

Estudo da Resistência ao Cisalhamento na Colagem de Acessórios Ortodônticos com e sem Homogeneização da Resina Superbond¹

Study of Bond Strength to Shear Forces in Direct Bonding Brackets with and without Homogenization of Resin Superbond

Mayara Paim Patel*

Arnaldo Pinzan**

Paulo Afonso Francisoni***

Célia Regina Maio Pinzan****

Kazuza Bueno Ferreira*****

Patel MP, Pinzan A, Francisoni PA, Pinzan CRM, Ferreira KB. Estudo da resistência ao cisalhamento na colagem de acessórios ortodônticos com e sem homogeneização da resina Superbond. J Bras Ortodon Ortop Facial 2004; 9(51):242-7.

Esta pesquisa avaliou a força de resistência da resina composta quimicamente ativada Superbond, com e sem prévia homogeneização, sob diferentes tempos de condicionamento ácido (15 e 30 segundos). Foram selecionados 150 dentes bovinos para colagem dos bráquetes e distribuídos 25 para cada grupo. Para os grupos A e C, a pasta foi obtida diretamente da bisnaga; para os grupos B e D, foi armazenada em recipientes que permitiram sua homogeneização; e para E e F, foi obtida do final da bisnaga ambos sem homogeneização. Inicialmente, os dentes foram limpos com Profi II, submetidos ao condicionamento ácido, aplicação do *primer* e, por fim, colagem com resina composta. Para uniformizar o peso de compressão, foi empregada a agulha Gilmore de 454g. Posteriormente, os dentes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os valores de resistência foram avaliados estatisticamente segundo a análise de variância (ANOVA), e os resultados obtidos não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Portanto, para esta pesquisa, o tempo de condicionamento, a prévia homogeneização ou não da pasta e a variável final da bisnaga não alteram significativamente a força de resistência do material.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência ao cisalhamento; Condicionamento ácido dentário; Colagem dentária.

INTRODUÇÃO

Existem, comercialmente, vários produtos para a colagem direta dos acessórios ortodônticos, porém nenhum deles é considerado ideal, e é por isso que novos estudos são desenvolvidos, em busca da perfeição. De acordo com Simplício (2000), as qualidades dos materiais esperadas por diversos autores são: possuírem força de adesão suficiente para resistirem às forças ortodônticas e aquelas decorrentes da mastigação dos alimentos; serem atóxicos; apresentarem tempo de trabalho compatível com as necessidades clínicas; não danificarem a superfície dentária; serem insolúveis aos fluídos bucais; não sofrerem alteração de cor e possibilitarem a remoção do aparelho, sem provocar danos ao esmalte.

Assim como inúmeros autores, também nos indagamos a respeito da eficiência e das técnicas de manipulação dos materiais para colagem direta

¹Iniciação Científica – PIBIC/CNPq – USC

*Aluna do Curso de Aperfeiçoamento em Ortodontia na ACOPEN – Assessoria e Consultoria de Ortodontia, Pesquisa e Ensino, Bauru – SP; Rua José Ferreira Marques, 15-57/107, Jd. Planalto – CEP 17011-570, Bauru, SP; e-mail: mpatel@uol.com.br

**Professor Doutor em Ortodontia da FOB/ USP – Bauru; Professor Responsável pela Disciplina de Ortodontia da Universidade do Sagrado Coração – USC, Bauru, SP e Unicid (São Paulo)

***Professor Doutor em Materiais Dentários da FOB/USP – Bauru

****Professora Mestre em Ortodontia da Universidade do Sagrado Coração – USC, Bauru/SP; Aluna do curso de Doutorado em Ortodontia da FOB-USP

*****Aluna do Curso de Mestrado em Dentística na Universidade do Sagrado Coração, Bauru, SP

dos acessórios ortodônticos. Talvez, uma das soluções para alcançar-se um material com comportamento ideal seja a prévia homogeneização do produto, resultando em uma pasta mais eficiente.

Pesquisas realizadas sobre o condicionamento do esmalte tiveram início em 1955, quando Buonocore testou o ácido fosfórico a 85%. Em 1965, os estudos foram retomados por Newman, que revelou que o tratamento do esmalte com polimento de pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico a 40%, por um minuto, permitiu um aumento da força de adesão, durante o teste de cisalhamento para remoção de bráquetes.

De acordo com um estudo desenvolvido por Reynolds, em 1975, a força mínima satisfatória de adesão, após o devido condicionamento ácido do esmalte, deveria variar entre 6 e 8Mpa.

Pazmiño, em 1985, avaliou os resultados de cinco concentrações de ácido poliacrílico com fosfato de sódio e comparou seus resultados com os de um grupo controle com condicionamento de ácido fosfórico a 37%, obtendo neste uma força média de tração de 14,3Kgf. Dentre as soluções testadas, a que apresentou os melhores resultados foi na concentração de 30%, com valor médio de tração de 15Kgf, representando uma adesão mecânica tão eficaz quanto a do ácido fosfórico a 37%.

Surmont *et al.*, em 1992, realizaram um estudo de comparação da resistência às forças de cisalhamento na colagem de bráquetes ortodônticos, em diferentes tempos de condicionamento ácido e com o emprego de cinco sistemas de colagem: Lee Bond (Lee Insta-Bond), Concise (3M), Super C (AMC), Achieve-no-mix (Johnson & Johnson) e Panavia Ex (Kuraray Company). Foram analisados dois diferentes tempos de condicionamento: 15 segundos, por ser o menor tempo possível adequado ao condicionamento do esmalte dental, e 60 segundos, pelo fato de ser universalmente recomendado na maioria dos manuais. Os resultados desse estudo demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, em relação à força de cisalhamento.

Contudo, em 1993, Sheen *et al.*, com o propósito de analisar a força de adesão, realizaram colagem de acessórios com resina Concise Ortodôntico (3M), após condicionamento ácido por 15 e 60 segundos. Segundo os resultados obtidos, 15 segundos foi considerado o melhor tempo de condicionamento para amenizar a destruição do esmalte.

Idealmente, as falhas na interface bráquete-adesivo deveriam ocorrer sem injúrias à superfície de esmalte. Olsen *et al.*, em 1996, realizaram um estudo com o propósito de determinar a força de adesão e falha na descolagem dos bráquetes de cerâmica, com variação de tempo do condicionamento ácido. Seis diferentes grupos foram condicionados, em intervalos de 30, 20, 15, 10, 5 e 0 segundos, aplicando o ácido

fosfórico a 37%. Os resultados indicaram que houve diferença estatisticamente significativa entre as forças de adesão dos seis grupos. Segundo as evidências apresentadas neste estudo, os grupos de 0 e 5 segundos exibiram força de adesão significativamente menor e a diminuição de tempo do condicionamento ácido de 30 para 10 segundos não foi significativamente efetiva quanto à força ou falha de adesão.

Abdullah, Rock, em 1996, também desenvolveram uma pesquisa com o propósito de analisar a força de adesão de bráquetes ortodônticos, com diferentes tempos de condicionamento (15, 30 e 60 segundos). Os resultados obtidos mostraram que a força de adesão nos grupos com condicionamento de 30 e 60 segundos foi consideravelmente maior do que 6 a 8Mpa. A análise realizada confirmou que a força de adesão foi similar entre 15 e 60 segundos, portanto, os autores recomendaram 15 segundos como tempo ideal para rotina clínica, já que a redução do tempo de condicionamento foi menos prejudicial ao esmalte, além de conferir adequada força de adesão.

Osorio *et al.*, em 1999, realizaram um estudo com o propósito de analisar a resistência à força de cisalhamento dos bráquetes ortodônticos. Condicionaram o esmalte de dentes humanos com ácido fosfórico a 37% em 15 e 60 segundos. Após análise dos resultados, puderam comprovar que o condicionamento por 60 segundos promoveu uma resistência significativamente maior que em 15 segundos, visto que o menor tempo de condicionamento possibilitou menor retenção à superfície de esmalte.

Gardner, Hobson, em 2001, afirmaram que a força de adesão depende da qualidade e quantidade do condicionamento do esmalte produzido pelo ácido empregado. Sugeriram que, além do ácido fosfórico, material frequentemente utilizado, outro produto comercialmente viável seria o ácido nítrico, para condicionamento do esmalte. Entretanto, não há estudos específicos desse ácido para aplicação ortodôntica. Os autores realizaram uma pesquisa, cujo objetivo foi comparar o condicionamento do esmalte de 60 dentes pré-molares humanos, tratados com ácido fosfórico a 37% e ácido nítrico a 2,5%, aplicados em tempos de 15, 30 e 60 segundos. De acordo com as análises estatísticas empregadas, os autores afirmaram que aumentando o tempo de aplicação do ácido, significativamente aumenta-se a qualidade de condicionamento. O ácido fosfórico em concentração de 37% foi mais efetivo quanto à qualidade do condicionamento do que o ácido nítrico a 2,5%. Entretanto, essa característica foi verificada apenas nos tempos de 30 e 60 segundos, visto que, em 15 segundos, obteve-se efetividade inferior desse material. Por outro lado, o tempo de 60 segundos não foi significativamente melhor do que 30. Os autores indicaram, como melhor opção, o ácido fosfórico a 37%, em tempo de 30 segundos.

Pinzan *et al.*, em 2001, testaram a resina Concise

Ortodôntico (3M), sem e com homogeneização prévia das duas pastas sob dois tempos diferentes de condicionamento ácido do esmalte, 15 e 60 segundos, em dentes bovinos. O grupo condicionado por 15 segundos, com prévia homogeneização das pastas, apresentou máxima adesão (14,3Kgf) com o mínimo de retenção e dano ao esmalte, quando da remoção dos acessórios. Por outro lado, o grupo condicionado por 60 segundos, com prévia homogeneização, mostrou valores acima do mínimo recomendado (20,09Kgf), o que por um lado representa grande poder de adesão durante o tratamento, por outro, dificulta a remoção dos acessórios, além de propiciar maior dano à superfície do esmalte.

PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa analisa o comportamento da resina composta quimicamente ativada Superbond, que vem acondicionada em bisnagas, realizando ou não a prévia homogeneização, além de modificar os tempos de condicionamento ácido, em 15 e 30 segundos, submetendo os corpos-de-prova ao teste de cisalhamento. O objetivo é pesquisar se este tipo de embalagem e tempos de condicionamento diferentes do proposto pelo fabricante podem ou não modificar as propriedades das forças adesivas.

MATERIAL E MÉTODO

Para este estudo, foram utilizados 150 dentes bovinos, acondicionados inicialmente em recipientes de vidro, contendo solução de formol a 10%. Esses dentes foram lavados em água corrente e recortadas as suas coroas com pontas diamantadas de alta rotação, na região do terço médio e mergulhadas em solução de cloramina T a 1%. As facetas obtidas foram incluídas em resina epóxi, visando a obter 150 corpos-de-prova (Figura 1).

Os 150 corpos-de-prova foram lavados em água corrente e as facetas de esmalte expostas foram limpas com jatos do aparelho Profi II (DABI ATLANTE) e, posteriormente, secas com jatos de ar; em seguida, foram



FIGURA 1: Fôrma de latão/matriz de silicone/corpo-de-prova.

divididos aleatoriamente em seis grupos, de 25 cada, assim distribuídos:

Os corpos-de-prova foram trabalhados em vários dias com dez elementos em cada grupo, permitindo a simulação da aplicação clínica, esperando que o material retornasse às suas características de um dia para o

GRUPO	TEMPO DE CONDICIONAMENTO	PREVIA HOMOGENEIZAÇÃO
A	15 segundos	Sem
B	15 segundos	Com
C	30 segundos	Sem
D	30 segundos	Com
E	15 segundos	Sem Final da bisnaga
F	30 segundos	Sem Final da bisnaga

outro, sendo este conservado em geladeira, como numa rotina de um consultório odontológico.

Para a colagem dos acessórios, foi empregada a sistemática tradicional em duas etapas. Em princípio, foi realizado o condicionamento ácido, os corpos foram lavados com jatos de água, pelo mesmo tempo empregado no respectivo condicionamento, e secos com jatos de ar. Na etapa seguinte, procedeu-se à aplicação prévia do *primer* que acompanha o *kit* de resina Superbond (Aditek), simulando uma quantidade normal de dentes trabalhados simultaneamente. Aplicou-se o adesivo tanto no esmalte de cinco corpos-de-prova, como na malha metálica de cinco bráquetes, de acordo com as recomendações do fabricante.

Para colagem dos acessórios, foram necessários dois conjuntos de resina Superbond, para obtenção dos seis diferentes grupos de estudo. Em dois deles (A e C), a pasta foi aplicada sem prévia homogeneização, diretamente da bisnaga para a malha metálica dos bráquetes. Nos grupos B e D, a pasta foi transferida para recipientes plásticos, que possibilitaram a homogeneização prévia para posterior aplicação. Nos grupos E e F, o material foi obtido do final da bisnaga, também sem prévia homogeneização. Os acessórios foram colocados em posição com auxílio de uma pinça clínica; posteriormente, aplicou-se a ponta de uma agulha Gilmore de 454g, no centro do bráquete (Figura 2), com a finalidade de uniformizar o peso de compressão. Por fim, foram removidos os maiores e visíveis excessos com uma sonda exploradora.

Após o tempo de espera de polimerização de dez minutos, os corpos-de-prova foram depositados em seis vidros rotulados com respectivos nomes dos grupos, contendo solução de cloramina T a 1%. Posteriormente, foram enviados para o teste de cisalhamento, que realizou-se em uma máquina universal EMIC (Figura 3), cedida pela Disciplina de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Bauru

– FOB/USP.

METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Os valores obtidos foram avaliados em duas estatísticas distintas, sendo uma descritiva e outra indutiva. A estatística descritiva envolveu os cálculos das médias e desvios-padrão (Kgf) para a força de



FIGURA 2: Agulha Gilmore 454g.



FIGURA 3: Máquina universal EMIC.

resistência dos seis grupos. Já a estatística indutiva envolveu a aplicação do teste de análise de variância (ANOVA), considerando como único critério a resistência. No teste ANOVA, comparou-se o comportamento entre os seis grupos, ou seja, foi analisado se a resistência apresentou-se ou não similar para todos eles. Porém, se após a aplicação deste teste (ANOVA), fosse verificado um $p < 0,05$, empregar-se-ia o teste de Tukey para identificar qual(is) grupo(s) estaria(m) apresentando uma diferença estatisticamente significativa.

RESULTADOS

Na Tabela 1, na análise descritiva, são apresentados os valores médios e desvios-padrão, para cada grupo.

De acordo com os cálculos das médias e desvios-padrão para força de resistência, a média da resistência para o grupo C foi de 15,3Kgf, sendo esse o maior valor encontrado quando comparado aos demais grupos. Já a menor força de resistência foi observada no grupo E (13,8Kgf). A média da força de resistência, entre os seis grupos, foi de 14,6Kgf (Tabela 1).

A Tabela 2 apresenta a análise indutiva (ANOVA) da comparação entre os seis grupos.

Quanto ao comportamento entre os seis grupos, segundo essa análise, pode-se afirmar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Diferentes tempos de ataque ácido são sugeridos para o condicionamento de superfícies de esmalte em procedimentos de colagem de bráquetes ortodônticos

TABELA 1: Médias e desvios-padrão para resistência dos grupos A, B, C, D, E e F.

Variáveis Testadas		Resistência	Resistência
Tempo(seg)	Homogeneização	Média(X)	D.P.
(A)15	Sem	15,164	4,156
(B)15	Com	15,160	4,242
(C)30	Sem	15,308	4,623
(D)30	Com	14,172	4,612
(E)15	Sem	13,888	4,186
(F)30	Sem	14,016	3,791
Total		14,618	4,249

Seg. – segundos

D.P. – desvio-padrão

TABELA 2: Análise de variância (ANOVA) a um critério:

Efeito	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F	p
	Efeito	Efeito	Erro	Erro		
Resistência	5	10,811	144	18,307	0,591	0,707

*Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

F- estatística da análise de variância

p - probabilidade

(Olsen *et al.*, 1996; Osorio *et al.*, 1999). Ao rever a bula da resina Superbond, o tempo indicado para condicionar a superfície consta de 45 a 60 segundos. Nesta pesquisa, apoiada na literatura compulsada, o ácido foi aplicado por 15 segundos, por este ser considerado o menor tempo possível para um condicionamento adequado do esmalte (Surmont *et al.*, 1992) e por amenizar a destruição desta superfície (Sheen *et al.*, 1993; Abdullah, Rock, 1996). Além disso, a efetividade do condicionamento não está diretamente relacionada a um tempo prolongado de aplicação do ácido à superfície do esmalte. Portanto, o condicionamento por 45 ou 60 segundos é desnecessário, e como a literatura já demonstrou que 30 segundos foram suficientemente eficazes (Gardner, Hobson, 2001), esta foi a outra escolha de tempo nesta pesquisa, para condicionamento ácido da superfície de esmalte.

Apesar de evidências sugerirem que um tempo prolongado (60 segundos) de condicionamento de esmalte oferece maior resistência à força de cisalhamento (Osorio *et al.*, 1999), neste experimento não foi observada diferença estatisticamente significativa dentro dos diferentes períodos empregados (15 e 30 segundos). Nossos resultados estão em concordância com Surmont

et al. (1992), que não encontraram nos tempos de 15 e 60 segundos diferença estatisticamente significativa em relação à resistência às forças de cisalhamento.

Nesta pesquisa, os valores médios de resistência de todos os grupos variaram entre 13,88 e 15,30Kgf. A média de todos os grupos apresentou uma resistência de 14,61Kgf, semelhante à obtida no trabalho de Pazmiño (1985), que foi de 14,3Kgf.

Entre as inúmeras dúvidas que surgiram em trabalhos realizados com resina composta na colagem de acessórios ortodônticos, fez-se necessário saber qual seria o comportamento deste material frente a sua prévia homogeneização (Pinzan *et al.*, 2001). A justificativa de se fazer uma prévia homogeneização da resina composta seria alcançar uma adequada distribuição de seus constituintes, o que permitiria maior escoamento na malha metálica de bráquetes ortodônticos para colagem direta (Pinzan *et al.*, 2001). Entretanto, essa afirmação não pôde ser comprovada neste estudo, pois a prévia homogeneização ou não da resina composta não levou a diferentes resultados estatisticamente significantes, quanto à resistência às forças de cisalhamento dos bráquetes colados em esmalte de dentes bovinos.

No decorrer desta pesquisa, surgiu uma dúvida se haveria ou não diferença na força de adesão quanto à sedimentação das partículas constituintes do início e final da bisnaga de resina composta. Sendo assim, foram adicionados, posteriormente, dois novos grupos (E e F) aos já existentes, sob condicionamento de 15 e 30 segundos, sem homogeneização e com resina obtida do final da bisnaga. Contudo, este grupo não apresentou diferença estatisticamente significativa para os valores de força de resistência, quando comparados

a outros grupos.

Uma avaliação mais abrangente, sobre a importância ou não da prévia homogeneização de resinas acondicionadas em bisnagas, necessita de estudos adicionais, utilizando-se outros materiais, acondicionados nas mesmas condições.

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada nesta pesquisa, os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

1. Não houve diferença estatisticamente significativa quanto à força de resistência nos tempos de condicionamento de 15 e 30 segundos.
2. O condicionamento da superfície de esmalte por 15 segundos apresentou adequada força de resistência em um tempo eficiente e mínimo de exposição ao ácido.
3. Os resultados obtidos não apresentaram diferença estatisticamente significativa para os diferentes grupos, em relação à prévia homogeneização ou não da resina composta.
4. Os grupos que empregaram o material do final da bisnaga tiveram o mesmo comportamento dos outros grupos testados anteriormente.

Patel MP, Pinzan A, Francisconi PA, Pinzan CRM, Ferreira KB. Study of bond strength to shear forces in direct bonding brackets with and without homogenization of resin Superbond. J Bras Ortodon Ortop Facial 2004; 9(51):242-7.

The purpose of this study was to evaluate bond strength of the composite resin Superbond, with or without homogenization, with different times

of etching on the enamel (15 and 30 seconds). One hundred fifty bovine teeth were selected to direct bonding and were distributed 25 for each group. In the group B and D the resin was stored in recipients that permitted its homogenization, to group A and C, was gotten directly from the tube and to group E and F, was gotten from the final of the tube, both without homogenization. The teeth were cleaned with Profi II, submitted to etching acid and adhesive application and bonding with composite resin. To uniform compression weight, it was employed the Gilmore needle 454g. Later, teeth were submitted to shear forces. The values of bond strength were evaluated statistically according to the analysis of variance (ANOVA), the results gotten revealed no significant differences. Therefore, for this study, the time of etching of the enamel, the previous homogenization of the resin or not and the final variable of the tube, do not change significantly the bonding strength of material.

KEYWORDS: Shear strength; Acid etching, dental; Dental bonding.

REFERÊNCIAS

- Abdullah MS, Rock WP. The effect of etch time and debond interval upon the shear bond strength of metallic brackets. Br J Orthod 1996; 23(2):121-4.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955; 34:849-53.
- Gardner A, Hobson R. Variations in acid-etch patterns with different acids and etch times. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 120(1):64-7.
- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments. Am J Orthod 1965; 51:901-12.
- Olsen ME, Bishara SE, Boyer DB, Jakobsen JR. Effect of varying etching times on the bond strength of ceramic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996; 109(4):403-9.
- Osorio R, Toledo M, Garcia-Godoy F. Bracket bonding with 15-or-60 second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. Angle Orthod 1999; 69(1).
- Pazmiño CAP. Avaliação do sistema de condicionamento da superfície do esmalte para colagem direta de bráquetes ortodônticos

[Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, FOB/USP; 1985.

Pinzan CRM, Pinzan A, Franciscone PA, Lauris JRP, Freitas MR. Estudo comparativo de resistência às forças de cisalhamento, de colagem de braquetes ortodônticos, testando dois tempos diferentes de condicionamento ácido, com e sem homogeneização prévia das pastas. Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial 2001; 6(6):45-9.

Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. Br J Orthod 1975; 2:171-8.

Sheen DW, Wang WN, Tarrng TH. Bond strength of younger and older permanent teeth with various etching times. Angle Orthod 1993; 63(3):225-30.

Simplício HM. Avaliação *in vitro* de materiais utilizados para a colagem ortodôntica – potencial cariostático, resistência ao cisalhamento e padrão de colagem [Tese de Doutorado]. Araraquara: Universidade Estadual de São Paulo (UNESP); 2000.

Surmont P, Dermaut L, Martens L, Moors M. Comparison in shear

bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: an *in vitro* study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992; 101(5):414-9.

Recebido para publicação em: 20/12/02

Enviado para análise em: 12/03/03

Aceito para publicação em: 20/10/03