

INFLUÊNCIA DA MODIFICAÇÃO DA BASE DE COLAGEM E DA CONTAMINAÇÃO SALIVAR NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE TUBOS ORTODÔNTICOS COLADOS AO ESMALTE HUMANO

INFLUENCE OF MODIFICATION OF ATTACHMENT AND SALIVA CONTAMINATION ON THE BOND STRENGTH OF ORTHODONTIC TUBES BONDED TO HUMAN ENAMEL

Germano **Brandão** ¹, Liliana Ávila **Maltagliati** ^{1*}, Ana Carla Raphaelli **Nahás-Scocate** ¹, Murilo **Matias** ¹, Dimorvan **Bordin** ¹, Marina Guimarães **Roscoe** ², Mayara Paim **Patel** ¹

¹Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, Brasil.

²Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

*lilianamaltagliati@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar e comparar a resistência de união ao cisalhamento de tubos ortodônticos convencionais e modificados, colados às superfícies de esmalte secas e contaminadas com saliva. A amostra foi composta por 40 molares humanos, que foram divididos aleatoriamente em quatro grupos conforme a base de colagem e presença ou não de contaminação salivar: Grupo BC, tubos ortodônticos com base convencional e sem contaminação salivar; Grupo BC-S, tubos ortodônticos com base convencional, mas com contaminação salivar; Grupo BM, tubos ortodônticos modificados com a inclusão de malha metálica soldada à base e sem contaminação salivar; e Grupo BM-S, tubos ortodônticos modificados, mas com contaminação salivar. O teste de resistência de união ao cisalhamento (Ru) foi realizado em máquina universal de ensaios mecânicos e a análise do índice de remanescente adesivo (IRA) por meio de microscopia ótica. Para análise dos dados de Ru, foi utilizada análise de variância a dois fatores (ANOVA), seguido do teste de Tukey, ao nível de significância estatística de 5%. Os resultados do IRA foram analisados descritivamente. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto à Ru ($p < 0,05$), sendo que os tubos convencionais apresentaram valores significativamente maiores. Além disso, a presença de contaminação salivar interferiu negativamente apenas no comportamento dos tubos convencionais ($p < 0,05$). Os valores de resistência de união ao cisalhamento não aumentaram em função do aumento da área dos tubos ortodônticos. Com relação à contaminação salivar, esta influenciou negativamente os valores de Ru apenas quando foram utilizados tubos convencionais.

Palavras-chave: Colagem dentária. Má-oclusão. Ortodontia. Resistência ao cisalhamento.

ABSTRACT

The objective of this *in vitro* study was to assess and compare the shear bond strength of conventional and modified orthodontic tubes bonded to the surface of dry and saliva-contaminated enamel. The sample consisted of 40 human teeth, which were randomly divided into four groups according to attachment base and presence or absence of saliva contamination as follows: Group CB, conventional orthodontic tubes without salivary contamination; Group CB-S, conventional orthodontic tubes with salivary contamination; Groups BM, orthodontic tubes modified by welding a metal mesh to their base without salivary contamination; and Group BM-S, modified orthodontic tubes with salivary contamination. Shear bond strength test was performed in a universal testing machine and analysis of the adhesive remnant index (ARI) by optical microscopy. Two-way ANOVA was used, followed by Tukey's test at a statistical significance level of 5%. The ARI results were analysed descriptively. There was statistically significant difference between the groups regarding the shear bond strength values, with conventional tubes presenting significantly higher values ($P < 0.05$). In addition, the presence of salivary contamination interfered negatively with the behaviour of conventional tubes only ($P < 0.05$). Shear bond strength was not improved by increasing the area of the orthodontic tubes. Moreover, salivary contamination influenced negatively the SBS values, but only when conventional tubes were used.

Keywords: Dental bonding. Malocclusion. Orthodontics. Shear bond strength.

INTRODUÇÃO

As bandas ortodônticas são empregadas há anos e suas vantagens mecânicas com relação à resistência e a gradientes maiores de força são amplamente conhecidas (BANKS; MACFARLANE, 2007). No entanto, segundo Gange (2015), por serem inseridas nas faces interproximais, as bandas podem ocasionar problemas periodontais indesejáveis, tais como trauma gengival e dor na instalação, além do maior risco de bacteremia (ERVERDI *et al.*, 2001). Este cenário tem incentivado a substituição das bandas cimentadas por colagens diretas de tubos ortodônticos (ALEXANDER, 1991; BOYD; BAUMRIND, 1992; SCUGALL-VILCHIS; OHASHI; YAMAMOTO, 2009; MELO *et al.*, 2012). Algumas vantagens citadas por Murray, Millett e Cronin (2012) são claramente evidenciadas, tais como eficiência de tempo operatório (TALPUR *et al.*, 2012), detecção facilitada de lesões de cárie pela maior visibilidade do esmalte (ZACHRISSON, 1976), menor número de consultas, menor risco de contaminação (BOYD; BAUMRIND, 1992; BANKS; MACFARLANE, 2007), maior conforto ao paciente, menor risco de desmineralização (BANKS; MACFARLANE, 2007), facilidade de inspeções e necessidade de menor espaço no arco para os tratamentos ortodônticos e eventuais intervenções restauradoras (ALEXANDER, 1991; BOYD; BAUMRIND, 1992; MELO *et al.*, 2012).

Para obtenção de efetiva colagem ortodôntica, o acessório deve suportar gradiente de força suficiente para que não apresente falhas mecânicas que comprometam sua função. Em 1975, Reynolds (1975) sugeriu uma força entre 5,9N a 7,8N como suficiente para que os braquetes ortodônticos resistam aos esforços mastigatórios. Embora seja um valor empiricamente estabelecido, ele é clinicamente aceito como força suficiente para que braquetes ortodônticos resistam a esforços mastigatórios de cisalhamento (SCUGALL-VILCHIS; OHASHI; YAMAMOTO, 2009).

Diversas variáveis influenciam na resistência de união de braquetes ao esmalte, tais como tipo de adesivo, citado por Millett *et al.* (2001), Evans *et al.* (2009) e Brauchli *et al.* (2010), e presença de contaminação com saliva e/ou sangue durante o processo de colagem. A presença de contaminantes é condição comum na rotina do ortodontista. Portanto é importante estabelecer o grau de influência destes fatores sobre a resistência de união (CACCIAFFESTA *et al.*, 2003; KHANEHMASJEDI *et al.*, 2017; SHAIK *et al.*, 2018).

Outros fatores que podem ser considerados importantes na resistência de união são a área e a forma da base do braquete (REYNOLDS, 1975; ØGAARD; FJELD, 2010). Contudo, alguns estudos já mostraram que a relação entre as dimensões da base de colagem dos tubos pode não ser fator preponderante para melhorar a resistência de união. Estes estudos associam essa melhora principalmente ao tratamento da superfície do esmalte e ao tipo da malha dos tubos pré-fabricados, e não propriamente ao tamanho da base (REYNOLDS, 1975; LOPEZ, 1980; MACCOLL *et al.*, 1998). Além disso, existe um indicativo de que o aprisionamento de ar dentro da malha de retenção pode provocar perda de adesão e interferir na resistência de união, uma vez que a presença de oxigênio poderá resultar em inibição da polimerização (FINGER; JORGENSEN, 1976; MAIJER; SMITH, 1981).

Ao contrário desses artigos, em que foram utilizadas peças originais sem modificações na área das bases, a proposta deste trabalho foi verificar a possibilidade de aumentar a resistência de união modificando a área de colagem de tubos ortodônticos por meio da soldagem de uma malha metálica ao tubo pré-fabricado. Pressupõe-se que esta extensão, segundo Maijer e Smith (1981), aumente a área de colagem e impeça o aprisionamento de bolhas de ar por ser uma malha aberta, diminuindo assim a influência de uma possível contaminação salivar e tornando a colagem mais efetiva. Caso seja comprovado o aumento da força de resistência de união, associado às vantagens supracitadas em se utilizar tubos colados, teríamos razões adicionais para eliminação das bandas da mecânica ortodôntica.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a resistência de união ao cisalhamento de tubos ortodônticos convencionais e modificados, colados a superfícies de esmalte secas e contaminadas com saliva e avaliar o padrão de falha.

MATERIAL E MÉTODOS

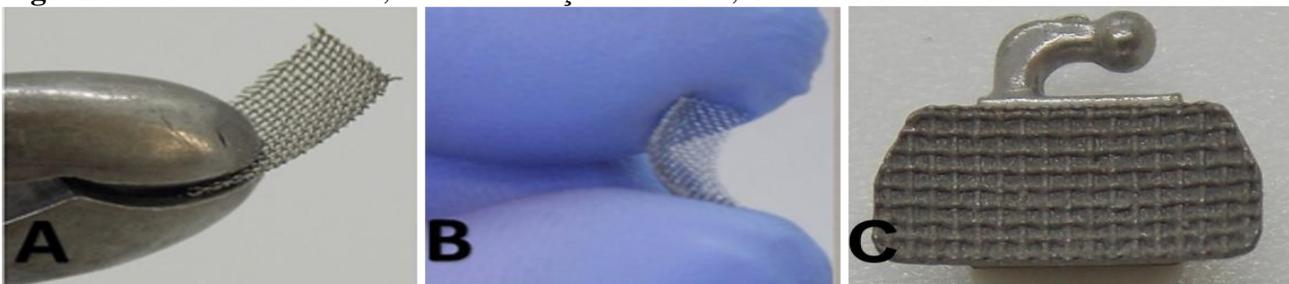
Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Guarulhos (parecer 3.356.832). O cálculo amostral foi baseado no nível de significância alfa de 5% e beta de 20% para obter um poder de 80% a fim de detectar um valor médio de resistência de união ao cisalhamento de 6 MPa com desvio padrão de 3 MPa, o que resultou em um total de nove corpos de prova em cada grupo (TALPUR *et al.*, 2012). Sendo que para esta pesquisa foram padronizados 10 corpos de prova.

Dessa forma, a amostra foi composta por 40 molares humanos inferiores recém-extraídos que apresentavam coroas íntegras, com ausência de desmineralização, trincas ou fraturas. Foram excluídos dentes com alterações anatômicas que impossibilitassem o uso da face vestibular. Os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex SS White São Cristovão, RJ, Brasil), e na face vestibular de cada dente, a profilaxia foi realizada com taças de borracha (Microdont, São Paulo, SP, Brasil) e pasta de polimento (SS White, Petrópolis, RJ, Brasil) por 10 segundos antes da lavagem e secagem por 10 segundos. A cada cinco profilaxias, as taças de borracha foram substituídas para garantir a qualidade e padronização deste procedimento (KNOLL; GWINNETT; WOLFF, 1986; CACCIAFESTA *et al.*, 2003; CAMPOY; VICENTE; BRAVO, 2005).

Posteriormente, os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=10), de acordo com a base de colagem e a presença ou não de contaminação salivar: no Grupo BC foram utilizados tubos ortodônticos com base convencional e sem contaminação salivar; no Grupo BC-S foram utilizados tubos ortodônticos com base convencional, mas com contaminação salivar; no Grupo BM foram utilizados tubos ortodônticos modificados pela inclusão de malha metálica soldada à base e sem contaminação salivar; e no Grupo BM-S foram utilizados tubos ortodônticos modificados, mas com contaminação salivar. Os acessórios utilizados foram tubos ortodônticos duplos (Morelli[®], Sorocaba, Brasil).

A base do tubo foi modificada soldando-se uma malha ortodôntica de aço inoxidável (tela ortodôntica para base, malha 80, Morelli[®], Sorocaba, Brasil), que então foi recortada com estilete de aço e tesoura de ouro, de maneira a estender a base de colagem em 1,0 mm nos sentidos cervical, oclusal, mesial e distal (Figura 1). A malha foi conformada utilizando-se um alicate conformador de bandas a fim de promover uma curvatura tanto no sentido cérvico-oclusal como no méso-distal. Em seguida, a malha foi fixada na superfície de colagem do tubo por meio de nove pontos de solda equidistantes (Figura 1).

Figura 1 - A: malha metálica; B: conformação da malha; C: tubo ortodôntico.



Fonte: Os autores.

Nos grupos sem contaminação salivar (BC e BM), todas as faces vestibulares foram condicionadas com ácido fosfórico 37% (Dentsply, Pensilvânia, EUA) por 30 segundos. O condicionamento ácido foi realizado no centro da superfície vestibular em uma área padronizada correspondente ao tamanho da base dos tubos, lavadas por 60 segundos e secas. Nos grupos com contaminação salivar (BC-S e BM-S), após o procedimento de condicionamento da superfície do esmalte (descrito anteriormente), foi aplicada a saliva não estimulada utilizando-se um micro-aplicador (KG Brush, KG SORENSEN, Cotia, SP, Brasil). A saliva utilizada foi doada por um dos operadores, o qual foi orientado a escovar os dentes com pasta de dente sem flúor e doar a saliva após

uma hora de jejum (CAMPOY; VICENTE; BRAVO, 2005; ASSAD-LOSS; TOSTES; MUCHA, 2012). Após 10 segundos, a superfície foi seca e a colagem efetuada (BISHARA *et al.*, 2002).

Todos os tubos foram colados utilizando o adesivo ortodôntico Transbond XT[®] (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA), que foi aplicado na base dos tubos e estes posicionados na face vestibular da coroa por meio de uma pinça clínica de apreensão de colagem ortodôntica (Morelli, Sorocaba, Brasil). Os tubos foram então comprimidos no centro da face vestibular com pressão de 350 gramas de força (gf), que foi padronizada por meio de um tensiômetro (Morelli[®], Sorocaba, Brasil), até o escoamento do excesso do adesivo ortodôntico (CACCIAFESTA *et al.*, 2003; IMANI *et al.*, 2018). Todo o procedimento foi realizado pelo mesmo operador (Quadro 1).

Em seguida, o excesso do adesivo ortodôntico foi removido e a fotoativação realizada por meio de um diodo emissor de luz “polywave” sem fio (Kavo Poly Wireless, Kavo do Brasil Indústria e Comércio LTDA, Joinville, SC, Brasil) com irradiância de 1100 mW/cm², aferida regularmente com um radiômetro (Curing Radiometer Demetron, Danbury, EUA), durante 20 segundos e com a ponta posicionada perpendicularmente ao tubo ortodôntico (IMANI *et al.*, 2018).

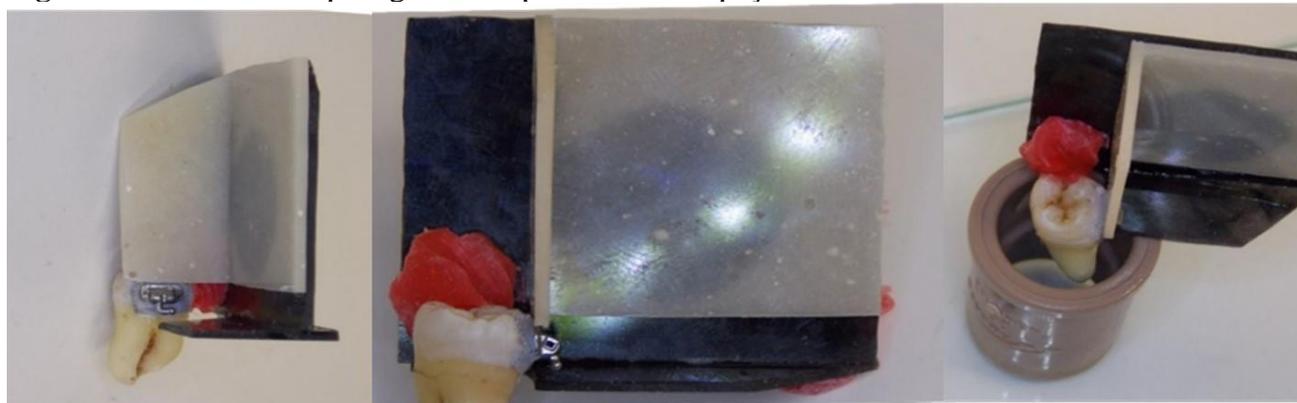
Quadro 1 - Composição e instruções quanto ao uso do adesivo utilizado.

Materiais	Composição	Instruções de Uso
Sistema Adesivo Transbond XT (3M ESPE, St Paul, MN, EUA)	TEGDMA, BisGMA, trifenil antimônio 4-(dimetilamino)_benzeno-etanol, canforoquinona, hidroquinona	Fotopolimerizar por 10 segundos
Resina composta Transbond XT (3M ESPE, St Paul, MN, EUA)	BIS-GMA, silano, sílica (70% em peso), n-dimetilbenzocaína, hexafluorofosfato	Fotopolimerizar por 20 segundos para braquetes metálicos

Fonte: Os autores.

Para confecção dos corpos de prova, os dentes foram incluídos em anéis de P.V.C. (Amanco[®]NBR5648, Brasil) de maneira centralizada utilizando-se resina acrílica autopolimerizável (Jet[®], Atigos Odontológicos Clássico Ltda. Campo Limpo Paulista, S.P., Brasil). No momento da inclusão, foi utilizado um posicionador de acrílico em ângulo de 90°, apoiado na face vestibular do dente e na parte superior do anel de P.V.C., para que a face vestibular dos dentes ficasse posicionada perpendicularmente à base do troquel (ROMANO *et al.*, 2004) (Figura 2). Os excessos de resina foram removidos com espátula Lecron (Duflex SS White São Cristovão, RJ, Brasil). Após a colagem dos tubos, todos os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37° C por três dias.

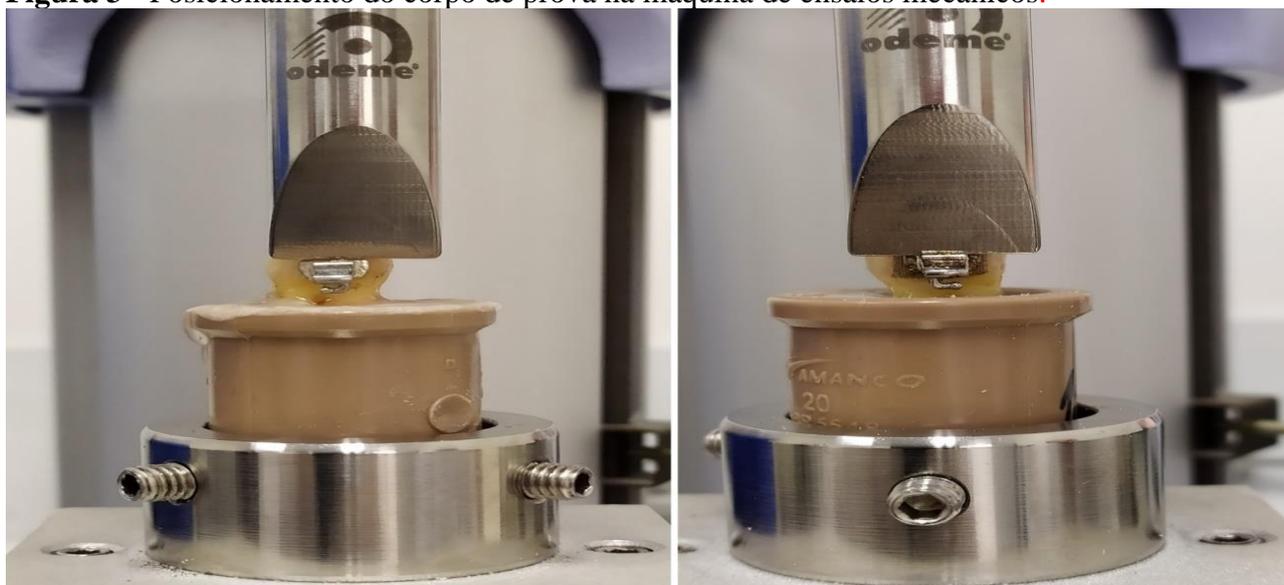
Figura 2 - Posicionador para garantir o paralelismo da peça colada.



Fonte: Os autores.

Todos os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de cisalhamento em máquina universal de ensaios mecânicos (EZ-s Shimadzu®, Kyoto, Japão). As amostras foram posicionadas no dispositivo de cisalhamento e a força aplicada por um atuador em forma de cinzel (Odeme Dental Research, Luzerna, Brasil) com velocidade de compressão de 0,5mm/min. A posição do conjunto nos mordentes permitiu imprimir esforço de cisalhamento na interface dente/tubo (Figura 3). Os resultados foram obtidos em quilograma força (Kgf) e a resistência de união foi calculada em Megapascal (MPa), considerando a área da base. Os dados foram submetidos à análise estatística através dos testes de análise de variância a dois fatores (ANOVA) e Tukey', com nível de significância de 5%.

Figura 3 - Posicionamento do corpo de prova na máquina de ensaios mecânicos.



Fonte: Os autores.

O índice de remanescente adesivo (IRA) foi avaliado usando-se um estereomicroscópio óptico (Stemi® 508, Zeiss, Alemanha) com aumento de 4 vezes. A quantidade de material aderido ao tubo após a descolagem nos Grupos BC e BC-S foi classificada de acordo com os escores propostos por Artun & Bergland (1984). Para os Grupos BM e BM-S, foi proposta uma classificação distinta a partir da observação da condição da malha metálica aderida ao tubo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de resistência de união (Ru) obtidos para os quatro grupos experimentais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média dos valores de resistência de união ao cisalhamento (Megapascal), desvio padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% dos quatro grupos experimentais.

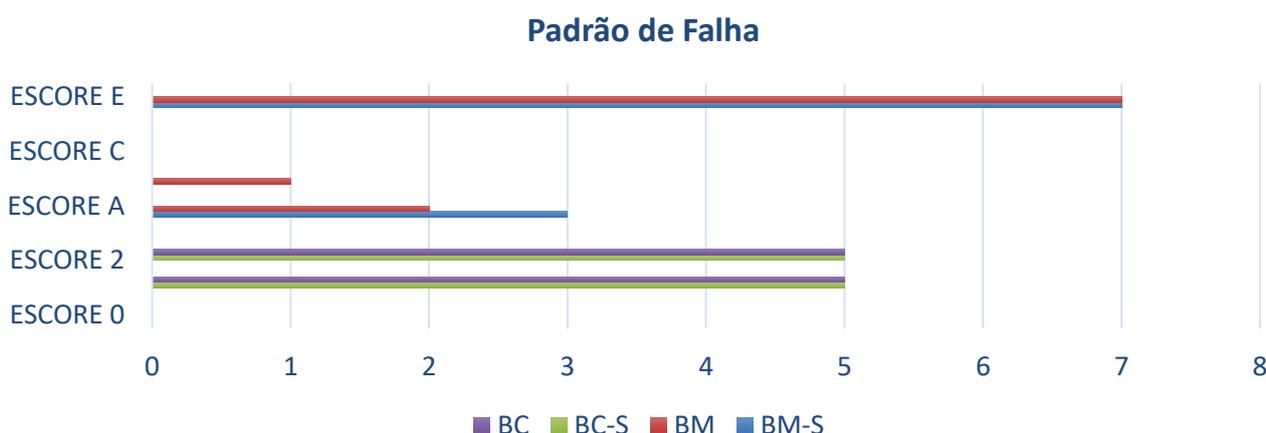
Grupos	Ru (MPa)	DP	IC 95%	
			LI	LS
BC	17,6 ^A	4,0	14,7	20,5
BC-S	13,8 ^B	3,5	11,3	16,3
BM	7,6 ^C	1,9	6,2	8,9
BM-S	8,0 ^C	1,6	6,9	9,1

Fonte: Os autores.

A análise estatística dos resultados demonstra que os grupos com tubo convencional sem saliva (BC) ($17,6 \pm 4,0$ MPa) e com saliva (BC-S) ($13,8 \pm 3,5$ MPa) apresentaram valores de Ru estatisticamente superiores aos grupos com tubo modificado sem saliva (BM) ($7,6 \pm 1,9$) e com saliva (BM-S) ($8,0 \pm 1,6$ MPa), existindo superioridade estatística do Grupo BC comparado aos demais ($P < 0.05$). A presença da saliva interferiu negativamente apenas no comportamento mecânico dos tubos convencionais ($P < 0.05$).

O padrão de falha obtido para os quatro grupos experimentais está apresentado na Figura 4. Para os Grupos BC e BC-S, observou-se com maior frequência a ocorrência dos escores 1 (50%) e 2 (50%). Já para os Grupos BM e BM-S, foi possível observar predominância (70%) de falha mista (Escore E).

Figura 4 - Padrão de falha para os quatro grupos experimentais.



Fonte: Os autores.

Há controvérsias na literatura quanto à influência da saliva na resistência de união na colagem de acessórios ortodônticos, visto que alguns trabalhos relatam que a contaminação aumenta a resistência de união (OZTOPRAK *et al.*, 2007). Outros autores, como Cacciafesta *et al.* (2003) e Sari *et al.* (2014), demonstram que não há interferência ou nenhuma diminuição significativa da resistência de união após a contaminação salivar (TURK *et al.*, 2007). A justificativa principal relacionada a esses distintos resultados refere-se às variações metodológicas relacionadas ao uso de saliva artificial ou natural, à composição e quantidade de saliva (MARIA *et al.*, 1995), assim como às diferentes técnicas de colagem.

A fim de minimizar a influência da contaminação salivar, alguns métodos têm sido propostos, tais como o uso de materiais hidrofílicos cujo comportamento é pouco ou nada influenciado pela superfície umedecida (ZACHRISSON, 1977; ELIADES *et al.*, 2000). No presente estudo, porém, o sistema adesivo não apresentava esta característica, visto que o objetivo era avaliar a modificação na base de colagem, tanto em meio seco como contaminado, tendo como expectativa melhora ou manutenção da resistência de união. No entanto, foi possível observar que a contaminação com saliva interferiu negativamente nos valores de resistência de união dos grupos com tubos convencionais, uma vez que foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os Grupos BC e BC-S. Contudo, o ambiente úmido não interferiu no resultado dos tubos com base modificada (Grupos BM e BM-S).

Outra variável significativa em dentes posteriores é a ausência de uniformidade na espessura da resina sob os tubos devido à presença de sulcos bucais. Neste estudo, foi utilizado um tensiômetro para realizar uma pressão padronizada no tubo para manter a espessura de cimentação uniforme para todas as amostras (CACCIAFESTA *et al.*, 2003; IMANI *et al.*, 2018).

Sabe-se que o material de colagem ideal deve possuir adequada resistência de união ao dente e, durante a descolagem, deve ser removido sem causar danos ao esmalte dentário, mantendo-o mais

semelhante possível à sua condição inicial (LAMPER *et al.*, 2014). O teste de resistência ao cisalhamento representa o método de escolha para avaliar a eficiência dos sistemas de união ortodôntica (RIBEIRO *et al.*, 2008; MELGAÇO *et al.*, 2011; CÂMARA *et al.*, 2017). A literatura científica aponta que o valor mínimo de resistência ao cisalhamento para uso clínico pode variar entre 5,9 e 7,8 MPa (REYNOLDS, 1975; REYNOLDS; VON FRAUNHOFER, 1977). Ainda assim, apesar de uma referência muito clássica, este estudo apresenta limitações importantes.

A resina composta Transbond XT foi utilizada como agente de colagem, conforme a maioria dos trabalhos que utiliza esta metodologia para permitir avaliação comparativa com outros estudos (RIBEIRO *et al.*, 2008; MELGAÇO *et al.*, 2011; BERTOZ *et al.*, 2012). Esse compósito é um material padrão ouro em vários estudos *in vitro*, apresentando valores de resistência de união que variam de 7 MPa a 19 MPa (RIBEIRO *et al.*, 2008; MELGAÇO *et al.*, 2011; CÂMARA *et al.*, 2017). Ao comparar os resultados do presente estudo com os valores de referência de Reynolds e Von Fraunhofer (1977) e também com estudos anteriores que avaliaram o mesmo compósito (RIBEIRO *et al.*, 2008; MELGAÇO *et al.*, 2011; BERTOZ *et al.*, 2012), em que tubos ortodônticos modificados pela inclusão de malha metálica soldada à base foram utilizados, obteve-se valores de resistência de união muito próximos ao valor mínimo considerado por Reynolds (1975), mas inferiores aos de estudos mais recentes (RIBEIRO *et al.*, 2008; MELGAÇO *et al.*, 2011; CÂMARA *et al.*, 2017).

Os resultados encontrados em nossa pesquisa mostraram que a inclusão da malha metálica ao tubo pré-fabricado não demonstrou aumento da resistência de união, uma vez que a resistência de união foi significativamente maior para os grupos com bases convencionais, mesmo diante da contaminação salivar. Este resultado foi semelhante ao de trabalhos prévios em que o aumento ou modificação da base de colagem não produziu maiores valores de resistência de união (TALPUR *et al.*, 2012). Portanto sugere-se considerar que a interpretação de qualquer relação entre tamanho da base e descolagem depende diretamente do método de colagem (TALPUR *et al.*, 2012).

A classificação quanto ao índice de remanescente adesivo foi realizada de acordo com o escore proposto por Artun e Bergland (1984) e tem sido usado como método padrão em diversos estudos (ROMANO *et al.*, 2005; RASTELLI, 2010). Neste estudo, foi preciso considerar a superfície do tubo, pois nos Grupos BM e BM-S a malha metálica geralmente não se descolava completamente da superfície do esmalte. Portanto, não era possível avaliar a superfície do dente. Sendo assim, para avaliar esses grupos, foi proposto um novo escore cujo foco era avaliar a relação entre tubo e malha.

Durante a descolagem do tubo, podem ocorrer três tipos de falha, sendo elas: adesiva entre a interface compósito resinoso/tubo, coesiva do compósito ou adesiva entre a interface compósito resinoso/esmalte. Uma forte adesão ao esmalte pode resultar na descolagem da interface compósito resinoso/esmalte, causando fraturas na superfície do esmalte, o que, segundo estudo prévio, seria um resultado indesejável (escore 0), pois estaria mais próximo de danificar a superfície do esmalte (GRUNHEID; LARSON, 2019). Ao final das avaliações, nenhuma ocorrência de escore 0 foi observada neste estudo.

Contudo, nos Grupos BC e BC-S, os escores 1 e 2 ocorreram com mais frequência, sendo igualmente distribuídos. Escore 1 indica que mais da metade do compósito ficou aderido ao tubo, o que representa uma falha coesiva. A vantagem desse resultado é que há menos remanescente adesivo a ser removido da superfície do esmalte, diminuindo a chance de provocar danos a essa estrutura quando no uso de instrumentais rotatórios (DUTRA *et al.*, 2009).

Por outro lado, estudos defendem que o escore 2, que corresponde a 50% do nosso resultado, seria mais favorável. Isso porque menos da metade do compósito estaria aderido ao tubo, ou seja, haveria mais remanescente adesivo sobre a superfície de esmalte, o que resultaria em maior segurança no processo de descolagem, visto que diminuiria a chance de fratura do esmalte (RETIEF, 1974; PENIDO *et al.*, 2008; PITHON *et al.*, 2008).

O comportamento de descolagem foi diferente nos quatro grupos porque sem a malha metálica, os tubos descolaram completamente da superfície do esmalte. Por outro lado, nos tubos com base modificada, foi observada que a malha metálica rasgou, sem necessariamente descolar os tubos

na interface tubo/malha. Especula-se que clinicamente este padrão de descolagem proporcione menor desconforto ao paciente, pois os tubos não desprendem completamente.

A partir dos resultados obtidos, a resistência de união pelo aumento da área da base foi enfraquecida ao invés de reforçada. Entretanto, a modificação no desenho e na espessura da malha poderia proporcionar resultados mais satisfatórios e benéficos quanto ao padrão de descolagem. Portanto, estudos adicionais são sugeridos para testar essas modificações. Tal especulação é feita porque outros estudos mostraram diferentes resultados com tubos com bases de características distintas (LOPEZ, 1980; O'BRIEN; WATTS; READ, 1988).

Do ponto de vista clínico, poderia ser vantajoso usar a extensão da área de colagem com malha metálica, pois o tubo modificado era descolado na maioria das vezes e ficava aderido ao dente, o que seria menos desconfortável para o paciente no dia-a-dia da clínica. Portanto, os resultados sugerem que mais estudos sejam realizados para verificar se o uso de uma malha mais grossa poderia ser mais vantajoso para evitar rasgos, obtendo assim melhor fixação e estabilidade.

CONCLUSÃO

A resistência de união para os tubos convencionais foi maior quando comparado aos tubos com bases modificadas. Contudo, foi verificado que a contaminação com saliva durante a colagem dos acessórios que tiveram este aumento não interferiu na resistência de união, ao passo que esta interferência foi notada nos tubos que não tiveram suas bases modificadas.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, S. A. Effects of orthodontic attachments on the gingival health of permanent second molars. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 100, n. 4, p. 337-340, 1991.
- ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **American Journal of Orthodontics**, v. 85, n. 4, p. 333-340, 1984.
- ASSAD-LOSS, T. F.; TOSTES, M.; MUCHA, J. N. Influence of saliva contamination on the shear bond strength of adhesives on enamel. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 17, n. 2, e31-36, 2012.
- BANKS, P.; MACFARLANE, T. V. Bonded versus banded first molar attachments: a randomized controlled clinical trial. **Journal of Orthodontics**, v. 34, n. 2, p. 128-136, 2007.
- BERTOZ, A. P. M. *et al.* Avaliação da resistência adesiva de diferentes sistemas resinosos de colagem ortodôntica. **Archives of Health Investigation**, v. 1, n. 1, p. 24-32, 2012.
- BISHARA, S. E. *et al.* The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. **Angle Orthodontist**, v. 72, n. 6, p. 554-557, 2002.
- BOYD, R. L.; BAUMRIND, S. Periodontal considerations in the use of bonds or bands on molars in adolescents and adults. **Angle Orthodontist**, v. 62, n. 2, p. 117-126, 1992.
- BRAUCHLI, L. *et al.* Influence of enamel conditioning on the shear bond strength of different adhesives. **Journal Orofacial Orthopedics**, v. 71, n. 6, p. 411-420, 2010.

- CACCIAFESTA, V. *et al.* Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 129, n. 2, p. 273-276, 2003.
- CÂMARA, A. D. O. *et al.* Resistência ao cisalhamento de braquetes colados com dois tipos de agentes de união e expostos à ação de bebidas ácidas. **Revista Brasileira de Ciência e Saúde**, v. 21, n. 4, p. 291-298, 2017.
- CAMPOY, M. D.; VICENTE, A.; BRAVO, L. A. Effect of saliva contamination on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. **Angle Orthodontist**, v. 75, n. 5, p. 865-869, 2005.
- DUTRA, G. A. A. *et al.* Avaliação comparativa *in vitro* da resistência à força de cisalhamento apresentada pelo bráquete cerâmico InVutm. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 9, n. 2, p. 173-179, 2009.
- ELIADES, T. *et al.* Degree of cure of orthodontic adhesives with various polymerization initiation modes. **European Journal Orthodontics**, v. 22, n. 4, p. 395-399, 2000.
- ERVERDI, N. *et al.* Investigation of bacteremia after orthodontic banding and debanding following chlorhexidine mouth wash application. **Angle Orthodontist**, v. 71, n. 3, p. 190-194, 2001.
- EVANS, L. S. *et al.* A comparison of shear bond strengths among different self-etching primers. **Texas Dental Journal**, v. 126, n. 4, p. 312-319, 2009.
- FINGER, W.; JORGENSEN, K. D. Inhibition of polymerization by oxygen in composite filling materials and enamel sealers. **Swiss Dental Journal SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd**, v. 86, n. 8, p. 812-824, 1976.
- GANGE, P. The evolution of bonding in orthodontics. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 147, n. 4 Suppl., p. S56-63, 2015.
- GRUNHEID, T.; LARSON, B. E. A comparative assessment of bracket survival and adhesive removal time using flash-free or conventional adhesive for orthodontic bracket bonding: A split-mouth randomized controlled clinical trial. **Angle Orthodontist**, v. 89, n. 2, p. 299-305, 2019.
- IMANI, M. M. *et al.* Effect of cyclic loading on shear bond strength of orthodontic brackets: an *in vitro* study. **Journal of Dentistry (Tehran)**, v. 15, n. 6, p. 351-357, 2018.
- KHANEHMASJEDI, M. *et al.* Comparative evaluation of shear bond strength of metallic brackets bonded with two different bonding agents under dry conditions and with saliva contamination. **Journal of the Chinese Medical Association**, v. 80, n. 2, p. 103-108, 2017.
- KNOLL, M.; GWINNETT, A. J.; WOLFF, M. S. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. **American Journal of Orthodontics**, v. 89, n. 6, p. 476-479, 1986.
- LAMPER, T. *et al.* Self-etch adhesives for the bonding of orthodontic brackets: faster, stronger, safer? **Clinical Oral Investigation**, v. 18, n. 1, p. 313-319, 2014.
- LOPEZ, J. I. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. **American Journal of Orthodontics**, v. 77, n. 6, p. 669-678, 1980.

- MACCOLL, G. A. *et al.* The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 113, n. 3, p. 276-281, 1998.
- MAIJER, R.; SMITH, D. C. Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. **American Journal of Orthodontics**, v. 79, n. 1, p. 20-34, 1981.
- MELO, M. M. C. *et al.* Risk factors for periodontal changes in adult patients with banded second molars during orthodontic treatment. **Angle Orthodontist**, v. 82, n. 2, p. 224-228, 2012.
- MARIA, B. J. *et al.* Pseudoaneurysm of the brachiocephalic artery caused by blunt chest trauma. **Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery**, v. 110, n. 3, p. 863-865, 1995.
- MELGAÇO, C. A. *et al.* Resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos utilizando sistema adesivo autocondicionante. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 16, n. 4, p. 73-78, 2011.
- MILLETT, D. T. *et al.* Bonded molar tubes--an *in vitro* evaluation. **Angle Orthodontist**, v. 71, n. 5, p. 380-385, 2001.
- MURRAY, P. G.; MILLETT, D. T.; CRONIN, M. Bonded molar tubes: a survey of their use by specialist orthodontists. **Journal of Orthodontics**, v. 39, n. 2, p. 129-135, 2012.
- O'BRIEN, K. D.; WATTS, D. C.; READ, M. J. Residual debris and bond strength-is there a relationship? **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 94, n. 3, p. 222-230, 1988.
- ØGAARD, B.; FJELD, M. The enamel surface and bonding in orthodontics. **Seminars in Orthodontics**, v. 16, n. 1, p. 37-48, 2010.
- OZTOPRAK, M. O. *et al.* Effect of blood and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with 4 adhesives. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 131, n. 2, p. 238-242, 2007.
- PENIDO, S. M. M. O. *et al.* Estudo *in vivo* e *in vitro* com e sem termociclagem, da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com fonte de luz halógena. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 13, n. 3, p. 66-76, 2008.
- PITHON, M. M. *et al.* Avaliação da resistência ao cisalhamento do compósito Right-On em diferentes condições de esmalte. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 13, n. 3, p. 60-65, 2008.
- 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 Orthodontist**, v. 74, n. 2, p. 264-268, 2004.
- RASTELLI, M. C. Evaluation of shear bond strength of brackets bonded with orthodontic fluoride-releasing composite resins. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 15, n. 3, p. 106 - 113, 2010.
- RETIEF, D. H. A comparative study of three etching solutions. Effects on contact angle, rate of etching and tensile bond strength. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 1, n. 4, p. 381-390, 1974.

REYNOLDS, I. R. A review of direct orthodontic bonding. **British Journal of Orthodontics**, v. 2, n. 3, p. 171-178, 1975.

REYNOLDS, I. R.; VON FRAUNHOFER, J. A. Direct bonding in orthodontics: a comparison of attachments. **British Journal of Orthodontics**, v. 4, n. 2, p. 65-69, 1977.

RIBEIRO, J. L. O. *et al.* Avaliação da resistência adesiva e do padrão de descolagem de diferentes sistemas de colagem de braquetes associados à clorexidina. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 13, n. 4, p. 2008.

ROMANO, F. L. *et al.* Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with Self-Etching Primer. **Angle Orthodontist**, v. 75, n. 5, p. 849-853, 2005.

ROMANO, F. L. *et al.* Análise *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 9, n. 6, p. 63-69, 2004.

SARI, M. N. *et al.* Effect of nano-hydroxyapatite incorporation into resin modified glass ionomer cement on ceramic bracket debonding. **Journal of Islamic Dental Association of Iran**, v. 26, n. 3, p. 208-213, 2014.

SCOUGALL-VILCHIS, R. J.; OHASHI, S.; YAMAMOTO, K. Effects of 6 self-etching primers on shear bond strength of orthodontic brackets. **American Journal Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 135, n. 4, p. 424 e421-427; discussion 424-425, 2009.

SHAIK, J. A. *et al.* *In vitro* evaluation of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesives. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 9, n. 2, p. 289-292, 2018.

TALPUR, M. *et al.* The relationship between base dimensions, force to failure, and shear bond strengths of bondable molar tubes. **Angle Orthodontist**, v. 82, n. 3, p. 536-540, 2012.

TURK, T. *et al.* Saliva contamination effect on shear bond strength of self-etching primer with different debond times. **Angle Orthodontist**, v. 77, n. 5, p. 901-906, 2007.

ZACHRISSON, B. J. A post-treatment evaluation of direct bonding in Orthodontics. **American Journal of Orthodontics**, v. 71, n. 2, p. 173-189, 1977.

ZACHRISSON, B. U. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. **American Journal of Orthodontics**, v. 69, n. 3, p. 285-300, 1976.