

MATERIAIS RESINOSOS UTILIZADOS NA COLAGEM DE *BRACKETS*: UMA REVISÃO DA LITERATURA

GAMA, Ana Caroline Silva¹
FROTA, Pedro Henrique Dias B¹
PEREIRA, Alex Pozzobon²
COSTA, José Ferreira³
BAUER, José^{3*}

Resumo: Em Ortodontia, a etapa da colagem de *bracket* é de fundamental importância para se realizar a mecânica desejada. O ortodontista se depara com diversos materiais de colagem disponíveis no mercado, devendo selecionar o material que permita maior estabilidade clínica. Sabe-se que o descolamento de *brackets* durante o tratamento implica retardo do movimento ortodôntico, bem como maior tempo clínico despendido com o procedimento de recolagem. O objetivo deste trabalho foi discutir atuais materiais resinosos utilizados para colagem de *brackets*, além de fatores que interferem na longevidade da colagem ortodôntica através do levantamento da literatura por meio da base de dados Pubmed e Scielo. Os resultados demonstraram que dentre os materiais à disposição para colagem em Ortodontia, os materiais resinosos se destacam devido à resistência de união, adesão à estrutura dental e facilidade de manipulação. Entretanto, alguns aspectos continuam desafiando o clínico devido à deficiência deste material e a fatores complicadores encontrados no meio bucal. Em conclusão Não há um material ideal disponível para o ortodontista, mas é possível obter uma retenção adequada com diferentes materiais, desde que a técnica clínica de colagem seja criteriosamente seguida.

Descritores: Ortodontia; Colagem Dentária; Braquetes Ortodônticos.

Abstract: Resin composite materials used for bonding brackets: A literature review. On orthodontics, the bonding *brackets step* is of fundamental importance to perform the desired mechanical. The orthodontist is faced with various bonding materials available on the market, and it should select the material that allow clinical stability. It is known that the detachment of the *brackets* during treatment involves retardation of orthodontic movement, and more clinical time spent with the procedure for resealing. The objective here was to review the current state of the art of resin materials used for bonding *brackets*, as the type of adhesive system and resin cements, and the factors that affect the longevity of bonding. The literature was searched using the Pubmed and Scielo database. There are many materials available to the clinician for orthodontic bonding, the resin materials stand out because of union resistance, adhesion to tooth structure and ease of handling. However, some aspects remain challenging due to lack of clinical material and the complicating factors found in the oral environment. In conclusion there is no ideal material available to the clinician, but it is possible to obtain an appropriate retention with different materials, since the clinical technique of bonding is carefully followed.

Descriptors: Orthodontics; Dental Bonding; Orthodontic Brackets.

INTRODUÇÃO

A procura por adesivos para uso ortodôntico levou à avaliação de diversos materiais, como os poliacarboxilatos, as resinas epóxicas, acrílicas e os dimetacrilatos, visando uma maior estabilidade clínica na colagem dos acessórios à superfície do esmalte dental¹⁸.

O advento da colagem dos *brackets* foi um progresso para a ortodontia, pois simplificou a montagem do aparelho ortodôntico, promoveu a redução das fases e tempo de tratamento⁴. Entretanto, ainda hoje a descolagem dos *brackets* durante o

tratamento ortodôntico é relativamente alta, ocorrendo principalmente em dentes posteriores^{26,30}. O insucesso é consequência de fatores como falhas na técnica adesiva, pouca retentividade e ação da força mastigatória, constituindo um retardo do movimento ortodôntico, bem como maior tempo clínico despendido com o procedimento de recolagem^{2,25}.

Dentre os materiais disponíveis para a colagem ortodôntica, pode-se destacar os cimentos de ionômeros de vidro. Sua escolha se deve à sua característica de liberação de flúor e biocompatibilidade⁴⁷. Entretanto, sua baixa resistência coesiva leva à descolagem precoce dos *brackets* quando comparados

¹ Mestrando do Curso de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís/Maranhão/Brasil.

² Professor Adjunto da Disciplina de Ortodontia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís/Maranhão/Brasil.

³ Professor Adjunto da Disciplina de Materiais Dentários da Universidade Federal do Maranhão São Luís/Maranhão/Brasil.

com os materiais resinosos³⁵. Para superar estes problemas, associou-se componentes resinosos ao ionômero de vidro, resultando no ionômero de vidro modificado por resina, que além de ser biocompatível e liberar flúor⁶⁷, possui uma resistência de união comparável a das resinas compostas³³ e a vantagem de não promover mudanças na superfície dentária após a descolagem dos *brackets*⁴⁴.

São inúmeras as aplicações dos materiais poliméricos na colagem de *brackets* disponíveis no mercado, dentre eles podemos destacar os sistemas adesivos, cimentos e as resinas compostas restauradoras ortodônticas e finalmente as resinas *flows*.

Durante a escolha do material de colagem, alguns fatores devem ser levados em consideração: a resistência de união ao dente e ao *bracket*, a longevidade e a remoção de excessos sem danificar a superfície do dente. Devido à grande variedade de materiais disponíveis no mercado e às técnicas, o presente trabalho propõe-se a revisar através de levantamento bibliográfico das bases de dados Pubmed e Scielo os diferentes materiais usados para a colagem em Ortodontia.

Histórico

Os avanços da Odontologia permitiram diversas modificações na colagem ortodôntica. O desenvolvimento da técnica de condicionamento ácido e de materiais poliméricos à base de dimetacrilato (*Bis-GMA*, *TEGDMA* e *UDMA*) foram marcos histórico para a Ortodontia, pois permitiram a colagem de *brackets* por meio do embricamento mecânico da resina nas microporosidades produzidas pelo ácido na superfície do esmalte⁷.

Newman (1965) foi o primeiro a avaliar a técnica de condicionamento ácido do esmalte com a finalidade de aumentar a resistência de união entre a superfície dental e um adesivo para ortodontia. Os resultados demonstraram um aumento da resistência de união após o condicionamento ácido do esmalte. A colagem direta dos *brackets* na face vestibular dos dentes eliminou as bandas metálicas, e comprovou que a colagem desses acessórios no esmalte dental condicionado com ácido apresentava resistência de união suficiente para ser utilizado clinicamente, revolucionando a instalação dos aparelhos ortodônticos³⁸.

Materiais usados na colagem de brackets

Cimento Ionômero de Vidro Modificado por Resina (CIVMR)

Com a maior dificuldade de realizar uma adequada higiene oral pela presença do aparelho fixo, muitos pacientes apresentam desmineralizações de esmalte na forma de manchas brancas, que evoluem para cavitações. As lesões de mancha branca têm preocupado muito os profissionais que, sensibilizados com este problema, estão atentos a novos materiais que amenizem e previnam tais danos à saúde bucal. Os materiais resinosos podem favorecer o acúmulo de placa⁴⁰, que levará a desmineralização do esmalte no entorno do *bracket*^{37,41}.

O Cimento Ionômero de Vidro (CIV) é um material que chama atenção devido a diversas vantagens como a liberação de flúor, união química com o esmalte e biocompatibilidade. A liberação de flúor tem um importante papel de prevenção da desmineralização do esmalte durante o tratamento ortodôntico⁴⁴.

Entretanto, o cimento ionômero de vidro convencional apresenta uma série de problemas como o curto tempo de trabalho, sensibilidade no meio bucal (sinérese e embebição), longo tempo de presa e baixa resistência mecânica. Isso fica evidente, quando se compara o comportamento clínico de colagem realizadas com o ionômero de vidro, pois este possui altas taxas de falhas (50%) comparada com um compósito (8%) em um período de 12 meses³⁵. O mais significativo avanço no desenvolvimento dos cimentos ionoméricos foi a adição de material resinoso. Nestes materiais a reação ácido-base foi mantida, mas um segundo processo de presa iniciado pela luz, foi incluído. Em sua forma mais simples, ele é um cimento de ionômero de vidro convencional, em que foi adicionada pequena quantidade de monômeros resinosos, tais como o HEMA e o Bis-GMA, e fotoiniciadores, tornando-o um cimento ionômero de vidro modificado por resina fotoativado (CIVMR)⁴⁷. Este material, além de ser biocompatível e liberar flúor⁶⁷, possui uma resistência de união comparável a das resinas compostas³³ e a vantagem de não promover mudanças na superfície dentária após a descolagem dos *brackets*⁴⁴.

Basicamente, trabalhos que compararam a resistência de união desses materiais com seus precursores observaram que a colagem com cimentos ionoméricos convencionais resultava em menor resistência de adesão do *bracket*^{22,58}.

Quando se compara a resistência de união *in vitro* do CIVMR com um cimento resinoso ortodôntico, valores estatisticamente superiores são encontrados para o material resinoso. Entretanto, para o teste *in vivo* depois de 15 meses o CIVMR obteve uma taxa de sobrevivência similar ao cimento resinoso, demonstrando que este material oferece uma adequada resistência de união⁵⁹. Esta menor resistência dos CIVMR poderia se constituir em uma vantagem, uma vez que facilitaria a remoção de resíduos de material de colagem após a remoção do aparelho ortodôntico³⁶.

Outra grande vantagem do CIVMR é o prévio condicionamento ácido realizado com o ácido poliacrílico, que produz um menor dano à superfície do esmalte que o condicionamento com o ácido fosfórico²¹. Isso se deve a um maior pH do ácido poliacrílico em comparação ao do ácido fosfórico⁴³ e por não necessitar de enxague durante sua aplicação, evita danos gengivais⁴².

Condicionamento ácido no Esmalte

A técnica do condicionamento ácido, introduzida por Buonocore, em 1955, trouxe a possibilidade de adesão entre a base do *bracket* e o esmalte dental, criando retenções mecânicas no dente e aumento a área e a energia livre de superfície. No entanto, essa prática leva à perda de estrutura do esmalte, em maior ou menor grau, dependendo do tempo de aplicação e da concentração da solução ácida condicionadora. Alguns autores avaliaram a influência do tempo de aplicação do ácido ao esmalte, e estabeleceram um protocolo de uso em Ortodontia. Os autores concordaram que o uso de ácido fosfórico por 30 segundos resultava em obtenção de resistência de união compatível com a prática clínica ortodôntica^{24,26}, esta que deve ser entre 5,88 - 7,85 Mpa para garantir o seu uso clínico na ortodontia⁵¹.

A preferência pelo ácido fosfórico para se condicionar o esmalte se deve à produção de pa-

drões de condicionamento em tempo clínico reduzido, conduzindo a ótimos resultados de retenção de *brackets*. Em ortodontia, utiliza-se soluções ou géis em concentrações entre 30 e 40%²⁹, sendo a solução em gel a mais indicada por sua fácil manipulação, reduzindo a possibilidade de danos gengivais⁴².

No entanto, estudos mostram a dificuldade de condicionamento em esmalte aprismático, no qual se trata de uma delgada camada de 0,02 e 0,03 mm de espessura encontrada na parte externa da coroa, especialmente na região cervical. Esta camada é resultante da compressão da camada de prismas durante os estágios finais da amelogenese⁵², sendo mais comum em dentição decídua em relação à dentição permanente³⁴. Em dentição permanente, a camada de esmalte aprismático é encontrada com grande prevalência em 2º pré-molares inferiores³⁴, talvez essa seja a razão da grande incidência de falhas dos *brackets* nesses dentes²¹.

Outro problema é quando encontramos esmalte hiper-mineralizado, conhecido como fluorose - nestes casos o esmalte (fluorapatita) é mais resistente ao condicionamento ácido⁵³, dessa maneira o tempo de condicionamento ácido deve variar de 60 a 90 segundos, dependendo da gravidade da fluorose dental²⁶. Alguns pesquisadores sugerem uma microabrasão com óxido de alumínio para remoção do esmalte superficial, antes do condicionamento ácido, a fim de melhorar a resistência de união^{8,34}. Entretanto, alguns estudos não demonstram diferença estatística em esmalte normal e com fluorose quando são condicionados durante 30 segundos^{28,39}.

Apesar de necessário, o ataque ácido à superfície dentária remove sua camada mais superficial rica em fluoreto, sendo uma das causas da desmineralização do esmalte após o tratamento ortodôntico⁴². Durante a técnica adesiva, o condicionamento ácido promove a perda de estrutura do esmalte de maneira irreversível, sendo esta em menor grau utilizando-se os adesivos autocondicionantes, ao passo que a técnica de condicionamento ácido convencional promove maiores mudanças irreversíveis ao esmalte²¹. Na tentativa de minimizar tais mudanças, sugere-se um menor tempo de aplicação do produto (15s) e uma menor concentração

do mesmo (15%), visto que não houve diferença significativa entre os valores de retenção na colagem dos *brackets*⁵⁶.

A conservação do esmalte é importante, visto que durante a descolagem dos *brackets* ocorrem fraturas no esmalte em mais de 50% dos casos¹⁴, e a taxa de descolagem durante o tratamento ortodôntico pode atingir 34%¹⁰.

Sistemas Adesivos

Os primeiros sistemas adesivos eram hidrofóbicos e quando em presença de umidade, demonstravam valores de resistência de união baixos, proporcionando o descolamento precoce dos *brackets*⁴⁶. Já os sistemas adesivos hidrofílicos, pela presença de monômeros hidrofílicos (*HEMA*, *PENTA*, *TCB*), são menos sensíveis à presença de umidade, otimizando o procedimento de colagem ortodôntica⁶⁶.

Os sistemas adesivos convencionais necessitam do condicionamento ácido para permitir a penetração do monômero resinoso nos prismas de esmalte⁵⁷. Entretanto, uma série de dificuldades tem sido relacionada com os adesivos convencionais como: sensibilidade à técnica, maior tempo de cadeira, numerosos passos clínicos e sensibilidade pós-operatória⁶⁴.

Assim, os adesivos autocondicionantes foram introduzidos na odontologia para simplificar a técnica de adesão aos tecidos dentais, permitindo o condicionamento e adesão em único passo, desmineralizando e impregnando o substrato de forma simultânea^{29,63}. O *pH* dos sistemas autocondicionantes podem variar, mas isso não parece influenciar a resistência de união⁴³. Entretanto, o uso da profilaxia, com pedra-pomes, é de suma importância para reduzir falhas na adesão antes da colagem de *brackets*, quando os adesivos autocondicionantes são utilizados³².

Há diversos estudos avaliando a resistência de união dos sistemas adesivos convencional com os adesivos conhecidos como autocondicionantes^{16,48,61}. Estes são menos agressivos que o ácido fosfórico utilizado na técnica convencional, o que possibilita uma maior conservação do esmalte. Dessa forma, os adesivos autocondicionantes formam menores

tags de resina nas microrretenções do esmalte, facilitando a remoção do material após a finalização do tratamento ortodôntico³.

Entretanto, por formar menores *tags* de resina, estudos encontraram maiores taxas de descolagem dos *brackets* e de microinfiltração para o uso de adesivos autocondicionantes¹⁶. Resultados clínicos têm demonstrado que o modo aplicação dos adesivos autocondicionantes é decisivo para se obter resultados satisfatórios a longo prazo, aplicação sob agitação é recomendada neste caso^{15,48}.

Materiais Resinosos

As resinas tornaram-se o material universalmente utilizado pelos ortodontistas para colagem de *bracket* devido à adesão comprovada por alguns estudos^{1,50}. A atividade clínica diária tem mostrado que a colagem dos acessórios com materiais resinosos determinou mudanças significativas na prática ortodôntica em razão da simplicidade da aplicação e conforto para o paciente¹².

As resinas ortodônticas são constituídas por monômeros de alto e baixo peso molecular, *Bis-GMA*, *Bis-EMA*, *TEGDMA*, micropartículas e canforoquinona. Essas resinas se apresentam em forma de pasta única, sendo a canforoquinona a molécula mais usada como agente fotoiniciador nesses compostos, além da amina terciária, que faz a iniciação do processo de polimerização. Assim, quando a resina é exposta à energia proveniente de uma fonte luminosa (agente ativador), ocorre a excitação das moléculas fotoiniciadoras que interagem com a amina iniciadora, formando radical livre, os quais iniciam o processo de polimerização, pela conversão dos monômeros em polímeros¹⁷. Este agente fotoiniciador (canforoquinona) é muito sensível à região azul do espectro de luz visível, sendo o pico de absorção máxima por volta de 470nm^{17, 31}.

As resinas compostas apresentam diferentes composições como: quantidade de carga, tipo de carga, monômero de diferente peso molecular, que leva a diferentes comportamentos mecânico e reológico. Existe no mercado uma diversidade de materiais resinosos com finalidade de uso ortodôntico, todavia, a escolha do material deve ser fundamentada no conhecimento de suas propriedades. O estudo

de sua eficiência, por meio de experimentos clínicos e laboratoriais, é de grande importância, por proporcionar ao profissional a possibilidade de melhores resultados no tratamento clínico ortodôntico.

A diferença entre as resinas compostas tradicionais e as ortodônticas pode ser devido a uma quantidade de carga inferior, para que haja um escoamento maior para preencher as malhas do *bracket* e as porosidades na superfície do esmalte, semelhante as características encontradas nas resinas *flow* ou *flowable*¹¹.

As resinas do tipo *flow* apresentam algumas vantagens como: baixo custo, baixo módulo de elasticidade, alta fluidez e não necessita de mistura, evitando assim a incorporação de bolhas. Sua principal indicação é em cavidades de difícil acesso e como base para restaurações de resinas compostas de alta viscosidade⁵⁵. Sua alta fluidez seria uma grande vantagem para colagem de *brackets* devido a uma possível melhor adaptação nas áreas de ancoragem e na região desmineralizada do esmalte²³. Já o baixo módulo de elasticidade irá funcionar possivelmente como uma “camada elástica”¹⁹ prevenindo a concentração de tensões na interface dente/restauração durante a fotoativação e na tentativa de suportar e dissipar melhor o estresse gerado durante o uso clínico, minimizando a tensão gerada sobre a linha de união, diminuindo as microfraturas causadas na linha de união e favorecendo o vedamento marginal¹³.

Sobre a eficácia do uso de resinas *flow* na Ortodontia, existem inúmeros estudos que mostram a sua viabilidade clínica para a colagem de *brackets*^{11,54,60}. Entretanto, há estudos que não recomendam o uso de resina *flow* para uso ortodôntico^{45,62}. Talvez, os baixos resultados de resistência de união encontrados quando se usa as resinas *flow* seja devido a sua alta tensão de contração de polimerização que pode levar a ruptura da camada adesiva levando a perda precoce do *bracket*⁶.

Outro material resinoso que chama a atenção são os tradicionais cimentos utilizados para cimentação de peças protéticas. Esses cimentos são capazes de formar uma união com esmalte, dentina, cerâmica, metal e compósitos²⁷. Alguns tipos desses cimentos resinosos aderem quimicamente com o esmalte, evitando o condicionamento ácido pré-

vio. Pesquisadores em geral concordam que o condicionamento ácido pode causar uma iatrogenia, devido à perda de massa de esmalte^{9,49}. É estimado que a perda de esmalte, durante o condicionamento ácido pode chegar de 10 a 30 μm^4 .

Monômeros ácidos funcionais são adicionados em sua formulação para alcançar uma desmineralização e união com a superfície dental, eles são predominantemente monômeros (metil) metacrilatos com terminações de grupos de ácido carboxílico, como: 4-META, PMGDM ou terminações de grupos de ácidos fosfóricos: *Phenyl-P*, 10-MDP, BMP e PENTA-P²⁰.

Entretanto, estudos mostram que o uso de cimentos resinosos apresentam baixa resistência de união em comparação com resinas ortodônticas, e que este material não deveria ser usado^{5,65}. A análise do modo de fratura nesses estudos mostrou que houve pouca quantidade de cimento na superfície de esmalte, quando comparado com os cimentos ortodônticos, sugerindo que a união com o *bracket* não foi o problema e que, estudos deverão focar na união do cimento com o esmalte.

Muitos pesquisadores têm a convicção de que a união dos materiais resinosos em superfície de esmalte está estabelecida. Entretanto, para o campo da Ortodontia esse problema ainda continua a despertar a inquietação dos pesquisadores e ortodontistas. Possivelmente, problemas relacionados à falta de luz para a polimerização desses cimentos acontecem devido à presença de um *bracket* metálico que impede a passagem de luz.

Outro possível problema é o fator de configuração cavitária (Fator-C), que na colagem de *brackets* é evidente a presença de uma película muito fina de cimento resinoso, insuficiente para o cimento resinoso relaxar durante o processo de polimerização, já que as paredes aderidas (esmalte e *bracket*) restringem o alívio de tensões.

CONCLUSÃO

Diante dos avanços tecnológicos dos materiais e técnicas adesivas, atualmente é possível obter uma retenção adequada e duradoura dos acessórios ortodônticos sobre a superfície dental hígida ou restaurada com diferentes materiais, desde que a técnica clínica de colagem seja criteriosamente seguida.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e FAPEMA (Processo nº 00486/10 e 617/2011).

REFERÊNCIAS

1. Abdelnaby YL, Al-Wakeel Eel S. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138(2):208-14.
2. Aljubouri YD, Millett DT, Gilmour WH. Six and 12 months' evaluation of a self-etching primer versus two-stage etch and prime for orthodontic bonding: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod* 2004;26(6):565-71.
3. Banks P, Thiruvengkatachari B. Long-term clinical evaluation of bracket failure with a self-etching primer: a randomized controlled trial. *J Orthod* 2007;34(4):243-51.
4. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of a composite resin orthodontic adhesive. *Angle Orthod* 2000;70(6):435-41.
5. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod* 2006;76(1):123-6.
6. Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers. *J Am Dent Assoc* 2003;134(6):721-8.
7. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34(6):849-53.
8. Cal-Neto JP, Castro S, Moura PM, Ribeiro D, Miguel JA. Influence of enamel sandblasting prior to etching on shear bond strength of indirectly bonded lingual appliances. *Angle Orthod* 2011;81(1):149-52.
9. Canay S, Kocadereli I, Ak'ca E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117(1):15-9.
10. Cavina RA. Clinical evaluation of direct bonding. *Br J Orthod* 1977;4(1):29-31.
11. D'Attilio M, Traini T, Di Iorio D, Varvara G, Festa F, Tecco S. Shear bond strength, bond failure, and scanning electron microscopy analysis of a new flowable composite for orthodontic use. *Angle Orthod* 2005;75(3):410-5.
12. Davari AR, Yassaei S, Daneshkazemi AR, Yosefi MH. Effect of different types of enamel conditioners on the bond strength of orthodontic brackets. *J Contemp Dent Pract* 2007;8(1):36-43.
13. De Munck J, Van Landuyt KL, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, et al. Fatigue resistance of dentin/composite interfaces with an additional intermediate elastic layer. *Eur J Oral Sci* 2005;113(1):77-82.
14. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod* 1981;79(5):500-22.
15. Dos Santos JE, Quioca J, Loguercio AD, Reis A. Six-month bracket survival with a self-etch adhesive. *Angle Orthod* 2006;76(5):863-8.
16. Elekdag-Turk S, Isci D, Turk T, Cakmak F. Six-month bracket failure rate evaluation of a self-etching primer. *Eur J Orthod* 2008;30(2):211-6.
17. Elvebak BS, Rossouw PE, Miller BH, Buschang P, Ceen R. Orthodontic bonding with varying curing time and light power using an argon laser. *Angle Orthod* 2006;76(5):837-44.

18. Ewoldsen N, Demke RS. A review of orthodontic cements and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120(1):45-8.
19. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater* 2005;21(1):36-42.
20. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* 2011;38(4):295-314.
21. Fjeld M, Ogaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(5):575-581.
22. Fox NA, McCabe JF, Gordon PH. Bond strengths of orthodontic bonding materials: an in-vitro study. *Br J Orthod* 1991;18(2):125-130.
23. Frankenberger R, Lopes M, Perdigao J, Ambrose WW, Rosa BT. The use of flowable composites as filled adhesives. *Dent Mater* 2002;18(3):227-238.
24. Gardner A, Hobson R. Variations in acid-etch patterns with different acids and etch times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120(1):64-67.
25. Gorton J, Featherstone JD. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123(1):10-14.
26. Hobson RS, McCabe JF, Hogg SD. Bond strength to surface enamel for different tooth types. *Dent Mater* 2001;17(2):184-189.
27. Ireland AJ, Sherriff M. Use of an adhesive resin for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 1994;16(1):27-34.
28. Isci D, Sahin Saglam AM, Alkis H, Elekdag-Turk S, Turk T. Effects of fluorosis on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. *Eur J Orthod* 2011;33(2):161-166.
29. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater* 2005;21(2):103-109.
30. Knoll M, Gwinnett AJ, Wolff MS. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *Am J Orthod* 1986;89(6):476-479.
31. Layman W, Koyama T. A clinical comparison of LED and halogen curing units. *J Clin Orthod* 2004;38(7):385-387.
32. Lill DJ, Lindauer SJ, Tufekci E, Shroff B. Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(3):423-6.
33. Lippitz SJ, Staley RN, Jakobsen JR. In vitro study of 24-hour and 30-day shear bond strengths of three resin-glass ionomer cements used to bond orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(6):620-624.
34. Mattick CR, Hobson RS. A comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types. *J Orthod* 2000;27(2):143-148.
35. Miguel JA, Almeida MA, Chevitarese O. Clinical comparison between a glass ionomer cement and a composite for direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107(5):484-487.
36. Millett DT, McCluskey LA, McAuley F, Creanor SL, Newell J, Love J. A comparative clinical trial of a compomer and a resin adhesive for orthodontic bonding. *Angle Orthod* 2000;70(3):233-240.
37. Mizrahi E. Surface distribution of enamel opacities following orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1983;84(4):323-331.
38. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965; 51(12):901-912.

39. Ng'ang'a PM, Ogaard B, Cruz R, Chindia ML, Aasrum E. Tensile strength of orthodontic brackets bonded directly to fluorotic and nonfluorotic teeth: an in vitro comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102(3):244-250.
40. Ogaard B, Rolla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94(1):68-73.
41. Ogaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96(5):423-427.
42. Ogaard B, Fjeld M. The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics. *Seminars in orthodontics* 2010;16(1):37-48.
43. Ostby AW, Bishara SE, Denehy GE, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of self-etchant pH on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(2):203-208.
43. Pascotto RC, Navarro MF, Capelozza Filho L, Cury JA. In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(1):36-41.
44. Pick B, Rosa V, Azeredo TR, Cruz Filho EA, Miranda WG, Jr. Are flowable resin-based composites a reliable material for metal orthodontic bracket bonding? *J Contemp Dent Pract* 2010;11(4):17-24.
45. Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J. A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod* 2004;74(2):264-268.
46. Reis AL, Loguércio, AD. Materiais dentários restauradores diretos dos fundamentos à aplicação clínica. 1º ed. São Paulo: Santos; 2007.
47. Reis A, dos Santos JE, Loguercio AD, de Oliveira Bauer JR. Eighteen-month bracket survival rate: conventional versus self-etch adhesive. *Eur J Orthod* 2008;30(1):94-9.
48. Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(4):366-373.
49. Retamoso LB, Onofre NM, Hann L, Marchioro EM. Effect of light-curing units in shear bond strength of metallic brackets: an in vitro study. *J Appl Oral Sci* 2010;18(1):68-74.
50. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-178.
51. Ripa LW, Gwinnett AJ, Buonocore MG. The "prismless" outer layer of deciduous and permanent enamel. *Arch Oral Biol* 1966;11(1):41-48.
52. Robinson C, Connell S, Kirkham J, et al. The effect of fluoride on the developing tooth. *Caries Res* 2004;38(3):268-276.
53. Ryou DB, Park HS, Kim KH, Kwon TY. Use of flowable composites for orthodontic bracket bonding. *Angle Orthod* 2008;78(6):1105-9.
53. Sadegui M. Effect of fluid composite as gingival layer on microleakage of class II composite restorations. *Dental Research Journal* 2007;4(1):40-47.
54. Sadowsky PL, Retief DH, Cox PR, Orsini RH, Rape WG, Bradley EL. Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98(5):417-421.
55. Senawongse P, Sattabanasuk V, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J. Bond strengths of current adhesive systems on intact and ground enamel. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(2):107-115.

56. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pistorio A, Sfondrini G. Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119(1):30-35.
57. Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: an in vitro and in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(2):200-6.
58. Tabrizi S, Salemis E, Usumez S. Flowable composites for bonding orthodontic retainers. *AngleOrthod* 2010; 80(1):195-200.
59. Uysal T, Sari Z, Demir A. Are the flowable composites suitable for orthodontic bracket bonding? *Angle Orthod* 2004;74(5):697-702.
60. Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under metallic and ceramic brackets bonded with orthodontic self-etching primer systems. *Angle Orthod* 2008;78(6):1089-1094.
61. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26(1):1-20.
62. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27(1):17-28.
63. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. A comparison of the shear bond strength of a resin cement and two orthodontic resin adhesive systems. *Angle Orthod* 2005;75(1):109-113.
64. Vicente A, Toledano M, Bravo LA, Romeo A, de la Higuera B, Osorio R. Effect of water contamination on the shear bond strength of five orthodontic adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15(5): 820-826.
65. Wang L, Buzalaf MA, Atta MT. Effect of one-bottle adhesive systems on the fluoride release of a resin-modified glass ionomer. *J Appl Oral Sci* 2004;12(1):12-17.

***Autor para correspondência:**

Prof. Dr. José Bauer

E-mail: bauer@ufma.br