

# Avaliação do efeito de tratamentos superficiais sobre a força de adesão de braquetes em provisórios de resina acrílica

Deise Lima Cunha Masioli\*, Marco Antonio de Oliveira Almeida\*\*,  
Marco Antonio Masioli\*\*\*, José Roberto Moraes de Almeida\*\*\*\*

## Resumo

**Objetivo:** avaliar a influência do tratamento de superfície de resinas acrílicas na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resina composta. **Métodos:** foram confeccionados 140 discos de resina acrílica autopolimerizável (Duralay®), divididos aleatoriamente em 14 grupos (n=10). Em cada grupo, os corpos de prova receberam um tipo diferente de tratamento de superfície: grupo 1 = sem tratamento de superfície (controle); grupo 2 = silano; grupo 3 = jato de óxido de alumínio (JOA); grupo 4 = JOA + silano; grupo 5 = broca diamantada; grupo 6 = broca diamantada+ silano; grupo 7 = ácido fluorídrico; grupo 8 = ácido fluorídrico + silano; grupo 9 = ácido fosfórico; grupo 10 = ácido fosfórico + silano; grupo 11 = monômero de metilmetacrilato (MMA); grupo 12 = MMA + silano; grupo 13 = *Plastic conditioner* (Reliance®); grupo 14 = *Plastic conditioner* (Reliance®) + silano. Após o preparo de superfície, os corpos de prova foram analisados através da rugosimetria. Posteriormente, foram colados braquetes (Morelli®) de incisivo central “*standard edgewise*” com resina fotopolimerizável Transbond XT®, de acordo com as instruções do fabricante. **Resultados:** o agente umectante à base de silano não teve um efeito estatisticamente significativo sobre os valores de força de adesão; os tratamentos com JOA e broca produziram maiores mudanças topográficas na superfície da resina acrílica, bem como os maiores valores de rugosidade; observou-se uma correlação não linear entre a força de adesão e a rugosidade de superfície; tratamentos com monômero e JOA resultaram nas maiores forças de adesão. **Conclusões:** o silano não foi capaz de aumentar a força de adesão entre braquete e resina acrílica. Sugere-se mais estudos sobre este tema, pois a força de adesão obtida foi muito baixa.

**Palavras-chave:** Ortodontia. Resina acrílica. Resina composta. Braquete.

## INTRODUÇÃO

Com o aumento crescente do número de pacientes adultos que procuram tratamento ortodôntico, alguns procedimentos adotados no consultório tiveram que sofrer modificações

para atender esse novo perfil de pacientes. Essa mudança de faixa etária fez com que a Ortodontia, muitas vezes, deixasse de ser uma atividade fim, para tornar-se uma atividade meio. Isto é, o tratamento passou a ser multidisciplinar,

\* Mestre em Ortodontia e Ortopedia Facial – UERJ. Professor de Ortodontia - ESFA.

\*\* Professor titular de Ortodontia - UERJ.

\*\*\* Professor titular de Dentística - UFFES.

\*\*\*\* Doutor em Ciência dos Materiais e Metalurgia - PUC-Rio. Mestre em Ciência dos Materiais e Engenheiro Metalúrgico - PUC-Rio.

logo o plano de tratamento desenvolvido anteriormente apenas pelo ortodontista passou a ser feito em conjunto com a Periodontia, Endodontia, Cirurgia, Dentística e Prótese<sup>2,11</sup>. Em função disso, o tratamento ortodôntico pode vir como uma atividade pré-protética, se deparando com pacientes portadores não somente de elementos dentários hígido, mas também de restaurações extensas em resina composta, implantes, coroas metálicas, cerâmicas e provisórios<sup>6,7</sup>. Existe, dessa forma, uma grande diversidade quanto à natureza da superfície onde será colado o braquete, pois, para que seja realizada a movimentação ortodôntica, ainda é preciso utilizar fios e braquetes. Além disso, uma colagem efetiva dos braquetes continua sendo um fator essencial para o sucesso do tratamento ortodôntico.

Na superfície de dentes naturais, a técnica do ataque ácido, adesivo e compósito está bem aceita e documentada para a colagem de braquetes<sup>1,3,9,12</sup>, pois promove uma força de adesão maior do que a necessária para a realização do tratamento ortodôntico<sup>10</sup>. Muitos estudos têm sido realizados para tentar obter, também, um bom desempenho no que diz respeito à colagem de acessórios ortodônticos em superfícies de amálgama, porcelana, resina composta e metais<sup>2,13,14</sup>. De fato, até recentemente era considerado inconcebível que uma adesão clinicamente aceitável pudesse ser alcançada em outras superfícies senão o esmalte, particularmente na região posteroinferior. Porém, o avanço dos materiais e o desenvolvimento de novas técnicas mostraram que a colagem direta dos acessórios ortodônticos em outras superfícies que não o esmalte também é possível<sup>8,13-17</sup>.

No entanto, a literatura ainda é bastante escassa quando se trata de colagens de acessórios em restaurações provisórias de resina acrílica. A ausência desses estudos científicos faz com que os profissionais lancem mão de protocolos empíricos, o que acaba acarretando inúmeras descolagens e, conseqüentemente, problemas no decorrer do tratamento ortodôntico.

Este trabalho tem por objetivo realizar uma análise *in vitro* para medir e comparar a rugosidade das superfícies de resina acrílica após diferentes tratamentos de superfície, bem como caracterizar tais superfícies através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e avaliar a força de adesão de braquetes metálicos colados com resina composta nas superfícies preparadas de resina acrílica. Será avaliado, ainda, o efeito da aplicação de agente umectante à base de silano sobre a resina acrílica na força de adesão entre o braquete e a resina acrílica.

## MATERIAL E MÉTODOS

A Tabela 1 lista os materiais utilizados e suas composições. Todos os materiais foram empregados como recebidos, sem nenhum tipo de formulação e/ou preparo extra.

Foram fabricados 140 corpos de prova em resina acrílica (Duralay<sup>®</sup>) para a colagem dos 140 braquetes (Morelli<sup>®</sup>) de incisivo central *standard edgewise slot* 0,56 x 0,76mm. Esses corpos de prova foram fabricados usando como matriz um disco de acrílico com 25mm de diâmetro e 5mm de altura, contendo um orifício central de 8mm de diâmetro e 5mm de altura, onde foi inserida e termopolimerizada a resina acrílica (Duralay<sup>®</sup>) (Fig. 1). Para homogeneizar a superfície dos corpos de prova fabricados, foi feito lixamento da superfície usando o procedimento usual de preparação de amostras. Empregaram-se lixas de carbureto de silício na ordem decrescente de abrasividade 400 e 600, sob refrigeração/lubrificação abundante com água corrente. A limpeza dos corpos de prova lixados foi realizada em um aparelho de ultrassom com água destilada durante cinco minutos, seguido de secagem com ar quente.

A seguir, as superfícies foram tratadas para a colagem dos braquetes. Foram feitos 14 tipos de condicionamento das superfícies, que estão resumidos na Tabela 2. Esses condicionamentos estão detalhados por grupos na Tabela 3. Foram testadas 10 amostras para cada uma das

TABELA 1 - Materiais utilizados para tratamento de superfície e cimentação dos braquetes.

| Material (Fabricante)  | Composição  |
|--|---|
| Ácido Fosfórico 37% (DENTSPLY® Indústria e Com. Ltda.) L156380         | Ácido fosfórico (em solução aquosa a 37% por peso na forma de gel) dióxido de silício e pigmentos           |
| Condicionador de Porcelana® (DENTSPLY® Indústria e Com. Ltda.) L244578 | Ácido fluorídrico (em solução aquosa a 9,6% na forma de gel)  |
| Transbond XT Adesivo (3M- Unitek, Monrovia) 712-035                    | Trietilenoglicol-dimetacrilato Bis-GMA  |
| Transbond XT Pasta (3M- Unitek, Monrovia) 712-035                      | Sílica Bis-GMA Silano n-dimetilbenzocaina hexa-flúor-fosfato  |
| DuraLay® Pó e Líquido (Reliance, Dental Mfg. Co. Worth) 60482          | Pó- Copolímero de metil metacrilato cor 81 Líquido - metacrilato de metila                                  |
| Jato de óxido de alumínio (BIO-ART® Ind. de Eq. Odont. Ltda.)          | Óxido de alumínio 50µm / 220 mcsH   |
| Plastic Appliance Conditioner® (Reliance, Ortho Prod. Inc) 0473        | A composição do material não é divulgada  |
| Ceramic Primer® (3M- ESPE, St Paul) 551441000                          | Metacriloxipropil-trimetoxisilano 1% em peso Solução de água etanol com ácido acético - pH= 4 - 99% do peso |
| Ponta diamantada n 3145 (KG- Sorensen) 1076/1103                       | Diamantes e Aço Inoxidável  |

14 condições experimentais. Os braquetes foram aderidos à resina acrílica com a utilização do adesivo e da resina composta Transbond XT.

Antes da colagem dos braquetes, três corpos de prova de cada grupo foram analisados em um rugosímetro para determinar o efeito dos diversos tratamentos sobre a topografia da superfície das amostras. Esse procedimento foi adotado, tendo em vista que a rugosidade do substrato é um parâmetro que influencia de modo importante o espalhamento do adesivo<sup>17</sup>. As medidas foram feitas em um rugosímetro automatizado, *Surface Roughness Tester*, da Mitutoyo (Illinois, EUA).

Como a rugosidade pode ser caracterizada por vários parâmetros, nesse trabalho foi empregada a

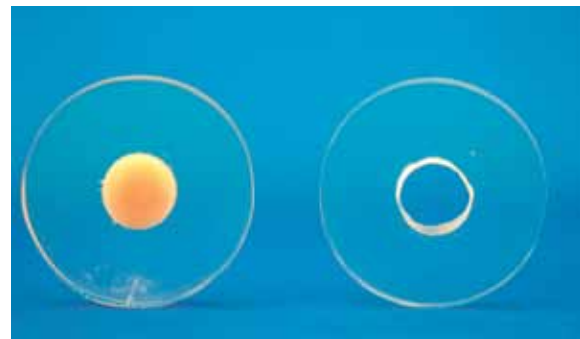


FIGURA 1 - Matriz de acrílico com 25mm de diâmetro e 5mm de altura, contendo um orifício central de 8mm, usada como base para preparação dos corpos de prova.

TABELA 2 - Condições experimentais para colagem dos braquetes.

| Grupos                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Adesivo                   | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x  | x  | x  | x  |
| Silano                    |   | x |   | x |   | x |   | x |   | x  |    | x  |    | x  |
| Jato de Óxido de Alumínio |   |   | x | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| Broca diamantada          |   |   |   |   | x | x |   |   |   |    |    |    |    |    |
| Ácido fluorídrico         |   |   |   |   |   |   | x | x |   |    |    |    |    |    |
| Ácido fosfórico           |   |   |   |   |   |   |   |   | x | x  |    |    |    |    |
| Monômero                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | x  | x  |    |    |
| Plastic Apl. Conditioner  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | x  | x  |

TABELA 3 - Descrição dos tratamentos superficiais realizados antes da colagem.

| Grupo | Preparação da Superfície   |
|-------|--|
| 1     | (controle) – sem nenhum tipo de preparo de superfície além do lixamento de desbaste  |
| 2     | (controle) – com camada de silano, deixando-o atuar durante 60 segundos. Posteriormente, os corpos de prova foram secos com jato de ar isento de umidade e óleo  |
| 3     | Superfície abrasionada com jato de óxido de alumínio (50µm) durante 10 segundos, utilizando-se um aparelho jateador Microetcher Bio-art, operando a pressão de 80 libras e mantendo a distância de 1cm da superfície, com a ponta do aparelho direcionada em ângulo reto em relação à superfície do corpo de prova |
| 4     | Idem ao grupo 3 + aplicação de silano conforme grupo 2   |
| 5     | Superfície abrasionada com broca diamantada n 3.145 KG Sorensen, que foi posicionada paralela à superfície do corpo de prova, com rotação de 4.000 rpm sob jato de água. Foram realizados movimentos de pincelamento da broca sobre o corpo de prova   |
| 6     | Idem ao grupo 5 + aplicação de silano conforme grupo 2   |
| 7     | A superfície foi condicionada com ácido fluorídrico a 9,6%, durante 15 segundos. Em seguida, foi lavada com jatos de água por 60 segundos, e seca com jato de ar isento de umidade e óleo  |
| 8     | Idem ao grupo 7 + aplicação de silano conforme grupo 2   |
| 9     | A superfície foi condicionada com ácido fosfórico a 37%, durante 30 segundos. Em seguida, foi lavada com jatos de água por 15 segundos e seca com jato de ar isento de umidade e óleo  |
| 10    | Idem ao grupo 9 + aplicação de silano conforme grupo 2   |
| 11    | Aplicação do Plastic Appliance Conditioner (condicionador de superfície plástica). Depois da aplicação, aguardou-se 60 segundos, conforme a orientação do fabricante   |
| 12    | Idem ao grupo 11 + aplicação de silano conforme grupo 2  |
| 13    | Foi aplicado o Monômero de Metil Metacrilato durante 60 segundos e seco com jato de ar para remoção do excesso   |
| 14    | Idem ao grupo 12 + aplicação de silano conforme grupo 2  |

média aritmética dos perfis de rugosidade, denominada Ra, a qual fornece a média aritmética de todos os afastamentos do perfil (profundidade dos vales e altura dos picos) em relação a uma linha base. Foram medidos cinco perfis de rugosidade da textura superficial em cada amostra analisada, de modo a se avaliar a uniformidade do tratamento superficial dos substratos, tanto em relação à limpeza quanto ao tratamento propriamente dito.

A análise da topografia das superfícies preparadas também foi realizada através do microscópio eletrônico de varredura (MEV). As análises foram feitas em superfícies recobertas com uma camada condutora metálica, usando uma voltagem de aceleração dos elétrons de 10-15kV, corrente de 80µA e elétrons secundários e/ou retroespalhados.

Após a realização dos preparos de superfície, foi feita a colagem dos braquetes com o adesivo (Transbond XT), de acordo com as orientações do fabricante. Os corpos de prova foram então fixados em um dispositivo fabricado especialmen-

te para colagem dos braquetes<sup>18</sup>. Esse dispositivo metálico teve como finalidade permitir a padronização da distância e paralelismo entre o braquete e o corpo de prova, além de proporcionar força de colagem e polimerização homogênea (Fig. 2).

A resina Transbond XT foi colocada em pequenas porções sobre a base dos braquetes e foi aplicada com o auxílio de um explorador nº. 5, sendo pressionada sobre o corpo de prova. Através do dispositivo é possível garantir que o eixo do corpo de prova permanece ortogonal em relação ao braquete (Fig. 2). Todo o conjunto foi fotoativado por 60 segundos, por meio de uma fenda existente no dispositivo, usando-se um aparelho Optilux 400®, com intensidade de luz emitida de 500±20mw/cm<sup>2</sup>. Após 5 minutos do término da colagem, os corpos de prova foram guardados em sacolas *zip lock* e mantidos à temperatura ambiente. Vinte e quatro horas antes da realização do teste de cisalhamento, os corpos de prova foram estocados em água a 37±2°C, conforme a norma ISO/TS 11405 de 2003.

Os ensaios de resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina universal de ensaios ajustada para aplicar a carga sobre o corpo de prova a uma velocidade de 0,5mm/min.

## RESULTADOS

Ao analisar a Tabela 4, em relação à utilização do silano, foi possível observar que apenas nos tratamentos com ácido fosfórico e *Plastic* obteve-se um aumento da força de adesão ao associar o uso do silano. Em todos os outros grupos, a utilização do silano causou uma diminuição tanto na média quanto na mediana (Tab. 5).

Na avaliação estatística, a comparação das amostras foi realizada duas a duas, para observar se o silano foi capaz de alterar a força de adesão para cada tratamento realizado. A comparação foi realizada pelo teste de Mann-Whitney (Tab. 5, p valor), sendo a opção por esse teste devida ao fato de as amostras não apresentarem um padrão de normalidade.

A aplicação do silano, de maneira geral, não estabilizou as medições da força de adesão, levando ao aumento e à redução da variabilidade das medições, como se pode observar na Tabela 4.

## DISCUSSÃO

O efeito dos diversos tratamentos sobre a rugosidade da superfície da resina acrílica está mostrado na Tabela 4. É possível observar que os grupos com

tratamento mecânico com broca fornecem um valor de rugosidade muito superior a todos os outros grupos, inclusive aqueles em que a superfície foi tratada com jato de óxido de alumínio.

Pode-se observar ainda que, embora a rugosidade das superfícies preparadas com broca seja bem superior à das outras, sua uniformidade é razoável, pois o coeficiente de variação foi menor que 30%, semelhante aos obtidos com os outros tratamentos. Observa-se também que os ataques com ácido fosfórico e fluorídrico não



FIGURA 2 - Dispositivo de colagem usado para garantir a padronização. Exemplificação do processo de colagem do braquete ao disco de resina acrílica.

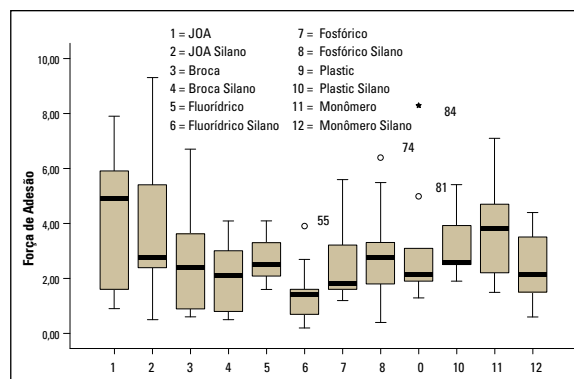


FIGURA 3 - Gráfico do tipo box plot mostrando a variação da força de adesão intra e intergrupos.

TABELA 4 - Avaliação da rugosidade ( $\mu\text{m}$ ).

| Grupos | Trat. Superfície | Média | Desvio-Padrão | Cv    |
|--------|------------------|-------|---------------|-------|
| G1     | Controle         | 0,35  | 0,02          | 0,057 |
| G3     | JOA              | 0,85  | 0,23          | 0,270 |
| G5     | Broca            | 7,77  | 1,48          | 0,190 |
| G7     | Fluorídrico      | 0,38  | 0,04          | 0,105 |
| G9     | Fosfórico        | 0,47  | 0,06          | 0,127 |
| G11    | Mono             | 0,55  | 0,14          | 0,254 |
| G13    | Plastic          | 0,45  | 0,03          | 0,066 |

TABELA 5 - Resultados experimentais do ensaio de cisalhamento e estatística descritiva da influência do silano na força de adesão (MPa).

| Tratamento         | Observações | Média | Desvio | Mediana | Cv   | P-Valor      |
|--------------------|-------------|-------|--------|---------|------|--------------|
| JOA                | 10          | 4,23  | 2,32   | 4,90    | 0,55 | 0,545        |
| JOA+Silano         | 10          | 3,65  | 2,48   | 2,75    | 0,68 |              |
| Broca              | 10          | 2,69  | 1,88   | 2,40    | 0,70 | 0,384        |
| Broca+Silano       | 10          | 2,07  | 1,24   | 2,10    | 0,60 |              |
| Fluorídrico        | 10          | 2,75  | 0,86   | 2,50    | 0,31 | <b>0,006</b> |
| Fluorídrico+Silano | 10          | 1,47  | 1,13   | 1,40    | 0,77 |              |
| Fosfórico          | 10          | 2,39  | 1,34   | 1,80    | 0,56 | 0,405        |
| Fósforo+Silano     | 10          | 2,94  | 1,88   | 2,75    | 0,64 |              |
| Plastic            | 10          | 2,97  | 2,16   | 2,15    | 0,73 | 0,210        |
| Plastic+Silano     | 10          | 3,13  | 1,07   | 2,60    | 0,34 |              |
| Monômero           | 10          | 3,66  | 1,74   | 3,80    | 0,47 | 0,880        |
| Monômero+Silano    | 10          | 2,44  | 1,21   | 2,15    | 0,50 |              |

foram capazes de alterar significativamente a topografia da resina acrílica, pois a rugosidade de superfície desses grupos foi similar à do grupo de controle. Os tratamentos com condicionador (Plastic) e monômero também produziram pouca alteração na rugosidade da resina acrílica em relação ao grupo controle.

Os resultados experimentais para os ensaios de cisalhamento são mostrados na Tabela 5. Para os grupos de controle (grupos 1 e 2) não foi possível determinar a resistência ao cisalhamento, pois os braquetes se desprendiam apenas durante o manuseio das amostras. Ou seja, para essas amostras de controle, sem tratamento superficial, a adesão é muito fraca. Pode-se observar na Tabela 4 que o desvio-padrão foi bastante elevado para todos os grupos analisados, embora o procedimento de colagem tenha sido feito do modo mais reproduzível possível. Comportamento semelhante já foi observado por outros autores<sup>19</sup>.

Os resultados obtidos são também mostrados na Figura 3, onde para cada grupo são mostrados os valores mínimos e máximos, o 1º e o 3º quartil e a mediana (representada pela linha cheia), além de possíveis pontos discrepantes. A partir desse gráfico é possível visualizar a variabilidade da

resistência ao cisalhamento inter e intragrupos, bem como verificar que os dados obtidos não seguem uma distribuição normal e por isso devem ser analisados por um teste não-paramétrico.

A partir dos dados listados na Tabela 5 e mostrados na Figura 4, pode-se analisar a influência do silano sobre a força de adesão para os diferentes tratamentos de superfície realizados. É possível observar que apenas nos tratamentos com ácido fosfórico e com o condicionador plástico houve aumento na força de adesão quando o tratamento de superfície foi associado ao silano. Nos outros grupos, o que inclui os tratamentos de jateamento, a utilização do silano causou uma redução tanto na média quanto na mediana da força de adesão. Uma avaliação estatística desses resultados foi realizada comparando-se as amostras com mesmo tratamento de superfície com e sem a aplicação de silano (por exemplo, grupos 3 e 4).

Essa comparação foi realizada através do teste de Mann-Whitney com o objetivo de determinar se a utilização do silano foi capaz de alterar significativamente a força de adesão. O teste de Mann-Whitney é indicado quando as amostras não apresentaram um padrão de distribuição normal, como observado nesse trabalho. O resultado do teste está expresso pelo p valor na Tabela 5.

O único grupo onde há variação significativa foi o grupo do ácido fluorídrico ( $p=0,006$ ). Porém, o silano causou uma diminuição na força de adesão, e não um aumento, como ocorre quando é realizada a colagem em porcelana<sup>14,15,16</sup>.

A Figura 4 mostra a correlação entre a rugosidade e a força de cisalhamento. Os dados indicam que, inicialmente, um aumento pequeno da rugosidade acarreta um grande aumento da força de adesão. Entretanto, a partir de um valor “crítico” de rugosidade, a força de adesão se estabiliza.

A Figura 5 mostra o aspecto microestrutural das diversas superfícies analisadas nesse trabalho. A Figura 5A (A1, A2 e A3) representa o grupo controle, isto é, a superfície apenas lixada, preparada para receber os tratamentos de superfície. Pode-se observar uma série de estrias oriundas do processo de lixamento inicial, distribuídas homogeneamente em um arranjo preferencialmente unidirecional. Observa-se ainda a presença de impurezas (*debris*) provenientes da própria resina acrílica.

Na Figura 5B (B1, B2 e B3) estão mostradas as superfícies sem tratamento e com aplicação do silano. Pode-se observar que o silano não é capaz de alterar a topografia da resina acrílica, já que os aspectos superficiais observados são basicamente os mesmos que na Figura 5A.

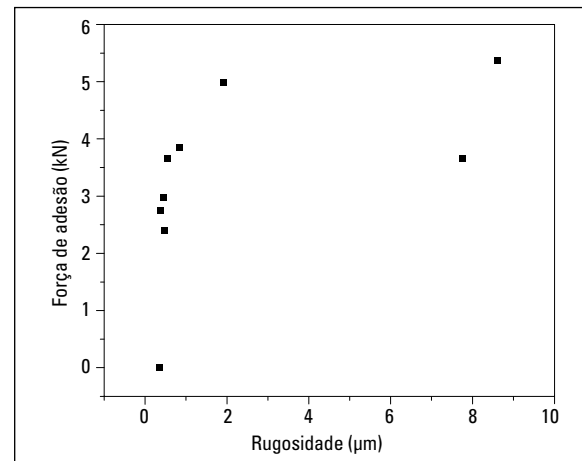


FIGURA 4 - Variação da força de adesão com a rugosidade.

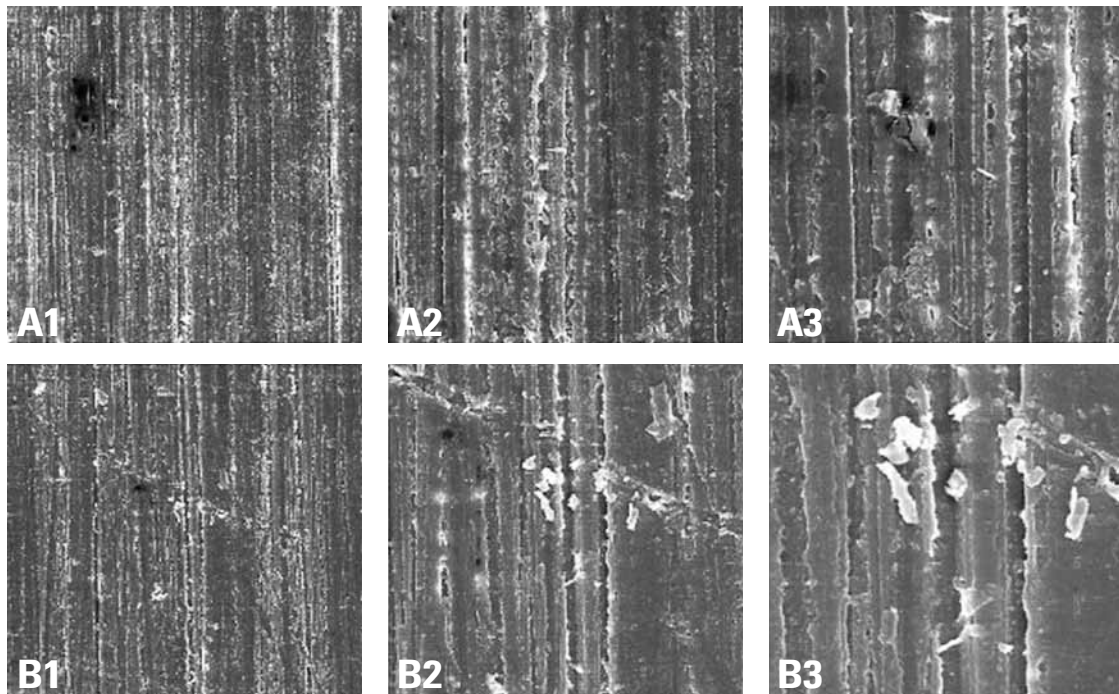


FIGURA 5 - Topografia das superfícies dos grupos de controle: **A)** Grupo 1 (controle), **B)** controle + silano. Para cada grupo, os aumentos das imagens são: 1 = 200 vezes, 2 = 500 vezes e 3 = 1000 vezes.

Ao se comparar o grupo controle (Fig. 6A), com os ataques mecânicos de superfície JOA (Fig. 6C) e broca (Fig. 6D), é possível perceber que esses tratamentos foram capazes de alterar totalmente a topografia da resina acrílica. O JOA bombardeou a superfície uniformemente (Fig. 6C1), gerando uma topografia uniforme, com relevo formado por vales e picos aproximadamente equiaxiais. A superfície preparada com a broca (Fig. 6D) apresenta-se com grumos arredondados e com uma variação acentuada de relevo, que foi comprovada pelas medidas no rugosímetro (7,77Ra). Conforme mostrado na

Figura 4, esse aumento de rugosidade é importante para melhorar a força de cisalhamento. Esse resultado está de acordo o mecanismo de adesão por intertravamento mecânico<sup>20</sup>.

Os ataques com ácido (fluorídrico e fosfórico) resultaram apenas em uma aparente remoção das impurezas geradas pelo processo de lixamento original, conforme pode ser mostrado na Figura 7. Essa parece ser a grande vantagem de se usar os ácidos sobre a resina acrílica, pois é sabido que a presença de *debris* sobre a superfície afeta a adesão.

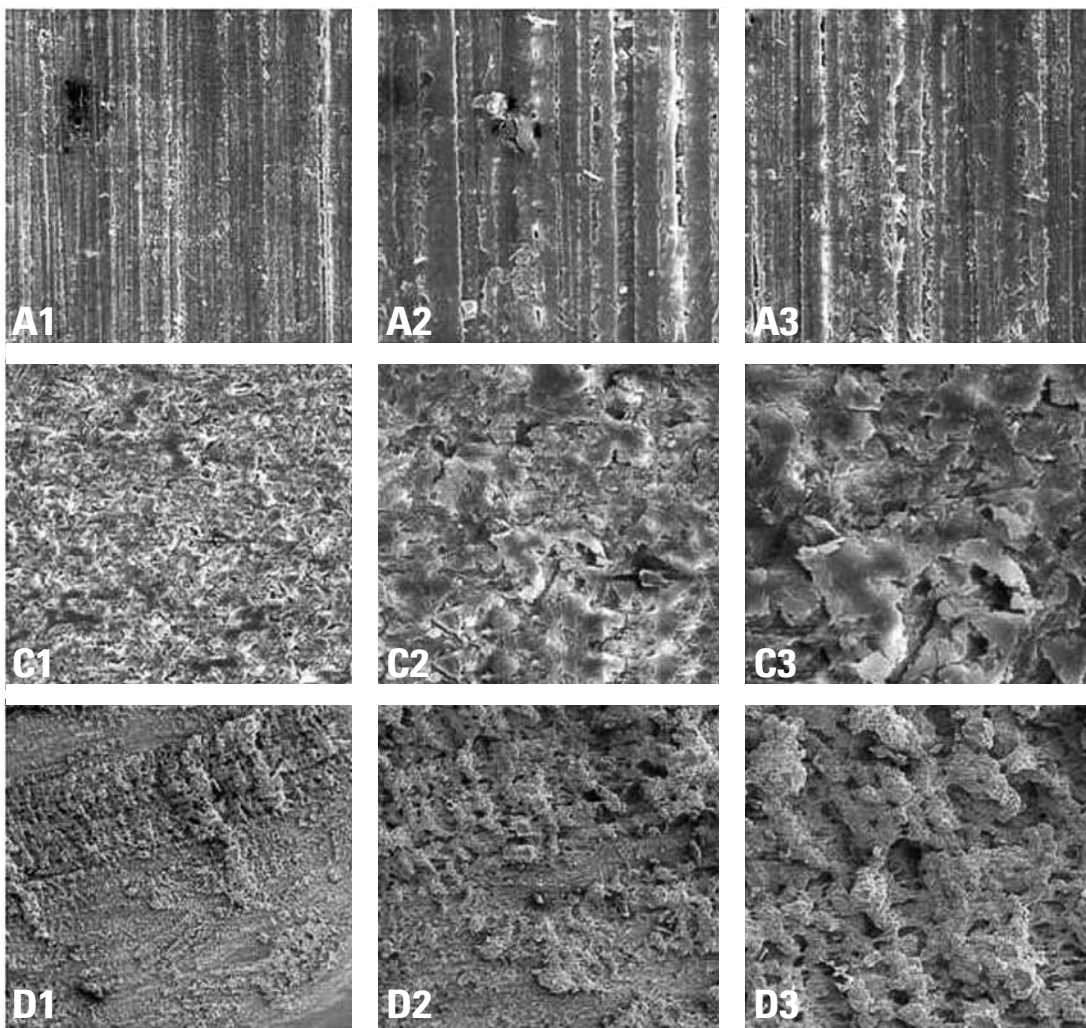


FIGURA 6 - Topografia das superfícies de resina acrílica. **A)** Grupo 1 (Controle), **C)** Grupo 3 (Jato de Óxido de Alumínio), **D)** Grupo 5 (Broca).



A Figura 8 mostra o efeito dos tratamentos com monômero e condicionador plástico sobre a topografia da resina acrílica. Comparando o grupo controle (A) com o grupo recoberto com monômero (G), observa-se uma total alteração da topografia da resina acrílica, com a formação de microtrincas, distribuídas aleatoriamente. Essa modificação do substrato permitiu aumentar a adesão da resina composta (3,66MPa), bem como acarretou o aumento da rugosidade de superfície em relação ao grupo controle, de 0,35Ra para 0,55Ra. É preciso, ainda, mas estava fora do escopo desse trabalho,

ser analisado se essa subestrutura de microtrincas foi gerada na resina acrílica ou se a aplicação do monômero recobriu a superfície da resina acrílica com uma camada, que, possivelmente por contração, gerou o sistema de microtrincas observado. A superfície atacada pelo condicionador plástico de superfície (grupo H) ainda manteve a estrutura topográfica original (controle A) causada pelo lixamento. Entretanto, o condicionamento de superfície parece promover um recobrimento, agindo como um esmalte sobre a resina acrílica e interferindo negativamente no processo de adesão.

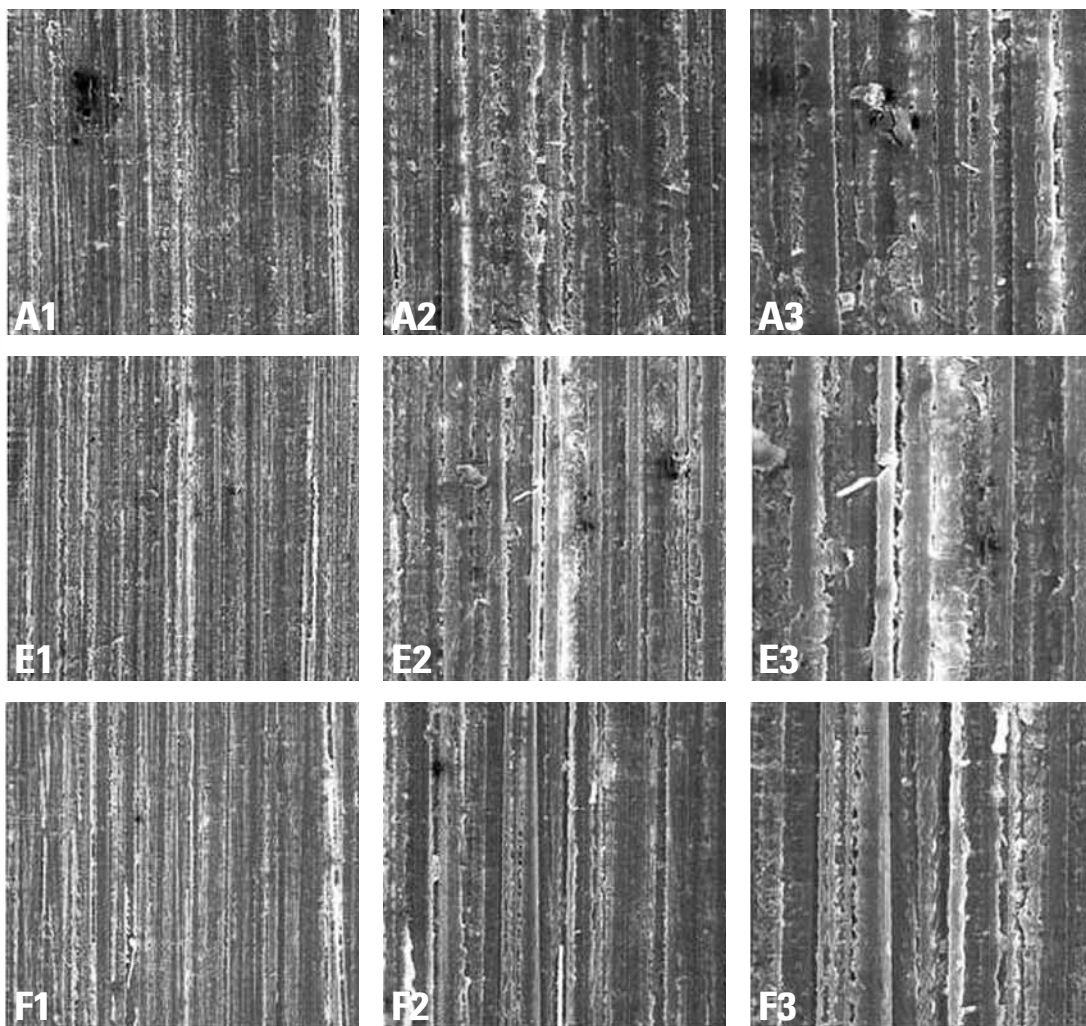


FIGURA 7 - Topografia das superfícies de resina acrílica. **A)** Grupo 1 (Controle), **E)** Grupo 7 (Ácido fluorídrico), **F)** Grupo 9 (Ácido Fosfórico).

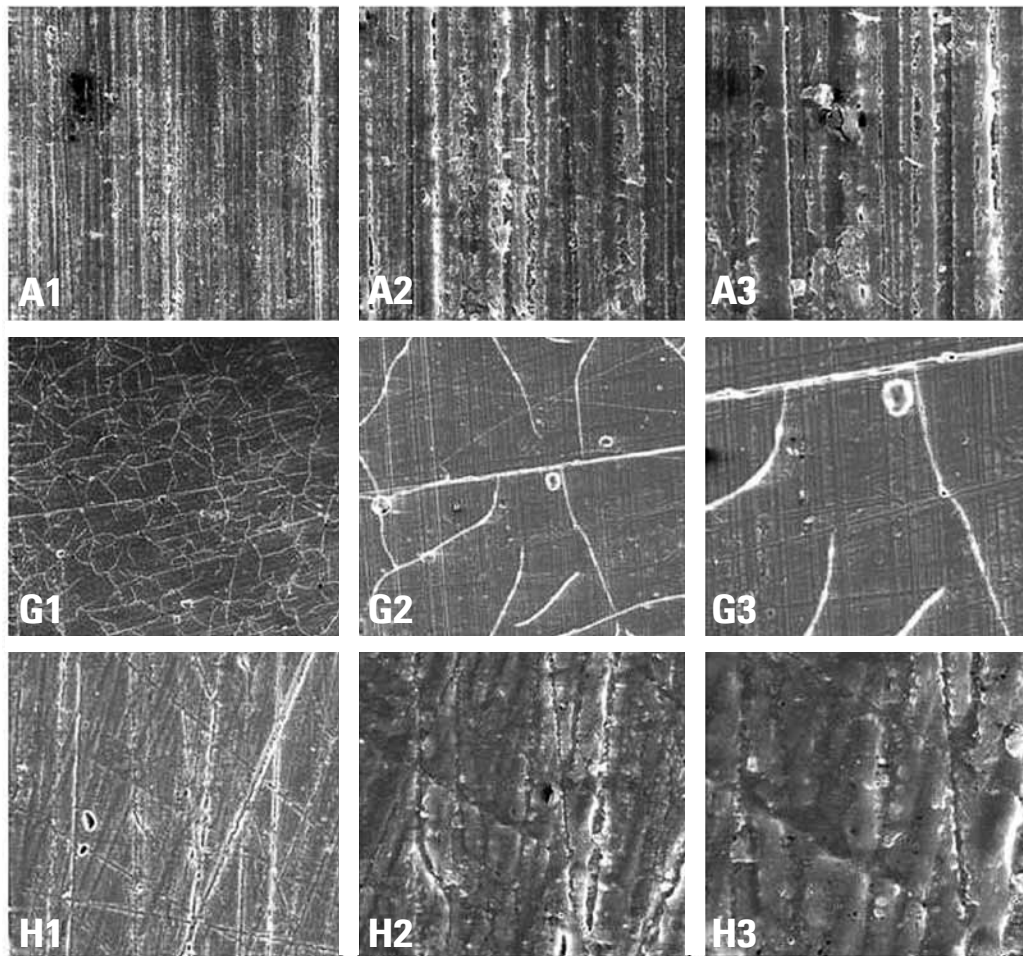


FIGURA 8 - Topografia das superfícies de resina acrílica. **A**) Grupo 1 (Controle), **G**) Grupo 11 (Monômero), **H**) Grupo 13 (Condicionador de Superfície Plástica).

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados experimentais obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que:

i) 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 nesse trabalho, não traz melhorias à adesão dos braquetes.

ii) 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 nesse trabalho, esse valor crítico de rugosidade é de aproximadamente  $2\mu\text{m}$ .

iii) Os tratamentos com jato de óxido de alumínio e broca produziram as maiores mudanças topográficas na superfície da resina acrílica, bem como produziram uma maior rugosidade, o que contribuiu para aumentar a adesão resina-braquete.

iv) Os ataques ácidos não alteraram significativamente a topografia original, atuando basicamente como um meio de limpeza de *debris* gerados pelo processo de preparação original da resina acrílica.

v) 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 condicionador plástico parece gerar uma camada de

recobrimento sobre a superfície que impede o melhor contato entre a resina acrílica e o braquete, enfraquecendo a adesão entre ambos.

## Assessment of the effect of different surface treatments on the bond strength of brackets bonded to acrylic resin

### Abstract

**Objective:** To evaluate the influence of the surface treatment of acrylic resins on the shear bond strength of brackets bonded with composite resin. **Methods:** Were fabricated 140 discs with autopolymerizing acrylic resin (Duralay™) and divided into 14 groups (n = 10). In each group, the specimens received a different type of surface treatment. Group 1= untreated surface (control), group 2= silane, group 3= aluminum oxide blasting (AOB), group 4= AOB + silane, group 5= diamond bur, group 6= diamond bur + silane, group 7= hydrofluoric acid, group 8= hydrofluoric acid + silane, group 9= phosphoric acid, group 10= phosphoric acid + silane, group 11= methylmethacrylate monomer (MMA), group 12= MMA + silane, group 13= plastic conditioner (Reliance®); group 14= plastic conditioner (Reliance™) + silane. After surface treatment the specimens were analyzed using a surface roughness tester. Subsequently, standard edgewise central incisor brackets (Morelli™) were bonded using Transbond XT™ light-cure adhesive system, according to the manufacturer's instructions. **Results:** The silane-based wetting agent had no statistically significant effect on bond strength values. Treatments with AOB and bur generated the highest topographical changes on the surface of acrylic resin as well as the highest roughness values. A nonlinear correlation was found between bond strength and surface roughness. Monomer + AOB treatment yielded the highest bond strength values. **Conclusions:** Silane failed to increase the bond strength between brackets and acrylic resin. We encourage further studies on this subject since the bond strength achieved in our study was extremely low.

**Keywords:** Orthodontics. Acrylic resin. Composite resin. Brackets.

## REFERÊNCIAS

1. Capelli Júnior J. Planejamento ortodôntico pré-protético. In: Vanzillotta OS, Salgado LPS, editores. *Odontologia integrada: atualização multidisciplinar para o clínico e o especialista*. Rio de Janeiro: Pedro Primeiro; 1999. p. 548-75.
2. Ong MM, Wang HL. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 Oct;122(4):420-8.
3. Fonseca DM, Camara CAP. Tratamento integrado sinérgico: o verdadeiro conceito da odontologia integrada. In: Vanzillotta OS, Salgado LPS, editores. *Odontologia integrada: atualização multidisciplinar para o clínico e o especialista*. Rio de Janeiro: Pedro Primeiro; 1999. p. 124-37.
4. Fonseca DM, Camara CAP. Tratamento interdisciplinar – ajuste estético de casos ortodônticos atípicos. *Rev Dental Press Ortop Facial*. 2000 set-out;5(5):68-74.
5. Newman GV. Current states of bonding attachment. *J Clin Orthod*. 1973 Jul;7(7):425-34.
6. Alexandre P, Young J, Sandrik JL, Bowman D. Bond strength of three orthodontic adhesives. *Am J Orthod*. 1981 Jun;79(6):653-60.
7. Dominguez Rodriguez GC, Carvalho PAL, Horliana RF, Bonfim RA, Vigorito JW. Avaliação "in vitro" da resistência a tração de braquetes metálicos colados com o novo sistema adesivo "self etching primer". *Ortodontia*. 2002 abr-jun;35(2):28-34.
8. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength – are they reliable? *Angle Orthod*. 2003 Feb;73(1):64-70.
9. Reynolds IR. A review of direct orthodontics bonding. *Br J Orthod*. 1975 Jul;2(3):171-8.
10. Newman SM, Dressler KB, Grenadier MR. Direct bonding of orthodontic brackets to esthetic restorative materials using a silane. *Am J Orthod*. 1984 Dec;86(6):503-6.
11. Andreasen GF, Stieg MA. Bonding and debonding brackets to porcelain and gold. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988 Apr;93(4):341-5.
12. Pannes DD, Bailey DK, Thompson JY, Pietz DM. Orthodontic bonding to porcelain: a comparison of bonding systems. *J Prosthet Dent*. 2003 Jan;89(1):66-9.
13. Wood DP, Jordan RE, Way DC, Galil KA. Bonding to porcelain and gold. *Am J Orthod*. 1986 Mar;89(3):194-205.
14. Zachrisson BU, Buyukyilmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. *J Clin Orthod*. 1993 Dec; 27(12): 661-75.
15. Zachrisson YO, Zachrisson BU, Büyükyilmaz T. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996 Apr;109(4):420-30.
16. Zachrisson BU. Orthodontic bonding to artificial tooth surfaces: clinical versus laboratory findings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 May;117(5):592-4.
17. Berry NG, D'Almeida JRM. The influence of circular centered defects on the performance of carbon-epoxy single lap joints. *Polym Testing*. 2002;21(4):373-9.
18. Masioli DLC. Influência do tratamento de superfície de resinas acrílicas na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resina composta [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2005.
19. Coutinho ET. Caracterização microestrutural da dentina humana e aspectos de adesão [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; 2001.
20. Allen KW. Some reflections on contemporary views of theories of adhesion. *Int J Adhesion Adhesives*. 1993 Apr;13(2):67-72.

Enviado em: abril de 2008  
Revisado e aceito: dezembro de 2009

### Endereço para correspondência

Deise Lima Cunha Masioli  
Av. Nossa Senhora dos Navegantes 635/802  
CEP: 29.050-335 - Enseada do Suá - Vitória - ES  
E-mail: deise@masiolodontologia.com.br