUPERFÍCIE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Prof. Dr. Karina Santos Mundstock

Coorientadora: Érika de Oliveira Dias de Macêdo

#### CIP - Catalogação na Publicação

Panzenhagen, Ana Paula Piva

Avaliação da força de adesão de braquetes em resina acrílica com diferentes técnicas de condicionamento de superfície / Ana Paula Piva Panzenhagen. -- 2018. 24 f.

Orientadora: Karina Santos Mundstock.

Coorientador: Érika de Oliveira Dias de Mâcedo.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Colagem de braquetes. 2. Resina acrílica. 3. Ortodontia. I. Mundstock, Karina Santos, orient. II. de Mâcedo, Érika de Oliveira Dias, coorient. III. Título.

Dedico esse trabalho à minha família, que permaneceu unida mesmo nos momentos mais difíceis, me apoiando incondicionalmente frente a todos os desafios acadêmicos.

Com vocês, eu achei força no perdão, esperança na batalha, segurança no palco do medo e amor na discórdia. Mãe e pai: vocês me deram uma vida cercada por um jardim de oportunidades, me guiando sempre para a escolha certa. Flávia e Cacaio: vocês me incentivam a buscar o melhor de mim todos os dias. Esse trabalho de conclusão de curso é por vocês, com vocês e para vocês.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que me apoiou incondicionalmente em todos esses anos de graduação, principalmente minha mãe, Gisela Piva Panzenhagen, exemplo de caráter, que, com muito amor, dedicou a sua vida na minha criação. Ao meu pai, José Carlos Bisognin Panzenhagen, que se emociona com cada vitória minha. Aos meus irmãos, José Carlos Piva Panzenhagen e Ana Flávia Piva Panzenhagen, meus alicerces e exemplos de acadêmicos, que me incentivaram a aproveitar ao máximo tudo o que a graduação poderia me oferecer.

Também, agradeço aos docentes que me deram oportunidade de aprender um pouco sobre sua área durante esses cinco anos na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: professora doutora Cristiane Machado Mengatto, minha primeira orientadora, que acreditou em mim ainda lá no início da minha caminhada, compartilhando seus conhecimentos durante quase dois anos; professora doutora Maria Beatriz Cardoso Ferreira, minha orientadora de iniciação científica, que me permitiu “mergulhar” nesse mundo da farmacologia através da pesquisa; professor doutor Sérgio Estelita Cavalcante Barros que me concedeu a oportunidade de ser monitora em ortodontia – área da odontologia pela qual sou fascinada; e, principalmente, professora doutora Karina dos Santos Mundstock, minha orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso, que me presenteou com a chance de fazer parte de uma pesquisa dentro da ortodontia, a florando ainda mais a minha vontade de permanecer no mundo acadêmico nos próximos anos.

Ainda, agradeço a minha coorientadora Érika de Oliveira Dias de Mâcedo, pela paciência e dedicação em me ajudar durante a pesquisa, principalmente quando tudo parecia estar perdido. Certamente, tua ajuda foi essencial para que esse trabalho fosse realizado.

Por fim, agradeço aos meus colegas e amigos que compartilharam comigo as angústias e vitórias que a vida acadêmica nos proporcionou durante esses cinco anos. Com toda a certeza, essa caminhada foi muito mais leve porque estávamos juntos, nos apoiando e incentivando a crescer profissionalmente durante o percurso acadêmico.

“Io sono convinto che bisogna crederci, bisogna correre il rischio di essere illusi, bisogna correre il rischio di passare per ingenui, ma bisogna crederci.”

Luciano Ligabue

## RESUMO

Cada vez mais, pacientes adultos têm buscado tratamento ortodôntico. Este fato demonstra a necessidade de fazer colagem de braquetes, não somente em elementos dentários hígidos, mas também em restaurações extensas em resina composta, implantes, coroas metálicas, cerâmicas e provisórias. A literatura ainda é bastante escassa quando se trata de colagens de braquetes em superfície de resina acrílica. Não há um padrão ouro e o desempenho da colagem nesse tipo de superfície ainda não atinge a resistência de união ideal para tratamento ortodôntico. O objetivo desse estudo foi avaliar *in vitro* a força de adesão dos braquetes metálicos colados em superfícies de resina acrílica com diferentes condicionamentos de superfície. Foram feitos 64 corpos de prova de resina acrílica em formato de incisivo central superior, sendo dividido em 8 grupos, cada um com 8 amostras. Inicialmente mediu-se a rugosidade da superfície vestibular do corpo de prova. Em seguida, foram realizados diferentes preparos de superfície em cada um dos grupos e os braquetes foram colados. Realizou-se o ensaio de resistência ao cisalhamento 24 horas após a colagem dos braquetes, em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que o maior índice de resistência ao cisalhamento foi apresentado quando há um preparo de superfície com óxido de alumínio associado ao adesivo Assure (Reliance®) e ao Transbond XT (3M Unitek®).

Palavras-Chave: Colagem de braquetes. Resina Acrílica. Ortodontia.

## **ABSTRACT**

Increasingly, adult patients have sought orthodontic treatment. This fact demonstrate the necessity to bond brackets, not only on healthy dental elements, but also on extensive composite resin restorations, implants, metallic, ceramic and temporary crowns. The literature is still quite small when it comes to bracket bonding in acrylic resin restorations. There is no gold standard and the performance of bonding on this type of surface still does not reach the ideal bond strength for orthodontic treatment. The objective of this study was to in vitro evaluate the adhesion strength of metallic brackets bonded to acrylic resin surfaces with different surface preparations. 64 specimens of acrylic resin were made in the form of the central incisor and divided into 8 groups, each with 8 samples. The roughness of the labial surface was initially measured. Subsequently, different surface conditioning preparations were performed in each one of the groups and brackets were bonded. 24 hours after bonding the brackets, the shear strength test was performed on a universal test machine at a speed of 0.5mm / min. The results showed that the highest shear bond strength of was presented when aluminum oxide surface preparation associated with Assure adhesive (Reliance®) and Transbond XT (3M Unitek®).

**Key Words:** Brackets. Acrilic. Orthodontic.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	12
1.1 Objetivo geral .....	12
1.2 Objetivos específicos .....	12
<b>3. ARTIGO CIENTÍFICO</b> .....	13
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, há uma crescente preocupação com a estética, além do aumento da expectativa de vida dos indivíduos. Como resultado, o número de pacientes adultos que procuram tratamento ortodôntico aumentou significativamente. Esses pacientes procuram ortodontistas por motivos pessoais, objetivando melhorias estéticas ou funcionais da oclusão, ou porque outros dentistas os encaminham para realização de movimentação dentária, afim de auxiliar diferentes procedimentos restauradores, principalmente os protéticos. (DIAS et al., 2015).

Em pacientes adultos, a ortodontia começou a se deparar com indivíduos portadores não somente de elementos dentários hígidos, mas também de restaurações extensas em resina composta, implantes, coroas metálicas, cerâmicas e provisórios. (BLAKEY; MAH, 2010; MASIOLI et al., 2011).

Em muitos casos, as coroas temporárias são usadas para proteger os tecidos e tornar a posição dentária estável antes da confecção definitiva da coroa, além de também contribuem para restabelecer a estética e a função durante o tratamento de reabilitação. Sempre que um paciente possui coroas temporárias, a restauração definitiva antes do tratamento ortodôntico não é recomendada devido a alterações oclusais resultantes do movimento dentário. Nestes casos, o ortodontista deve colocar acessórios ortodônticos na superfície do material temporário, sendo a banda recomendada para os dentes posteriores, mas não para anteriores, devido a estética. Nesse ultimo caso, utiliza-se a colagem de braquetes no material temporário para movimentação ortodôntica, sendo essa colagem em superfície de resina acrílica uma etapa crítica e com alta taxa de falha. (DIAS et al., 2015).

Segundo Masioli et al. 2011, essa alta taxa de falha na ligação do braquete ao material, resulta em maior tempo de tratamento, de custo e horas do paciente na cadeira odontológica, sendo, portanto, algo indesejável tanto para o ortodontista, como para o paciente. Sendo assim, uma colagem efetiva dos braquetes neste tipo de superfície continua sendo um fator essencial para o sucesso do tratamento ortodôntico.

Como em Ortodontia a colagem é temporária, a resistência de união deve ser suficientemente alta para resistir às forças aplicadas durante o tratamento (DALVI; BOLOGNESE, 2010), como as forças da mecânica ortodôntica, das funções orais e da mastigação (BLAKEY; MAH J, 2010), mas não tão alta, para permitir a descolagem dos

braquetes ao final do tratamento, sem danificar os dentes e as restaurações (BLAKEY; MAH, 2010; DALVI; BOLOGNESE, 2010).

Na literatura foi sugerido que a força de adesão clinicamente adequadas para braquetes ortodônticos metálicos em esmalte deve ser no mínimo 6-8MPa (DALVI; BOLOGNESE, 2010; SAMRUAJBENJAKUL; KUKIATTRAKOON, 2009; WANG et al., 2008; WHITLOCK III et al., 1994), não devendo apresentar força de adesão superior, pois, podem ocasionar fratura de esmalte durante a remoção dos braquetes. (CORREIA et al, 2015). Logo, a força de adesão clinicamente adequada para braquetes ortodônticos metálicos em superfície resina acrílica deve, também, ser no mínimo 6-8Mpa.

Estudos mostram que a força de adesão é influenciada pelo tipo de braquete, preparo da superfície e o material utilizado. (DALVI; BOLOGNESE, 2010; SAMRUAJBENJAKUL; KUKIATTRAKOON, 2009; WANG et al., 2008). O tempo de colagem também influencia a força de adesão. Correr Sobrino et al., 2002, realizaram um estudo avaliando a força de adesão de braquetes colados com diferentes materiais em dentes humanos e descolados 10 minutos e 24 horas após a colagem. Os autores concluíram que após 24 horas houve aumento na força de adesão em todos os materiais estudados.

Na superfície de dentes naturais, a técnica de condicionamento (ácido, adesivo e compósito) é o padrão ouro para a colagem de braquetes, pois promove uma força de adesão adequada para a realização do tratamento ortodôntico. Muitos estudos têm sido realizados para avaliar a força de adesão de acessórios ortodônticos colados em superfícies de amálgama, porcelana, resina composta e metais. No entanto, a literatura ainda é bastante escassa quando se trata de colagens de acessórios em restaurações provisórias de resina acrílica. (MASIOLI et al., 2011).

Na literatura disponível que avalia colagem em coroas provisórias, não se encontrou nenhum material que pudesse melhorar o desempenho da colagem, atingindo a força de adesão ideal, sendo assim, todos os grupos testados apresentaram valores de força de adesão em coroas provisórias abaixo do ideal para tratamento ortodôntico (BLAKEY; MAH, 2010).

Segundo Soon et al, 2015, o conhecimento sobre o material e a técnica de colagem ideais, poderia ter um impacto clínico direto, possibilitando aos ortodontistas escolherem a melhor técnica para que o braquete permaneça no acrílico durante o tratamento ortodôntico.

Foi relatado na literatura que, alguns métodos de preparo de superfície acrílica tem sido pesquisados com a finalidade de melhorar a resistência de adesão do braquete metálico a resina acrílica: o ataque ácido, o jateamento com óxido de alumínio e o uso de brocas diamantadas para asperizar a superfície (BLAKEY; MAH, 2010). Sabe-se que o aumento de rugosidade da superfície é importante para melhorar a resistência de união, devido ao mecanismo de adesão por intertravamento mecânico. No trabalho de Masioli et al., 2011, descobriu-se que existe uma correlação não linear entre a força de adesão e a rugosidade da superfície da resina acrílica. Observou-se que existe um valor crítico de rugosidade que deve ser alcançado para produzir o máximo de adesão. Dentro dos parâmetros experimentais usados, esse valor crítico de rugosidade é de aproximadamente  $2\mu\text{m}$ .

Alguns autores observaram que os ataques com os ácidos fosfórico e fluorídrico não foram capazes de alterar significativamente a topografia da resina acrílica, pois a rugosidade de superfície não se alterou muito, atuando basicamente como um meio de limpeza de debris gerados pelo processo de preparação original da resina acrílica (BLAKEY; MAH, 2010; MASIOLI et al., 2011). Essa limpeza superficial, segundo Correia et al, 2015, possivelmente aumenta a molhabilidade da superfície, permitindo que o adesivo fotopolimerizável Transbond<sup>tm</sup> XT esteja em íntimo contato com a resina proporcionando uma ligação satisfatória. Os tratamentos deste tipo de superfície com condicionador específico para resina acrílica (Plastic Conditioner-Reliance®) e monômero produziram pouca alteração na rugosidade da resina acrílica em relação ao grupo controle. Além disso, a aplicação do silano não contribuiu para melhorar os valores da força de adesão, levando apenas a variações não significativas. Desse modo, o emprego de silano após o tratamento da superfície acrílica, dentro dos parâmetros estudados no trabalho, não trouxe melhorias a adesão dos braquetes (MASIOLI et al., 2011).

Já o uso de cianoacrilato é bastante controverso na literatura. De acordo com o fabricante, o adesivo de cianoacrilato fornece forças de ligação funcionais de 25 MPa e varia de acordo com os materiais colados e a espessura do revestimento adesivo. Para SOON et al, 2015, um adesivo à base de cianoacrilato demonstrou resultados estatisticamente maiores para a resistência de união comparados aos grupos em que jateamento com óxido de alumínio e cimento resinoso foram utilizados. No entanto, vários estudos compararam a resistência de ligação do adesivo de cianoacrilato no esmalte com outros agentes de ligação convencionais e encontraram resistências de ligação mais baixas clinicamente aceitáveis para este adesivo. Al-Munajed et al. (2000) também relataram que a instabilidade hidrolítica do material sugere que

pode ser inapropriada para a prática clínica de rotina. Além disso, a natureza fluida do adesivo e a sua tendência de aderência aos instrumentos tornam difícil a sua utilização. A temperatura e a possibilidade de reações de hipersensibilidade como urticária, dermatite de contato e outras doenças da pele foram relatadas pelos fabricantes. Isto deve ser levado em consideração ao avaliar o uso potencial deste material na situação clínica. (SOON et al, 2015)

Blakey e Mah, 2010 estudaram diversos tipos de tratamento de superfície acrílica e o jateamento com óxido de alumínio foi o que provocou a maior força de adesão em coroas provisórias. O uso de broca também provocou aspereza na superfície das coroas provisórias, mas não alcançou a força de adesão que o jateamento permitiu, que foi de 2,8MPa. No estudo publicado por Masioli et al., 2011, os tratamentos com jato de óxido de alumínio e broca foram os que produziram as maiores mudanças topográficas na superfície da resina acrílica, bem como criaram uma maior rugosidade, o que contribuiu para aumentar a adesão resina-braquete. Já o tratamento com o monômero gerou uma série de microtrincas na superfície da resina acrílica. Essas, ao invés de serem prejudiciais, contribuíram para aumentar a rugosidade da superfície e, conseqüentemente, aumentaram a força de adesão. O uso de condicionador plástico também foi testado neste mesmo estudo e pareceu gerar uma camada de recobrimento sobre a superfície que impediu o melhor contato entre a resina acrílica e o braquete, enfraquecendo a adesão entre ambos.

Devido ao aumento do número de pacientes portadores de próteses de resina acrílica e aos diversos problemas gerados pelas frequentes descolagens de braquetes colados nestes elementos durante o tratamento ortodôntico, assim como devido à escassez de estudos neste tipo de superfície faz-se necessário um estudo que pesquise diferentes materiais e técnicas de preparo de superfície que possibilitem uma colagem mais efetiva neste tipo de superfície.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste estudo foi avaliar in vitro a força de adesão de braquetes metálicos colados em superfícies de resina acrílica utilizando-se diferentes agentes de condicionamento de superfície.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar a rugosidade média dos dentes feitos com resina acrílica.
- Avaliar a força de descolagem mensurados nos testes de cisalhamento
- Propor, através dos resultados obtidos, a melhor combinação de preparo de superfície e sistema de colagem de braquetes em superfície de resina acrílica.

### 3. ARTIGO

(Esse manuscrito será submetido à publicação no período Angle Orthodontist).

#### **EFFECT OF DIFFERENT SURFACE PREPARATION ON SHEAR BOND STRENGTH OF METAL BRACKETS BONDED TO ACRYLIC RESIN**

Ana Paula Piva Panzenhagen<sup>1</sup>, Fernanda Gatti<sup>1</sup>,  
Érika de Oliveira Dias de Macêdo<sup>2</sup>, Karina Santos Mundstock<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduated School of Dentistry, Federal University of Rio Grande do Sul (Brazil, Porto Alegre/RS)

<sup>2</sup> Federal University of Rio Grande do Sul, School of Dentistry, Department of Orthodontics (Brazil, Porto Alegre/RS)

#### **Corresponding Autor:**

Dr Karina Santos Mundstock  
Federal University of Rio Grande do Sul  
School of Dentistry  
Rua Ramiro Barcelos, 2492  
Santana – Porto Alegre, RS – Brasil.  
ZIP CODE 90035-001  
ksmundstock@gmail.com  
+55 51 33085201

#### **ABSTRACT**

**Objective:** To investigate the bond strength of metal brackets bonded to acrylic resin crowns with different surface conditionings. **Materials and Methods:** A total of 64 acrylic resin temporary crowns had their roughness measured and were divided into eight groups according to the surface treatment. Group 1 used diamond bur + adhesive (3M Unitek®); group 2 sandblasting with aluminum oxide + adhesive (3M Unitek®); group 3 diamond bur + Assure (Reliance®); group 4 Sandblasting with aluminum oxide + Assure (Reliance®); group 5 diamond bur + Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) + Adhesive (3M Unitek®); group 6 sandblasting with aluminum oxide + Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) + Adhesive (3M Unitek®); group 7 diamond bur + Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) + Assure (Reliance®); group 8 sandblasting with aluminum oxide + Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) + Assure (Reliance®). All brackets were bonded using Transbond XT (3M Unitek®) and the shear bond strength test was performed after 24 hours in a universal testing machine. **Results:** Group 4 showed the highest mean bond strength (5.28 MPa), which was statistically different from groups 5 ( $p < 0.01$ ) and 6 ( $p = 0.01$ ). Group 3 had the second highest bond strength (4.95 MPa) differing statistically only from group 5. **Conclusions:** Among the protocols tested, the use of sandblasting with aluminum oxide associated with the Assure adhesive (Reliance®) showed the best performance for brackets bonded to a acrylic resin surface.

**KEY WORDS:** Orthodontics; Bonding; Acrylic Resin.

## INTRODUCTION

In recent decades, there has been a growing concern for esthetics, in addition to increased life expectancy of individuals. As a result, the number of adult patients seeking orthodontic treatment has significantly increased.<sup>15</sup> Patients seek orthodontists for personal reasons, including esthetic or functional improvements of occlusion, or because other dentists refer them to have dental movements carried in order to aid different restorative procedures.<sup>14</sup>

The increasing number of adult patients seeking orthodontic treatment sometimes is a challenge to professionals regarding bracket bonding due to the presence of extensive composite resin restorations, metal, ceramic and/or temporary crowns.<sup>1,2</sup> In many cases, temporary crowns are commonly used to protect tissues, render dental position stable before definitive crown manufacture and they also contribute to reestablish both esthetics and function during rehabilitation treatment. Whenever a patient has temporary crowns, definitive restoration before orthodontic treatment is not recommended due to occlusal changes resulting from dental movement. In these cases, the orthodontist must bond or band the accessories on the surface of temporary material. Banding is recommended for posterior teeth; however, in the anterior region, direct bonding of accessories is used due to the poor esthetic aspect of bands.<sup>14</sup>

Orthodontics is a specialty that has been continuously progressing in terms of bond techniques and devices that help the mechanics used to move teeth during treatment. The technique of bracket bonding to enamel is the gold standard using acid etching, adhesive and composite and it promotes suitable bond strength for the orthodontic treatment<sup>2</sup>. However, detachment of orthodontic brackets bonded to acrylic teeth during orthodontic treatment is problematic.<sup>16</sup>

A better method to enhance the bond strength of orthodontic brackets to acrylic teeth is desired<sup>16</sup>, as effective bracket bonding is crucial to a successful orthodontic treatment<sup>2</sup>. For this purpose, it must be able to withstand masticatory and orthodontic mechanical loading.

Bond strength is influenced by the type of bracket, surface preparation and bonding material used<sup>4-6</sup>. Thus, the aim of this study was to evaluate the in vitro bond strength of metal brackets bonded to different acrylic resin surface preparation methods.



## MATERIALS AND METHODS

The sample of 64 acrylic crowns made of type II chemically activated acrylic resin (Dencôr/Clássico® color 65) were randomly divided into 8 groups containing 8 specimens in each group. Different surface preparations were performed for each group as described in Table 1. Metal brackets from American Orthodontics® (standard edgewise brackets 0.22 slot) for maxillary central incisors were used for bonding.

**Table 1** – Description of groups.

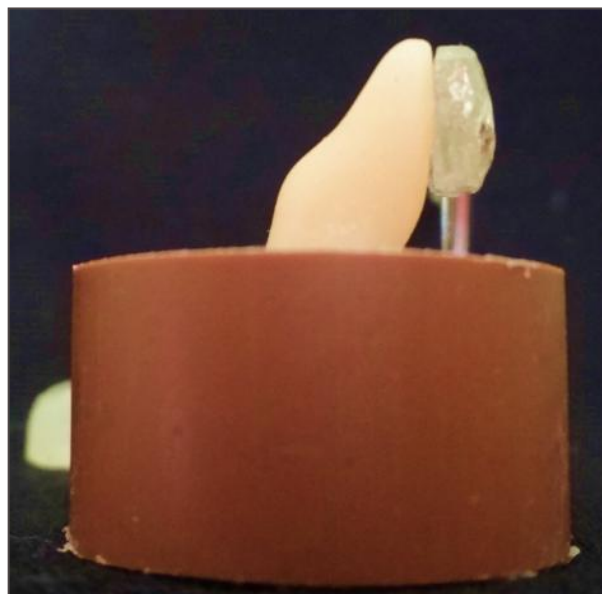
<b>GROUPS</b>	<b>Surface preparation and adhesive agent</b>
<b>G1</b>	Diamond Bur Adhesive 3M Unitek® Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G2</b>	Sandblast Aluminium Oxide Adhesive 3M Unitek® Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G3</b>	Diamond Bur Assure (Reliance®) Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G4</b>	Sandblast Aluminium Oxide Assure (Reliance®) Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G5</b>	Diamond Bur Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) Adhesive 3M Unitek® Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G6</b>	Sandblast Aluminium Oxide Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) Adhesive 3M Unitek® Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G7</b>	Diamond Bur Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) Assure (Reliance®) Transbond XT (3M Unitek®)
<b>G8</b>	Sandblast Aluminium Oxide Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) Assure (Reliance®) Transbond XT (3M Unitek®)

The specimens were made from impressions of pre-fabricated maxillary central incisor using polyvinyl siloxane (Adsil/Vigodente®). Inside this impression acrylic resin was poured under vibration and prepared in accordance with the guidelines recommended by the manufacturer. The specimens labial surface were standardized using 400 and 600-grit abrasive silicon carbide papers in a decreasing abrasiveness order, under irrigation.

The specimens roughness (Ra) mean were measured after polishing and before surface preparation with a rugosimeter SJ201-P Mitutoyo (Kawasaki, Kanagawa, Japan), with a sensitivity of 300  $\mu\text{m}$ , speed of 0.5 mm/s, and cut-off of 0.8 mm. This device has a pick-up motorized needle in the transversal unity that takes the readings and can be moved in the vertical axis to fit the test specimen height and in the horizontal axis to read the surface rugosity. The device also has a programmer unity that registers the readings. The roughness test was performed in 15 samples randomly select. Each sample had its facial surface divided into three parts and measured consecutively. The mean for each sample was calculated and, with this result, the general roughness average of the acrylic resin teeth was calculated.

The teeth were positioned in a PVC matrix with the vestibular surface at a 90-degree angle to the ground using a positioner (Figure 1). The 64 specimens obtained were randomly distributed, and the acrylic resin surface treatments were applied in each group following the protocol established.

**Figure 1** – Positioner used to standardize the tooth vestibular surface position at 90° to the ground.



In groups G1, G3, G5 and G7, the labial surface was abraded using a spherical diamond bur and regular cutting (# 1014 - KGSorensen®). Groups G2, G4, G6, G8 were sandblasted with aluminum oxide using 50mm aluminum oxide through a spray gun for 15 seconds. Plastic Appliance Conditioner (Reliance®) was applied in groups G5, G6, G7, and G8, and after 60 seconds the adhesive was applied, following the instructions of the manufacturer.

Transbond XT resin (3M Unitek®) was used to bond all the brackets, and a 454g Gilmore needle was used at the center of the bracket to standardize the force applied during bonding. Excess resin was removed using an explorer before polymerization. The composite resin was light-cured for 20 seconds using a halogen light unit, previously tested to check light intensity and light polymerization was performed for 10 seconds mesially and 10 seconds distally at a distance of 5mm. The shear bond strength test was done 24 hours after bonding, during this period, the specimens were stored in distilled water at 37°C.

The shear bond strength test was performed in a universal testing machine (Instron Corp) connected to a computer. The shear force was applied in occlusogingival direction at a crosshead speed of 0.5mm/min and with a 500 Newton load cell. The data measured at debonding was divided by the bracket surface and expressed in MPa.

## RESULTS

The roughness, expressed in  $\mu\text{m}$ , are shown in Table 2. The sample presented a normal distribution.

**Table 2** - Roughness descriptive statistics.

TEST METHOD	MEAN	SD	MIN	MAX
Roughness ( $\mu\text{m}$ )	0,647	0,141	0,447	0,973

The shear bond strength results, expressed in MPa, are shown in Table 3. Data were analyzed with statistic software (SigmaPlot 11.0, California –USA). The normality was assessed using Kolmogorov-Smirnov test. The data were analyzed by one-way variance analysis (ANOVA) followed by post hoc testing using the Tukey's multiple comparison test with a significance level of 0.05.

**Table 3** - Mean (MPa) and standard deviation (SD) for shear bond strength values.

<b>GROUPS</b>	<b>MEAN (MPa)</b>	<b>SD</b>
<b>G1</b>	3.93 ABC	±0.92
<b>G2</b>	4.45 ABC	±1.08
<b>G3</b>	4.95 AB	±0.91
<b>G4</b>	5.28 A	±1.00
<b>G5</b>	3.11 C	±0.55
<b>G6</b>	3.56 BC	±0.64
<b>G7</b>	4.00 ABC	±1.03
<b>G8</b>	3.91 ABC	±1.11

*Different capital letters indicate a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ).*

Group G4 showed the highest mean shear bond strength value (5.28 MPa), statistically different from groups G5 and G6 ( $p < 0.001$  and  $p = 0.011$ , respectively), group G3 showed the second highest mean bond strength (4.95 MPa), differing statistically from group G5 only ( $p = 0.005$ ). The other groups did not have any statistically significant difference among them.

When the bur and sandblasting conditioning protocols were compared, higher mean values were found in most cases for sandblasting with aluminum oxide. Groups G3 and G4 showed better results when comparing with Groups G1 and G2. Better results were found when Plastic Appliance Conditioner<sup>®</sup> in combination with Assure (Reliance<sup>®</sup>) was used. Groups that received conditioning with Plastic Appliance Conditioner<sup>®</sup> presented a decrease in mean shear bond strength when compared with the groups that did not use these conditioner.

## **DISCUSSION**

The protocol using phosphoric acid conditioning followed by an adhesive is considered to be the gold standard for enamel bonding, but it has not shown bond strength values that could be clinically used for bonding brackets to methyl methacrylate temporary

restorations effectively<sup>7</sup>. Within the literature various methods have been reported to improve the bond strength of orthodontic brackets bonded to acrylic teeth but a consensus is lacking. The methods employed in this study to improve the bond strength of brackets bonded to acrylic teeth were based on previous research and on materials that are routinely available in a clinical practice<sup>16</sup>

The specimens in this study were submitted to the shear bond strength test 24 hours after the brackets were bonded, because the literature has shown that the bond strength of brackets to enamel is higher after this period, when compared with studies conducted shortly after bonding<sup>7-9</sup>.

In this study, the protocols showing the highest bond strength values were those of groups G3 (4.95MPa) and G4 (5.28MPa), which used mechanical preparations with a bur and sandblasting, respectively, both combined with Assure® adhesive. Groups G1 and G2, which combined surface mechanical treatment and Transbond adhesive, showed lower bond strength results, but without any statistical significance. This difference may result from the composition of the adhesive itself, Transbond is mostly made up of triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA) combined with Bis-GMA, while Assure contains a greater concentration of the monomer 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) in combination with acetone. As HEMA is a monomer with a considerably lower molecular weight than BisGMA and TEGDMA, this property increases its diffusion potential due to surface roughness caused by mechanical preparation, consequently improving adhesion<sup>8</sup>.

Groups G5, G6, G7 and G8, which used a plastic conditioner (Reliance®) showed lower bond strength values than the groups that did not use it. Group G5, in which surface preparation with a diamond bur was combined with a plastic conditioner followed by Transbond XT adhesive, showed a significantly lower mean bond strength value than group G3, that used bur preparation combined with the Assure adhesive without the plastic conditioner step. In group G5 despite showing lower values than group G1, which used the same preparation protocol, without the plastic conditioner, this difference was not statistically significant.

Masioli et al.<sup>2</sup>, demonstrated, that the surface treatments were able to completely alter the roughness of acrylic resin, and this may increase bond strength to the critical limit. Also according to that study, the highest roughness values were obtained using a bur followed by

sandblasting. These data support the findings in our study, since groups G2, G3 and G4 had higher values for groups that followed the same bonding protocol, but used either mechanical preparation with a bur or sandblasting. It is possible that the aluminum oxide was capable of creating deeper slots that caused the bonding material to get a better adhesion to the acrylic resin.<sup>14</sup> These combination of chemical and mechanical surface preparations may have led to an exaggerated increase in surface roughness to a point that does not influence the bond strength, which may explain the reduction in this measurement in groups G5, G6, G7, and G8 in our study<sup>2</sup>.

The bond strength of brackets bonded to restored tooth surfaces have shown lower values than those observed in a enamel bonding. However, it is difficulty to determine the minimum value that would be capable of withstanding both masticatory and orthodontic mechanical loading<sup>2,9</sup>. The literature has used the study conducted by Reynolds, as a reference for clinically acceptable values; however, his work has some methodological aspects that may cause doubts over the accuracy of his data<sup>10-12</sup>. According to ELIADES and BOURAEL, the values suggested by Reynolds do not correspond to the clinical reality as they are based on a vague estimation of the load applied during mechanotherapy and do not take into account factors such as the material aging and masticatory stress<sup>12,13</sup>. Studies that tried to compare in vitro bond strength values to in vivo have demonstrated that in vivo values are lower than those achieved in vitro<sup>13</sup>.

In the study by Klein, brackets were bonded with the same acrylic resin used for manufacturing the temporary crown<sup>3</sup>. Bond strength was higher, with a mean value of 9.29 MPa. Although this is also an option for preparing a surface for bracket bonding, this procedure results in longer clinical treatment time and less bonding precision, due to the long time that the bracket has to be kept in place until the acrylic resin completely polymerizes.

## **CONCLUSION**

Among the protocols tested, the surface treated by sandblasting with aluminum oxide combined with Assure<sup>®</sup> adhesive had better results (5.28 MPa). However, none of the protocols used for acrylic resin bonding attained the same bond strength that was found for enamel bonding, as proposed in the literature for in vitro testing. Therefore, new materials and surface preparation protocols need to be developed to improve the procedure for bonding brackets to acrylic resin and to reduce bond failures rates during orthodontic treatment.

## REFERENCES

1. Schmage P, Nergiz I, Hermann W, Ozcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2003; 123; 540-6.
2. Masioli DLC, Almeida MAO, Masioli MA, Almeida JRM. Avaliação do efeito de tratamentos superficiais sobre a força de adesão de braquetes em provisórios de resina acrílica. *Dental Press J Orthod.* 2011; 16; 37-47.
3. Klein JL. Avaliação da resistência ao cisalhamento da colagem de braquetes metálicos à superfície de coroas temporárias de resina acrílica. *Rev. Biociên.* 2007; 13; 85-92.
4. Dalvi AC, Bolognese AM. Effects of the different glazed ceramic surfaces on the bond of orthodontic brackets. *Cerâmica.* 2010; 338; 188-192.
5. Samruajbenjakul B, Kukiattrakoon B. Shear Bond Strength of Ceramic Brackets with Different Base Designs to Feldspathic Porcelains . *Angle Orthod.* 2009; 79; 571–576.
6. Wang C, Zeng J, Wang S, Yang Z, Huang Q, Chen P, Zhou S, Lu X. Influence of surface treatments on the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Applied Surface Science*; 2008;v. 255, p. 416–418..
7. Richter C, Jost-Brinkmann PC. Shear bond strength of different adhesives tested in accordance with DIN 13990-1/2 and using various methods of enamel conditioning. *J. Orofac. Orthop.* 2015; 76; 175-183.
8. Maryanchik I, Brendlinger EJ, Fallis DW, Vandewalle KS. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to various esthetic pontic materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137; 684-689.
9. Blakey R, Mah J. Effects of surface conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to temporary polycarbonate crowns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138; 72-78.
10. Reynolds IR. A review of direct orthodontics bonding. *Br J Orthod.* 1975; 2; 171-178.
11. Eliades T, Bourauel C. Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 127; 403-412.
12. Finnema KJ, Özcan M, Post WJ, Ren Y, Dijksha PU. In-vitro orthodontic bond strength testing:A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137; 615-622.
13. Murray SD, Hobson RS. Comparison of in vivo and in vitro shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123; 2-9.
14. Dias FMCS, Pinzan-Vercelino CRM, Tavares RRJ, Gurgel JA, Bramante FS, Fialho MNP. Evaluation of an alternative technique to optimize direct bonding of orthodontic brackets to temporary crowns. *Dental Press J Orthod.* 2015 July-Aug;20(4):57-62.

15. Pabari S, Moles DR, Cunningham SJ. Assessment of motivation and psychological characteristics of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(6):e263-72.
16. Razak WSWA, Sherriff M, Bister D, Sehra J. Bond strength of stainless steel orthodontic brackets bonded to prefabricated acrylic teeth, *J Orthod*, 2017; 44:2, 105-109.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

- A colagem de braquetes sob uma superfície de resina acrílica continua sendo um desafio e há poucos relatos na literatura sobre o assunto.
- Os grupos que tiveram o tratamento de superfície com jateamento de óxido de alumínio ou broca, seguidos da utilização do adesivo Assure<sup>®</sup> apresentaram os valores mais altos de força de adesão, porém ainda estão aquém do desejado para o adequado desempenho de uma colagem de acessório ortodôntico.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. X. et al. Effects of surface treatment of provisional crowns on the shear bond strength of brackets. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 18, no. 4, p. 29-34, July/Aug. 2013.
- BLAKEY, R; MAH J. Effects of surface conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to temporary polycarbonate crowns. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 138, no.1, p. 72-78, July 2010.
- CORREIA, A. M. de O. et al. Cianocrilato na colagem de bráquetes ortodônticos em resina acrílica: há maior adesão?. **Rev. Matéria**, Rio de Janeiro, v. 21, n.1, p. 235-242, 2016.
- CORRER SOBRINHO, L. et al. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de bráquetes colados com diferentes materiais. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-49, jan./mar. 2002.
- DALVI, A. C.; BOLOGNESE, A. M. Interferência dos diferentes glazeamentos na colagem de bráquetes ortodônticos em superfícies cerâmicas. **Cerâmica**, v. 56, n. 338, p. 188-192, 2010.
- DIAS, F. M. C. S. et al. Evaluation of an alternative technique to optimize direct bonding of orthodontic brackets to temporary crowns. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 20, no. 4, p. 57-62, July/Aug. 2015.
- IMAKAMI, M. B. et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes da técnica lingual colados sobre superfície cerâmica. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 16, no. 3, p. 87-94, May/June 2011.
- MASIOLI, D. L. C. et al. Avaliação do efeito de tratamentos superficiais sobre a força de adesão de braquetes em provisórios de resina acrílica. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 16, no. 1, p. 37-47, Jan./Feb. 2011.
- RAZAK , W. S. W.A, et al. Bond strength of stainless steel orthodontic brackets bonded to prefabricated acrylic teeth. **J. Orthod.**, Oxford, v. 44, no. 2, p. 105-109, June 2017.
- SAMRUAJBENJAKUL, B.; KUKIATTRAKOON, B. Shear bond strength of ceramic brackets with different base designs to feldspathic porcelains . **Angle Orthod.**, Appleton, v. 79, no. 3, p. 571–576, May 2009.
- SOON, H.I., GILL, D. S.; JONES, S. P. A study to investigate the bond strengths of orthodontic brackets bonded to prosthetic acrylic teeth, **J. Orthod.**, Oxford, v. 42, no. 3, p. 192-199, Sept. 2015.
- WANG, C. et al. Influence of surface treatments on the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. **Appl. Surf. Sci.**, v. 255, no. 2, p. 416–418, Sept. 2008.
- WHITLOCK III, B. O. et al. Shear strength of ceramic brackets bonded to porcelain. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 106, no. 4, p. 358-364, Oct. 1994.