

Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resinas ortodônticas fluoretadas

Marcia Cristina Rastelli*, Ulisses Coelho**, Emíldio Enrique Orellana Jimenez***

Resumo

Objetivo: avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados com resinas que contêm flúor, comparando-as a uma resina convencional; e analisar a quantidade de adesivo remanescente na superfície do esmalte. **Métodos:** sessenta pré-molares foram divididos aleatoriamente em 3 grupos: Grupo I – Concise (3M), Grupo II – Ultrabond (Aditek do Brasil) e Grupo III – Rely-a-Bond (Reliance). Após a colagem dos braquetes, as amostras foram termocicladas (500 ciclos) nas temperaturas de 5°C e 55°C. Após 48 horas, foram submetidas aos ensaios mecânicos de cisalhamento na direção oclusocervical, com velocidade de carga de 0,5mm/min, em uma máquina MTS 810. **Resultados:** foram observadas resistências médias ao cisalhamento de 24,54±6,98MPa para o Grupo I, de 11,53±6,20MPa para o Grupo II e de 16,46±5,72MPa para o Grupo III. A Análise de Variância determinou diferença estatística entre as médias de resistência ao cisalhamento entre os grupos ($p < 0,001$). O teste de Tukey evidenciou que as médias dos três grupos foram significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$), com a maior resistência para o Grupo I e a menor para o Grupo II. O teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferença estatística significativa na quantidade de adesivo remanescente entre os grupos ($p = 0,361$). **Conclusão:** todos os materiais apresentaram resistência adesiva adequada para uso clínico, com maior resistência ao cisalhamento para a resina Concise, sem diferenças significativas para o Índice de Adesivo Remanescente entre os grupos.

Palavras-chave: Cisalhamento. Braquetes. Resina com flúor.

INTRODUÇÃO

Vários foram os avanços que contribuíram para o aperfeiçoamento da técnica da colagem de acessórios ortodônticos, tais como: a introdução do condicionamento ácido do esmalte por Buonocore⁷, e a sua associação às resinas compostas à base de bisfenol A glicidil metacrilato (Bis-GMA). Isso fez com

que essa técnica passasse a ser o método de escolha para a colagem dos acessórios ortodônticos^{11,12}.

Porém, durante o tratamento com aparelho ortodôntico fixo, existem alguns problemas que poderão ocorrer, como: (1) fraturas ou até mesmo a perda do esmalte, que podem estar relacionadas ao pré-tratamento da superfície do esmalte durante a

* Mestre em Clínica Integrada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa/PR.

** Mestre e Doutor em Ortodontia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP. Pós-Doutor em Bioengenharia pela Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Professor Adjunto da Disciplina de Ortodontia da Universidade Estadual de Ponta Grossa e do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia de Ponta Grossa.

*** Mestre em Clínica Integrada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa/PR. Doutorando em Ortodontia pela Pontifícia Universidade Católica de Curitiba/PR. Professor Titular de Ortodontia da Universidade Estadual de Ponta Grossa e Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia de Ponta Grossa.

profilaxia²⁷ e/ou durante o condicionamento com ácido fosfórico⁶; (2) perda adicional do esmalte durante a descolagem dos braquetes, a remoção dos resíduos de material do dente ou os procedimentos de recolagem²; (3) a descalcificação do esmalte ao redor dos braquetes, a qual é considerada o problema mais comum em pacientes que utilizam aparelho ortodôntico fixo^{2,4,14,17,23,26}.

A presença do braquete e da resina predis põe a um maior acúmulo de placa ao redor do braquete², o que pode causar lesões de manchas brancas, as quais podem ocorrer após as quatro primeiras semanas do tratamento ortodôntico¹⁷. Essas alterações aparecem principalmente na região cervical dos incisivos superiores¹. O risco de desmineralização pode ser prevenido, realizando-se o controle de placa e a aplicação de flúor^{1,17}. Porém, observou-se que o programa de escovação com dentífrico fluoretado não preveniu a descalcificação do esmalte ao redor dos braquetes, porque a efetividade do controle de placa depende da rotina diária seguida pelo paciente¹⁶. Pela dificuldade de fazer o paciente colaborar com o controle de placa e com o uso do flúor, e pelo inconveniente efeito antiestético que as manchas brancas causam ao paciente, os pesquisadores passaram a desenvolver materiais adesivos com a incorporação de flúor, para prevenir a desmineralização do esmalte ao redor dos braquetes²⁵. Esses materiais foram pesquisados com relação à liberação de flúor, a qual foi comprovada por diversos estudos^{9,16,23,26,28,29}.

O flúor inibe a atividade bacteriana e é capaz de remineralizar o esmalte²⁵. Entretanto, como são materiais relativamente novos, existe a necessidade de verificar se a resistência adesiva é suficiente para atender às necessidades clínicas e, ainda, se o flúor incorporado a esses materiais não diminui a sua resistência. Por esses motivos, a proposição dos autores foi avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados com resinas que contêm flúor, e compará-las a uma resina convencional; além de avaliar a quantidade de adesivo remanescente na superfície do esmalte.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foram utilizados 60 pré-molares permanentes recém-extraídos, por indicação ortodôntica, de pacientes com faixa etária entre 12 e 14 anos. O projeto deste trabalho foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Após a extração, os dentes foram limpos com lâmina de bisturi n° 11, espátula Lecron e jato de bicarbonato, lavados e armazenados em água destilada refrigerada trocada semanalmente. Antes do início da confecção dos corpos de prova, os dentes foram colocados em solução de cloramina a 0,5% para sua desinfecção, conforme indicação da ISO/TS 11405 (2003), durante 48 horas, em recipiente fechado. Utilizou-se uma lupa estereomicroscópica, com aumento de 6,5 vezes, para seleção dos dentes, os quais deveriam apresentar: superfície do esmalte hígida ou pelo menos a superfície vestibular intacta, ou seja, não deveria apresentar cárie, descalcificações, restaurações, trincas, fraturas e não ter recebido nenhum tipo de tratamento com agentes químicos, como, por exemplo, formol, peróxido de hidrogênio, álcool ou timol. Neste estudo, os dentes escolhidos eram hígidos e livres de qualquer alteração que pudesse comprometer a adesão.

Para o preparo das amostras, foi utilizado um esquadro em acrílico, com o objetivo de padronizar o posicionamento dos dentes no tubo de PVC. Este esquadro foi confeccionado a partir de duas lâminas de acrílico que apresentavam 2mm de espessura e 5mm de largura, sendo que uma delas apresentava 10mm de comprimento e a outra 20mm. Estas lâminas foram coladas com adesivo instantâneo universal. Depois disso, cada dente foi fixado ao esquadro de acrílico com cera pegajosa, mantendo-se a face vestibular paralela à superfície do mesmo, tendo a junção cimento-esmalte como limite inferior. Em seguida, o conjunto dente-esquadro foi fixado, com cera pegajosa, ao tubo de PVC, que apresentava as seguintes medidas: 25mm de diâmetro e 35mm de altura (Fig. 1).

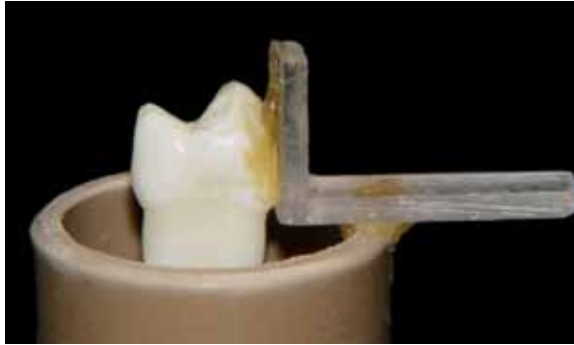


FIGURA 1 - Conjunto dente-esquadro fixado no tubo de PVC com cera pegajosa.

A coroa ficou centralizada e a raiz completamente inserida no interior do tubo, o qual foi preenchido com gesso-pedra tipo IV (SS White, Rio de Janeiro, Brasil). Após o endurecimento do gesso, o esquadro foi removido. A área para a colagem ficou perpendicular à base do tubo de PVC, com o objetivo de manter a superfície vestibular paralela à força durante o teste de cisalhamento. As amostras foram limpas dos resíduos de cera e gesso, e armazenadas em água destilada durante 24 horas em recipiente fechado.

Antes da colagem, realizou-se a profilaxia da superfície vestibular com taça de borracha, pasta de pedra-pomes e água, tomando-se o cuidado de renovar a taça de borracha a cada cinco profilaxias. Em seguida, os dentes foram lavados com jato de água (15 segundos) e secos com jato de ar livre de umidade (15 segundos)^{12,24}.

O condicionamento do esmalte da superfície vestibular foi realizado com gel de ácido fosfórico a 37% (Dentalville, Joinville, Brasil), durante 30 segundos, em todos os grupos. Em seguida, as superfícies vestibulares foram lavadas com jato de ar e água, durante 20 segundos, e secas com jato de ar livre de umidade, durante 10 segundos.

Braquetes metálicos específicos para pré-molares (Morelli, Lote n° 664362) foram colados com as seguintes resinas ortodônticas: Concise (3M/ESPE, Dental Products Division, St. Paul, Minnesota, EUA - lote n° 17093), Ultrabond com flúor (Aditek do Brasil, Cravinhos, São Paulo, lote n° 9776) e a Rely-a-Bond com flúor (Reliance Ortho-

dontics Products, Itasca, Illinois, lote n° 046602). Os braquetes eram pré-angulados, com torque de -7° , angulação de 0° e área da base de $13,02\text{mm}^2$, obtida automaticamente por meio do software Solidworks (SolidWorks Corp., EUA), de acordo com o fabricante. As amostras foram divididas em três grupos com 20 unidades amostrais, de acordo com a resina ortodôntica utilizada.

Após o condicionamento ácido do esmalte, foi aplicado o selante específico para cada grupo, seguido pela aplicação da resina e colagem, a qual foi realizada de acordo com a recomendação do fabricante.

Durante a colagem foi utilizado o posicionador ABZ-0179 (Ormco Corp., EUA), a uma distância de 4mm da oclusal até o slot, para padronizar a posição dos braquetes, com uma pressão padronizada em 300g durante a colagem, em todos os dentes, por meio de um dinamômetro Correx (Haag-Streit, Suíça)^{3,4,5}. O excesso da resina foi removido com uma sonda exploradora antes da sua polimerização.

Após a colagem, as amostras foram armazenadas durante 24 horas em água destilada, à temperatura ambiente, em recipientes plásticos fechados e etiquetados de acordo com o grupo. Em seguida, realizou-se a termociclagem das amostras na máquina MSCT-3 (Marcelo Nucci ME, São Carlos, Brasil), com 500 ciclos, nas temperaturas de 5°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 3^\circ\text{C}$). Cada ciclo foi realizado por 20 segundos, com intervalo de 7 segundos.

Após um intervalo de 48 horas, contadas a partir do término da termociclagem, as amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento, na direção oclusocervical, com o cinzel posicionado na interface dente-braquete. Os testes seguiram a norma ISO/TS 11405 (2003) e foram realizados numa máquina eletrônica universal para ensaios mecânicos (MTS 810, MTS Systems Corp., EUA), com célula de carga de 1kN e velocidade de carga de 0,5mm/min. As cargas de ruptura foram registradas em Newtons e convertidas para Megapascal. Essa conversão foi realizada automaticamente pela própria máquina de testes, ou poderia ser calculada utilizando-se a seguinte

fórmula: $R = F/A$, sendo que R = resistência ao cisalhamento em Megapascal, F = carga de ruptura ou força de descolagem em Newtons, e A = área da base do braquete em mm^2 .

Após a descolagem, os dentes com seus respectivos braquetes foram armazenados em saco plástico individual, para posterior análise da quantidade de adesivo remanescente. Os dentes e os braquetes foram examinados com o auxílio de uma lupa estereomicroscópica, com aumento de 40 vezes, e classificados de acordo com o Índice de Adesivo Remanescente (IAR), proposto por Årtun e Bergland¹, com escores de 0 a 3, que indicavam:

- Escore 0 = nenhum remanescente de adesivo foi deixado no dente.
- Escore 1 = menos que 50% do adesivo foi deixado no dente.
- Escore 2 = mais que 50% do adesivo foi deixado no dente.
- Escore 3 = todo o adesivo foi deixado no dente.

Análise estatística

A Análise de Variância (ANOVA) é um procedimento estatístico adequado, porém é necessário que algumas condições sejam satisfeitas, sendo as principais: que os dados tenham sido obtidos aleatória e independentemente, o que ocorreu neste trabalho; que haja homogeneidade de variâncias entre os grupos experimentais e que haja normalidade dos resíduos. A homogeneidade de variâncias, isso é, a exigência de que as variâncias ou desvios-padrões das medidas de resistência sejam equivalentes entre os três grupos experimentais, foi testada pela estatística de Levene. A normalidade dos resíduos — os quais são estimativas dos erros experimentais, determinadas pela diferença entre cada medida de resistência e a média do grupo ao qual a medida pertence — foi testada pela estatística de Shapiro-Wilk, adotando-se nível de significância de 5%.

Utilizou-se a Análise de Variância para avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes colados com duas resinas que contêm flúor (Ultradond e Rely-a-Bond) e com uma resina

convencional (Concise). A análise foi complementada pelo Teste de Tukey para a comparação múltipla de médias duas a duas.

Além disso, foram construídos intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais, correspondentes aos grupos experimentais em análise. Esses intervalos permitem quantificar as diferenças entre as médias, já que os testes apenas assinalam se há ou não evidência de que essas diferenças sejam significativas ao nível de 5%.

Para a avaliação do Índice de Adesivo Remanescente, foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados as médias e desvios-padrões em MPa, de acordo com os grupos experimentais em análise: Grupo I - Concise (3M/ESPE), Grupo II - Ultradond com flúor (Aditek do Brasil) e Grupo III - Rely-a-Bond com flúor (Reliance Orthodontic Products).

Os resultados da Estatística de Levene ($p = 0,366$) e da Estatística de Shapiro-Wilk ($p = 0,164$) demonstraram que houve homogeneidade de variâncias e normalidade dos resíduos, pois os valores de p foram maiores do que 0,05 (Tab. 2), o que garantiu que a análise de variância pudesse ser aplicada.

A Análise de Variância (Tab. 2) mostrou evidência muito forte de diferença significativa entre as médias das resistências ao cisalhamento entre os grupos ($p < 0,001$).

Os valores p do Teste de Tukey para a comparação de médias duas a duas foram todos menores do que 0,05 (Tab. 3), evidenciando que as médias dos três grupos são significativamente diferentes entre si. O grupo I (Concise) tem média significativamente maior do que as médias dos grupos de resinas que contêm flúor, com $p < 0,001$, enquanto o grupo III (Rely-a-Bond) tem média significativamente maior do que o grupo II (Ultradond), com $p = 0,044$.

No gráfico 1, estão representadas as frequências observadas dos escores IAR para cada resina utilizada na colagem. Não se observou nenhum escore 3

TABELA 1 - Média e desvio-padrão de acordo com o grupo experimental.

AMOSTRA	GRUPO		
	I	II	III
média	24,54	11,53	16,46
desvio-padrão	6,98	6,20	5,72

TABELA 2 - Sumário da análise de variância para a comparação dos grupos em estudo quanto à média de resistência ao cisalhamento.

EFEITO	GRAUS DE LIBERDADE	MÉDIA QUADRÁTICA	F	p
Grupo	2	862,66	21,59	< 0,001
Resíduo	57	39,95		

Homogeneidade das variâncias: $p = 0,366$ (Levene).

Normalidade dos resíduos: $p = 0,164$ (Shapiro-Wilk).

TABELA 3 - Valores p do teste de Tukey para a comparação de médias de resistência ao cisalhamento entre grupos.

GRUPO	GRUPO		
	I	II	III
I		< 0,001	0,001
II	< 0,001		0,044
III	0,001	0,044	

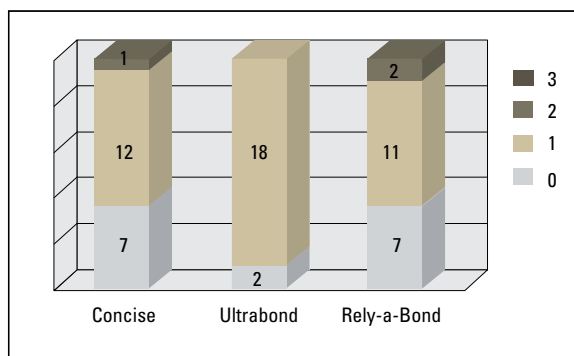


GRÁFICO 1 - Representação gráfica das frequências dos escores IAR.

e somente um ou dois escores 2. Ainda que haja uma tendência do Ultrabond ter mais escores 1 (e consequentemente menos escores 0) em relação às outras resinas, o teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferença estatística significativa entre os três procedimentos quanto à descolagem ($p = 0,361$).

DISCUSSÃO

Muitos pesquisadores têm investigado materiais que possam ser adotados como alternativa ao uso das resinas convencionais, com o objetivo de prevenir a descalcificação do esmalte ao redor dos braquetes, por meio da liberação de flúor por um período prolongado de tempo, aumentando a resistência do esmalte e promovendo a sua remineralização, além de investigarem se esses materiais apresentam uma adequada resistência ao cisalhamento^{3,4,8,10,11,13,14,24,25}.

As resinas fluoretadas correspondem a uma nova geração de materiais ortodônticos preventivos para colagem de braquetes, os quais reúnem as propriedades físicas adequadas de união ao esmalte e de agentes liberadores de flúor. Além disso, combinam qualidades desejáveis de resistência ao cisalhamento clinicamente adequada, fácil higienização após a colagem, e facilidade de remoção dos restos de materiais nos procedimentos de descolagem²⁵.

Para o clínico, tornou-se importante conhecer as propriedades das resinas utilizadas para a colagem de braquetes, principalmente com relação à sua eficiência na fixação dos acessórios³. Propriedade essa imprescindível, pois uma resina ortodôntica deve ter a capacidade de manter os acessórios firmemente aderidos aos dentes durante todo o tratamento, resistindo aos esforços mastigatórios e às forças geradas pela mecânica ortodôntica^{21,24}. O valor mínimo da resistência ao cisalhamento de um adesivo deve ser de 60Kgf/cm² (5,88MPa) a 80Kgf/cm² (7,84MPa) para ser considerado adequado para as necessidades clínicas^{21,22}. Quando os resultados deste trabalho foram comparados com os valores de referência^{21,22}, verificou-se que todos os materiais adesivos apresentaram valores de resistência adequados para uso clínico.

Vários são os fatores que podem afetar o resultado final do teste de resistência ao cisalhamento. Por isso, na tentativa de se conseguir resultados com uma maior fidelidade, a metodologia foi padronizada de acordo com a Norma ISO/TS11405 (2003), a qual é específica para ensaios de cisalhamento e

recomenda que, para a obtenção de uma tensão de cisalhamento pura, é necessário que a ação da força seja paralela à superfície do dente.

Neste estudo, foram comparadas duas resinas compostas fluoretadas (Ultradond, Realy-a-bond) e uma resina composta convencional (Concise), as quais foram utilizadas de acordo com as instruções do fabricante, pois a mudança na forma de manipulação ou na proporção pode alterar o resultado da resistência ao cisalhamento.

De acordo com os resultados, observou-se que os três grupos são significativamente diferentes entre si, sendo que o Grupo I (Concise: $24,54 \pm 6,98$ MPa) obteve a maior média de resistência ao cisalhamento, quando relacionado com os outros grupos, assim como nos trabalhos de Kawakami et al.¹³ ($20,10 \pm 1,44$ MPa – 48 horas e $20,62 \pm 1,53$ MPa – 10 dias) e Meister¹⁵ ($29,99 \pm 15,89$ MPa), que também encontraram valores maiores para a resistência ao cisalhamento quando utilizaram a resina Concise. Kawakami et al.¹³ avaliaram a resina Concise utilizando o período de 48 horas e de 10 dias após a polimerização do material. Relacionaram seus resultados ao tempo utilizado para o condicionamento ácido, à realização ou não do condicionamento ácido e ao tempo utilizado para a descolagem dos braquetes — pois, num período de 24 horas, a polimerização ainda não foi totalmente estabelecida; e, no período de 10 dias, ocorreu um aumento da resistência (porém, para a resina Concise não houve diferença estatisticamente significativa nos dois períodos). Meister¹⁵ atribuiu seus resultados à padronização da metodologia e à utilização de braquetes específicos para pré-molares, devido à melhor adaptação de sua base ao dente.

A resina Concise apresenta a maior resistência ao cisalhamento, devido ao seu alto teor de carga, visto que o conteúdo de partículas inorgânicas influencia diretamente a resistência das resinas compostas¹². Os resultados de Correr Sobrinho et al.¹⁰ (após 10 min = $6,22 \pm 0,28$ MPa e após 24 horas = $7,73 \pm 0,21$ MPa) foram menores do que os deste trabalho, provavelmente devido ao tempo

utilizado para a descolagem dos braquetes — o qual foi menor, fazendo com que a polimerização ainda não estivesse totalmente estabelecida. Porém, ainda assim indicaram uma maior resistência ao cisalhamento da resina Concise quando comparada aos outros materiais.

O Grupo III (Rely-a-Bond = $16,46 \pm 5,72$ MPa) apresentou valor significativamente maior da média da resistência ao cisalhamento que a do Grupo II (Ultradond = $11,53 \pm 6,20$ MPa). Esta diferença torna-se mais acentuada quando esses dois grupos foram comparados com o Grupo I (Concise = $24,54 \pm 6,98$ MPa).

Os resultados das resinas Ultradond (Grupo II) e Rely-a-Bond (Grupo III) foram menores, e poderiam ser explicados da seguinte maneira: como são resinas do tipo pasta única, o catalisador é aplicado sobre o dente e na base do braquete, enquanto a pasta é colocada sobre a base do braquete; por serem materiais de polimerização química e sem manipulação prévia ao seu uso, o catalisador é misturado à pasta base apenas pela pressão exercida no momento do posicionamento do braquete. Esse procedimento pode levar à polimerização incompleta de algumas porções do material, o que compromete a sua resistência e dificulta a homogeneidade dos resultados desse sistema de colagem.

Quando os resultados das resinas com flúor deste trabalho foram observados — Ultradond (Grupo II = $11,53 \pm 6,20$ MPa) e Rely-a-Bond (Grupo III = $16,46 \pm 5,72$ MPa) —, verificou-se que foram semelhantes aos resultados obtidos por Sinha et al.²⁵ quando utilizaram a resina autopolimerizável com flúor (Rely-a-Bond = $19,0$ MPa). Simplício²⁴ também encontrou resultados semelhantes quando utilizou a resina autopolimerizável Rely-a-Bond ($13,16 \pm 4,87$ MPa). Entretanto, Komori e Ishikawa¹⁴ encontraram um resultado diferente para a mesma resina autopolimerizável (Rely-a-Bond = $25,7 \pm 3,6$ MPa).

Com relação ao Índice de Adesivo Remanescente, observou-se que a falha na adesão ocorreu com maior frequência na interface adesivo-esmalte,

nos três grupos avaliados, pois a descolagem indicou pouco ou nenhum adesivo remanescente nos dentes. Além disto, não foi observado nenhum dano à superfície do esmalte após a descolagem, com exceção de duas amostras do Grupo I (Concise) que apresentaram fratura do esmalte. Penido et al.¹⁸ também observaram maior quantidade de fraturas na interface adesivo-esmalte em estudo *in vitro*. Porém, em estudo *in vivo*, Penido et al.¹⁸ verificaram que a falha na adesão ocorreu na interface adesivo/braquete e que esse tipo de fratura é frequentemente encontrado na clínica, sendo o mais desejável, já que a fratura na interface adesivo-esmalte poderá ocasionar danos ao esmalte, e isso ocorre devido a um estrangulamento da resina que fica entre a malha do braquete, tornando essa área mais frágil. Pithon et al.^{19,20} verificaram que a fratura ocorreu na interface adesivo-braquete, e acham importante que os materiais para colagem apresentem uma maior quantidade de adesivo remanescente na superfície dentária após a remoção do braquete, pois isso irá proporcionar uma maior segurança, mantendo a integridade do dente e evitando a fratura

do esmalte. A remoção da resina remanescente não é um procedimento de difícil execução, além de ser uma rotina na clínica ortodôntica, porém é necessária habilidade neste procedimento, pois também poderá ocasionar danos ao esmalte.

CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

1. Todos os materiais testados apresentam resistência ao cisalhamento adequada para suprir as necessidades clínicas, ou seja, resistência suficiente para suportar os esforços gerados pela mecânica ortodôntica e pela mastigação. Entretanto, a resina Concise apresentou resistência maior do que as resinas Rely-a-Bond e Ultrabond.

2. Com relação ao Índice de Adesivo Remanescente, não houve diferença entre os grupos e, apesar das fraturas terem ocorrido na interface adesivo-esmalte, não foi observado nenhum dano à superfície do esmalte após a descolagem, exceto em duas amostras do Grupo I (Concise) que apresentaram fratura do esmalte.

Evaluation of shear bond strength of brackets bonded with orthodontic fluoride-releasing composite resins

Abstract

Objective: To evaluate the shear bond strength of stainless steel brackets bonded with fluoride releasing composite resins, comparing them with a conventional resin and to analyze the amount of resin left on the enamel surface. **Methods:** Sixty premolars were randomly divided into three groups: Group I – Concise (3M), Group II – Ultrabond (Aditek do Brasil) and Group III – Rely-a-Bond (Reliance). After bonding, the samples were thermocycled (500 cycles) at 5°C and 55°C temperatures. After 48 hours they were subjected to shear bond strength testing, in the occluso-gingival direction, using an MTS 810 Universal Testing Machine with load speed of 0.5 mm/min. **Results:** The results demonstrated a mean shear bond strength of 24.54 ± 6.98 MPa for Group I, 11.53 ± 6.20 MPa for Group II, and 16.46 ± 5.72 MPa for Group III. Analysis of Variance (ANOVA) determined a statistical difference in the mean shear bond strengths between groups ($p < 0.001$). The Tukey test evidenced that the averages of the three groups were significantly different ($p < 0.05$), with the highest values for Group I and the lowest for Group II. The Kruskal-Wallis test did not show significant differences in the amount of resin left on the enamel in any of the three groups ($p = 0.361$). **Conclusion:** All materials exhibited adequate adhesive bond strength for clinical use. Concise exhibited the highest degree of shear bond strength but no significant differences were found in Adhesive Remnant Index (ARI) between the groups.

Keywords: Shear bond strength. Brackets. Composite fluoride resin.

REFERÊNCIAS

1. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984 Apr;85(4):333-40.
2. Årtun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multiband appliances. *Eur J Orthod.* 1986 Nov; 8(4):229-34.
3. Bishara SE, Vonwald L, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Sep;118(3):288-94.
4. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of antimicrobial monomer-containing adhesive on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005 May;75(3):397-9.
5. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005 Sep;75(5):832-5.
6. Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod.* 1978 Dec;74(6):663-71.
7. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surface. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53.
8. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Calvi D, Scribante A. Effect of fluoride application on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass-ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 May;127(5):580-3.
9. Cohen WJ, Wiltshire WA, Dawes C, Lavelle CLB. Long-term in vitro fluoride release and rerelease from orthodontic bonding materials containing fluoride. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Nov;124(5):571-6.
10. Correr Sobrinho L, Correr GM, Consani S, Sinhoreti MAC, Consani RLX. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com diferentes materiais. *Pesqui Odontol Bras.* 2002 jan-mar;16(1):43-9.
11. Graf I, Jacobi BE. Bond strength of various fluoride-releasing orthodontic bonding systems – Experimental study. *J Orofac Orthop.* 2000 May;61(3):191-8.
12. Ianni Filho D, Silva TBC, Simplício AHM, Loffredo LCM, Ribeiro RP. Avaliação in vitro da força de adesão de materiais de colagem em Ortodontia: ensaios mecânicos de cisalhamento. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2004 jan-fev;9(1):39-48.
13. Kawakami RY, Pinto AS, Gonçalves JR, Sakima MT, Gandini LG. Avaliação "in vitro" do padrão de descolagem na interface de fixação de materiais adesivos ortodônticos ao esmalte de dentes inclusos: resistência ao cisalhamento após 48 horas e 10 dias. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2003 nov-dez;8(6):43-61.
14. Komori A, Ishikawa H. Evaluation of a resin-reinforced glass ionomer cement for use as an orthodontic bonding agent. *Angle Orthod.* 1997 Jun;67(3):189-96.
15. Meister ER. Avaliação "in vitro" da resistência adesiva ao cisalhamento na colagem de braquetes usando dois tipos de resinas. [tese]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2004.
16. Øgaard B, Rezk-Lega F, Ruben J, Arends J. Cariostatic effect and fluoride release from a visible light-curing adhesive for bonding of orthodontics brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992 Apr;101(4):303-7.
17. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Jul;92(1):33-40.
18. Penido SMMO, Penido CVSR, Pinto AS, Sakima T, Fontana CR. Estudo in vivo e in vitro com e sem termociclagem, da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com fonte de luz halógena. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2008 maio-jun;13(3):66-76.
19. Python MM, Santos RL, Oliveira MV, Ruellas ACO. Estudo comparativo in vitro da resistência ao cisalhamento da colagem e do índice de remanescente adesivo entre os compósitos Concise e Fill Magic. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2006 jul-ago;11(4):76-80.
20. Python MM, Bernardes LAA, Ruellas ACO, Romano FL. Avaliação da resistência ao cisalhamento do compósito Right-On em diferentes condições de esmalte. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2008 maio-jun;13(3):60-5.
21. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 1975;2(3):171-8.
22. Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct bonding in orthodontics: a comparison of attachments. *Br J Orthod.* 1977 Apr;4(2):65-9.
23. Rix D, Foley TF, Banting D, Mamandras A. A comparison of fluoride release by resin-modified GIC and polyacid modified composite resin. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Oct;120(4):398-405.
24. Simplício AHM. Avaliação in vitro de materiais utilizados para colagem ortodôntica – potencial cariostático, resistência ao cisalhamento e padrão de descolagem. [tese]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2000.
25. Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG Jr, Hosier MJ. In vitro evaluation of matrix-bound fluoride-releasing orthodontic bonding adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Mar;111(3):276-82.
26. Staley RN, Mack SJ, Wefel JS, Vargas MA, Jakobsen JR. Effect of brushing on fluoride from 3 bracket adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Sep;126(3):331-6.
27. Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod.* 1981 Mar;79(3):282-95.
28. Wheeler AW, Foley TF, Mamandras A. Comparison of fluoride release protocols for in-vitro testing of 3 orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Mar;121(3):301-9.
29. Wilson RM, Donly KJ. Demineralization around orthodontic brackets bonded with resin-modified glass. *Pediatr Dent.* 2001 May-Jun;23(3):255-9.

Enviado em: dezembro de 2006
Revisado e aceito: setembro de 2009

Endereço para correspondência

Marcia Cristina Rastelli
Rua Santana, 276 – Centro
CEP: 84.010-320 – Ponta Grossa / PR
E-mail: marciarastelli@yahoo.com.br