

Resistência ao cisalhamento de esporões colados em dentes decíduos e permanentes

Shear bond strength of lingual spurs bonded in deciduous and permanent teeth

Paulo Henrique Rossato¹
Paula Vanessa Pedron Oltramari²

Objetivo: Avaliar a resistência ao cisalhamento do esporão lingual colado, em diferentes substratos (decíduo e permanente) e com diferentes malhas. Foram preparados 80 corpos de prova com molares humanos (40 decíduos e 40 permanentes). Os dentes receberam esporões colados e foram divididos igualmente em 4 grupos: D1, dentes decíduos, esporões Morelli; D2, dentes decíduos, esporões 3M *Oral Care*; P1, dentes permanentes, esporões Morelli; P2, dentes permanentes, esporões 3M *Oral Care*. Realizou-se ensaio mecânico de resistência ao cisalhamento em máquina de teste universal EMIC, com velocidade de 0,5mm/min. Ainda, verificou-se o Índice de Remanescente Adesivo (IRA). Os resultados obtidos entre os substratos e as diferentes malhas foram comparados por meio do teste ANOVA a 2 critérios. Para todos os testes foi adotado $\alpha=5\%$ e IC 95%. Não houve diferença na resistência ao cisalhamento no que se refere ao substrato (decíduo x permanente, $p=0,116$); porém verificou-se diferença para o tipo de malha nos dentes permanentes, com P1 apresentando resistência superior ao P2 ($p<0,001$). Não houve interação entre os fatores (substrato x malha, $p=0,227$). Verificou-se que os dentes decíduos apresentaram menor quantidade de remanescente adesivo aderido à superfície de esmalte em relação aos dentes permanentes. Ainda, observou-se que o fator malha influenciou o IRA, pois os grupos D1 e P1 apresentaram escores mais baixos (0 e 1, respectivamente), enquanto que os grupos D2 e P2 apresentaram maior frequência do escore 3. Contudo, os valores obtidos para ambos os substratos e malhas são aceitáveis do ponto de vista clínico. Os esporões colados possuem resistência ao cisalhamento adequada ao uso clínico, tanto em dentes decíduos quanto permanentes, apesar das diferenças entre as malhas testadas. Contudo, estudos clínicos são necessários para atestar a utilização destes acessórios, avaliando possíveis riscos relacionados à descolagem.

Palavras-chave: Mordida aberta, Aparelhos Ortodônticos, Ortodontia, Ortodontia Interceptora, Resistência ao Cisalhamento

Abstract: To evaluate the shear bond strength of the bonded lingual spur, in different substrates (deciduous and permanent) and with different meshes. 80 specimens were prepared with human molars (40 deciduous and 40 permanent). The teeth received bonded spurs and were equally divided into 4 groups: D1, deciduous teeth, Morelli spurs; D2,

¹ Instituto Federal do Paraná – Campus Londrina, paulo.rossato@ifpr.edu.br

² Universidade Anhanguera (UNIDERP) - Departamento de Ortodontia, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. pvoltramari@hotmail.com

deciduous teeth, spurs 3M *Oral Care*; P1, permanent teeth, Morelli spurs; P2, permanent teeth, 3M *Oral Care* spurs. A mechanical test of shear bond strength was performed in a EMIC universal test machine with a head speed of 0.5mm / min. Also, the Adhesive Remnant Index (ARI) was verified. The results obtained between the substrates and the different meshes were compared by means of the 2-way ANOVA test. For all tests, $\alpha = 5\%$ and 95% CI were used. There was no difference in shear bond strength with respect to the substrate (deciduous x permanent, $p = 0.116$); however, there was a difference in the type of mesh in permanent teeth, with P1 showing higher values than P2 ($p < 0.001$). There was no interaction between the factors (substrate x mesh, $p = 0.227$). It was verified that the deciduous teeth had less amount of ARI to the enamel surface in relation to the permanent teeth. It was also observed that the mesh factor influenced the ARI, since the D1 and P1 groups had lower scores (0 and 1, respectively), while the D2 and P2 groups showed a higher frequency of score 3. However, the bond strength obtained for both substrates and meshes are clinically acceptable. Bonded spurs have adequate shear bond strength for clinical use, both in deciduous and permanent teeth, despite the difference between the meshes tested. However, clinical studies are required to substantiate the use of these accessories, assessing possible risks related to fall-off.

Keywords: Open bite, Orthodontic appliances, Orthodontics, Interceptive, Shear Strength

INTRODUÇÃO

A mordida aberta anterior (MAA) é definida pela deficiência vertical na relação oclusal, resultando em ausência de trespasse entre os dentes antagonistas¹ o que causa grande comprometimento nas funções mastigatória e fonatória, além de prejudicar a estética e afetar a autoestima do paciente, justificando sua correção².

Em geral, quando é causada por algum hábito deletério, a mordida aberta corrige-se espontaneamente com a eliminação do hábito³. Nesse sentido, a criança deve ser estimulada pelos pais e ortodontistas a abandonar o hábito⁴. Dependendo do grau de severidade, os casos em que não há remoção espontânea, é necessária a utilização de um aparelho ou associar diferentes dispositivos que permitam a correção da mordida aberta ainda em idade precoce¹.

Existem diversos dispositivos descritos na literatura utilizados para o tratamento da MAA⁵⁻¹². Dentre eles, o esporão colado apresenta-se como um método rápido e de baixo custo ^{9, 10, 13}, sendo excelente opção de tratamento por permitir o desenvolvimento normal da região dentoalveolar anterior, uma vez que impede o hábito de sucção digital, interposição lingual e a postura anteriorizada da língua na posição de repouso^{7, 14, 15}.

O esporão colado ou reeducador lingual é um acessório ortodôntico fixo idealizado com base nos princípios dos esporões tradicionais, utilizado no tratamento da deglutição atípica por pressionamento lingual, podendo ser aplicado tanto ao arco superior como ao inferior⁷. Este esporão apresenta duas hastes afiladas soldadas à uma base com malha para colagem nas superfícies linguais ou palatinas¹³.

Considerando que este dispositivo já é bastante aceito na literatura para tratamento na fase de dentadura mista e permanente ^{7, 9-12}; e a ausência de estudos mecânicos deste acessório, o objetivo deste estudo foi comparar a resistência ao cisalhamento dos esporões colados na face palatina/lingual de molares decíduos e permanentes, com vistas a verificar a viabilidade da utilização deste acessório para o tratamento da MAA tanto na dentadura

decídua quanto na permanente.

MATERIAL E MÉTODOS

Antes do início do estudo, este projeto de pesquisa teve o parecer aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UNOPAR (CAAE: 52522015.1.0000.0108).

Devido à ausência de estudos semelhantes na literatura utilizando esporões colados, o cálculo do tamanho amostral foi realizado com base em dados de testes de resistência ao cisalhamento de bráquetes disponíveis na literatura. Verificou-se que uma amostra de 18 dentes seria adequada (Ribeiro; Martins, 2017), considerando nível de significância de 5% e poder estatístico de 80%. Além disso, para assegurar uma amostra apropriada caso ocorresse alguma falha inevitável, foram utilizados 20 espécimes por grupo. Portanto, para este estudo foram selecionados 80 molares humanos (40 decíduos e 40 permanentes), sem defeitos visíveis, esfoliados naturalmente ou indicados para extração. Todos os dentes incluídos nesta amostra foram obtidos após os responsáveis legais terem assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para de doação de dentes humanos.

Após a doação, os dentes foram limpos, desinfetados em solução de cloramina à 0,5% por 7 dias e congelados até início do experimento conforme indicação da ISO/TS 11405 (2015)¹⁶. Para início dos testes, os dentes foram embutidos em tubo de PVC com resina acrílica autopolimerizável, deixando a face palatina ou lingual livre e paralela ao eixo vertical por meio do uso de um planificador adaptado (Figura 1). As faces palatina ou lingual de todas as amostras foram submetidas à profilaxia com pedra-pomes e água, com auxílio de escova tipo Robinson (KG Sorensen), montada em contra-ângulo, com baixa velocidade de rotação por 20 segundos. As escovas foram substituídas por outras novas a cada 5 dentes, propiciando padronização na ação mecânica de profilaxia em todos os dentes. Em seguida, os dentes foram lavados em água corrente por 10 segundos e secos com leves jatos de ar comprimido, livre de óleo, por 20 segundos.

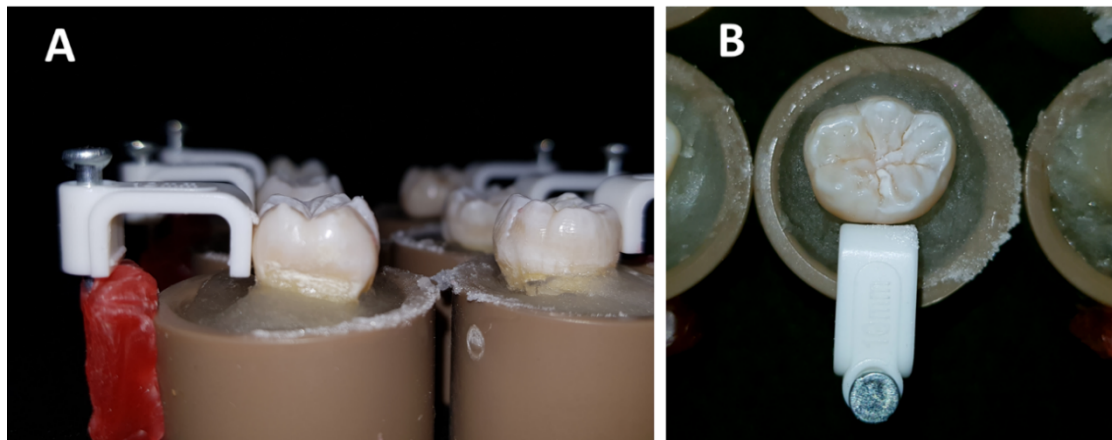


Figura 1. Corpo de prova embutido em PVC utilizando planificador adaptado para posicionar a superfície palatina ou lingual livre e paralela ao eixo vertical. A) vista lateral; B) vista superior

Após preparação e limpeza iniciais, Todos os dentes foram preparados de maneira convencional: condicionados com gel de ácido fosfórico a 37% por 30 segundos e lavados por 20 segundos. O esmalte foi seco com ar comprimido isento de óleo e umidade, e uma fina camada uniforme do primer adesivo fotopolimerizável Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA) foi aplicada e fotopolimerizada por 15 segundos. Os acessórios foram colados utilizando o sistema adesivo Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) de acordo com a recomendação do fabricante e, para cada amostra, o esporão lingual foi pressionado firmemente para ser perfeitamente assentado na superfície do esmalte. Para padronização da força aplicada, utilizou-se um Dinamômetro Ortodôntico aplicando 100 g de magnitude de força (Morelli -Ref 427172). Durante o período que estava sendo mantido em posição foram removidos os excessos de resina com o auxílio de uma sonda exploradora. Para polimerização do sistema adesivo, utilizou-se aparelho fotopolimerizador Radium Cal, SDI (Dental Limited, Bayswater, VIC, Austrália), por 20 segundos.

Após a colagem, as amostras foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (Tabela 1), de acordo com o tipo de malha do esporão colado: D1 (n=20, decíduos) esporão lingual Morelli (Morelli Ortodontia, SP, Brasil ref. 30.60.002); D2 (n=20, decíduos) esporão lingual 3M *Oral Care* (3M *Oral Care*,

Monrovia, CA, USA); P1 (n=20, permanentes), esporão lingual Morelli; P2 (n=20, permanentes) esporão lingual 3M *Oral Care* (Figura 2) e armazenadas durante 24 horas em água destilada/deionizada em estufa a 37°C.

Tabela 1. Distribuição das amostras nos grupos experimentais considerando os dois fatores estudados: substrato (D=decíduo e P=Permanente) e malha (1= Morelli e 2= 3M *Oral Care*).

VARIÁVEL <i>Malha</i>	<i>Substrato</i>	
	<i>Dente Decíduo (D)</i>	<i>Dente Permanente (P)</i>
1	D1 (n=20)	P1 (n=20)
2	D2 (n=20)	P2 (n=20)

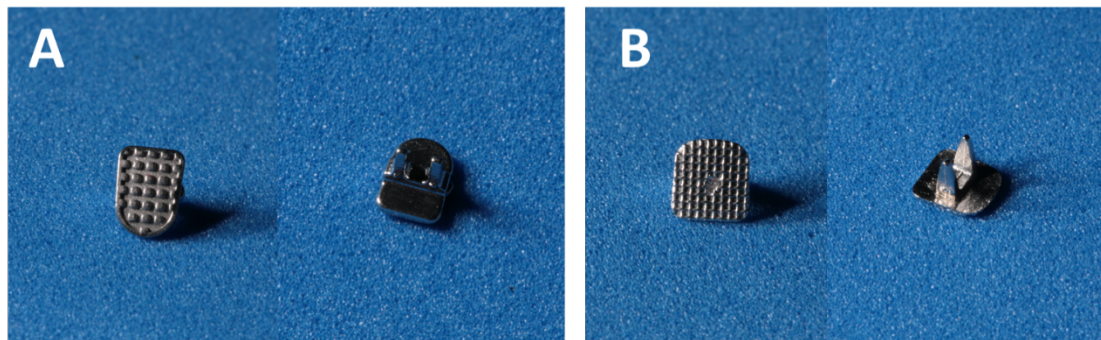


Figura 2. A) Esporão malha Morelli; B) Esporão malha 3M *Oral Care*

Transcorridas as 24 horas, os corpos de prova foram adaptados em um cilindro com mordentes regulando sua posição, de maneira a receberem o movimento paralelo à face lingual ou palatina (Figura 3). O cinzel de cisalhamento foi posicionado na interface acessório/esmalte. O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado em máquina de ensaio universal (EMIC DL 2000), regulada para uma velocidade de 0,5 mm/min, célula de carga de 50 kgf, até a remoção do acessório (esporão lingual)¹⁷.

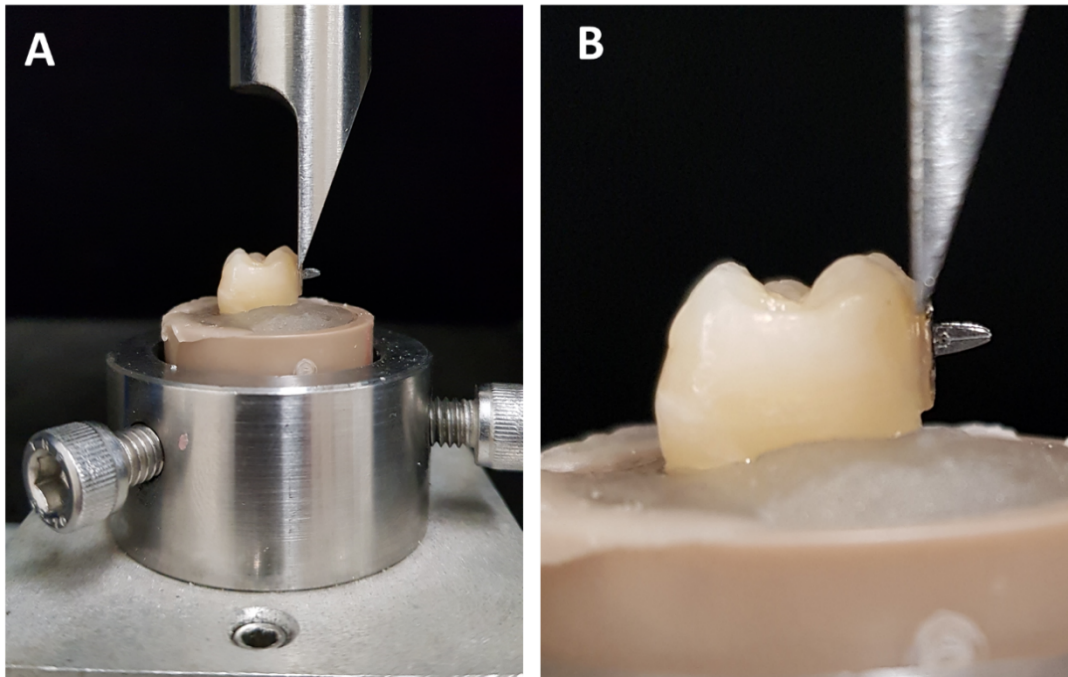


Figura 3. A) Corpo de prova adaptado em um cilindro com mordentes regulando sua posição, cinzel paralelo à face dentária; B) Vista aproximada

A resistência ao cisalhamento (MPa) foi calculada a partir dos resultados obtidos (em N) divididos pela área de adesão. De acordo com os fabricantes, as áreas da malha de colagem dos esporões são de 9,4 mm² e 9,93 mm² para os esporões Morelli e 3M *Oral Care*, respectivamente.

Os remanescentes adesivos foram visualizados em lupa estereoscópica para a determinação do Índice de Remanescente Adesivo (IRA)¹⁸, seguindo os seguintes critérios: escore 0, ausência de material aderido ao dente; escore 1, menos da metade do material aderido ao dente; escore 2, mais da metade do material aderido ao dente; escore 3, todo material aderido ao dente, inclusive a impressão de malha do acessório.

Tratamento Estatístico

Os dados da resistência ao cisalhamento (MPa), considerando-se o substrato (dente decíduo e dente permanente) e malha (Morelli e 3M *Oral Care*) foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, e comparados por meio do teste ANOVA a dois critérios, seguido pelo pós-teste

de Tukey. Ainda, o índice de remanescente adesivo (IRA) para os grupos experimentais, foram expressos por meio de dados descritivos. Os testes estatísticos foram realizados no programa BioEstat versão 5.3 (Instituto Marimauá, Belém, Pará, Brasil), e para todas as comparações foi adotado o nível de significância de 5% e intervalo de confiança (IC) de 95%.

RESULTADOS

A Tabela 2 demonstra os resultados descritivos obtidos para os grupos testados.

Não houve diferença significativa na resistência ao cisalhamento no que se refere ao tipo de substrato (decíduo x permanente, $p=0,116$). Entretanto, verificou-se diferença significativa ao considerar o fator malha na comparação entre os dentes permanentes, sendo o grupo P1 com resistência superior ao grupo P2 ($p<0,001$) (Tabela 3). Não houve interação entre os fatores (substrato x malha, $p=0,227$).

Tabela 2. Média, desvio-padrão, tensões máxima e mínima para resistência ao cisalhamento dos testados (D1= decíduo Morelli; D2= decíduo 3M *Oral Care*; P1= permanente Morelli; P2= permanente 3M *Oral Care*)

Grupo	n	Média	Desvio-Padrão	95% Intervalo de Confiança		Tensão Mínima	Tensão Máxima
				Limite Inferior	Limite Superior		
D1	20	18,39	5,39	15,350	19,552	10,4	30,9
D2	20	14,98	7,32	12,202	16,252	4,34	27,9
P1	20	22,77	5,98	20,352	24,502	13,5	34,2
P2	20	15,56	8,72	12,952	17,701	7,28	38,9

Tabela 3. Resistência ao cisalhamento de esporões colados considerando o substrato (dente decíduo x dente permanente) e malha (Morelli x 3M *Oral Care*): Média, Desvio Padrão, ANOVA a 2 critérios seguido pelo teste de Tukey

Variável	Substrato		p
	Decíduo	Permanente	
Malha			

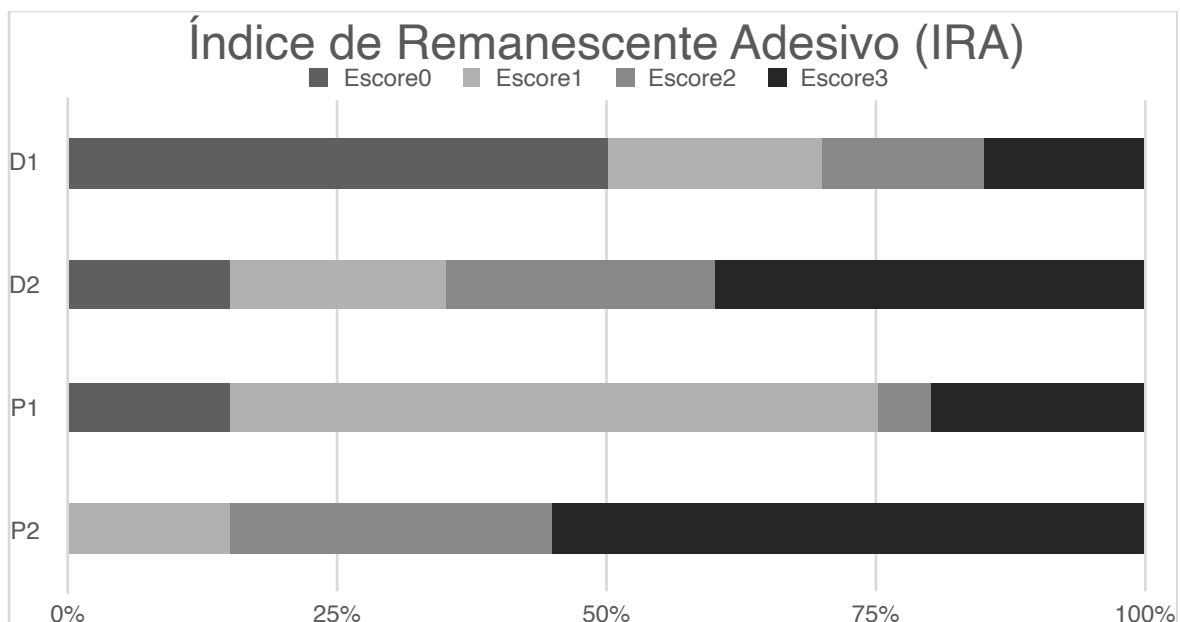
Malha	Média (DP)	Média (DP)	
1	18,39 (5,39) Aa	22,77 (5,98) Ab	0,116
2	14,98 (7,32) Aa	15,56 (8,72) Aa	
p	0,001*		
Interação	0,227		

Letras maiúsculas iguais (linhas) indicam semelhança entre os grupos para o critério substrato ($p=0,116$)
Letras minúsculas diferentes (colunas) indicam diferença significativa entre os grupos para o critério malha/
marca comercial ($p<0,001$)

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

Com relação ao IRA, verificou-se que os dentes decíduos apresentaram menor quantidade de remanescente adesivo aderido à superfície de esmalte em relação aos dentes permanentes. Ainda, observou-se que o fator malha influenciou o IRA, pois os grupos D1 e P1 apresentaram IRA com escores mais baixos (0 e 1, respectivamente), enquanto que para os grupos D2 e P2 verificou-se maior frequência do escore 3 (Gráfico 1).

Gráfico 1. Índice de Remanescente Adesivo (IRA) nos grupos avaliados



DISCUSSÃO

Uma vez que a MAA apresenta alta prevalência na dentadura decídua e

mista, sua correção precoce continua motivo de interesse para a Ortodontia². A intervenção no período final da dentadura decídua e início da dentadura mista tem sido recomendada para a obtenção de melhores resultados e estabilidade¹².

A MAA pode ser tratada com diversos dispositivos que auxiliem a remoção do hábito e permitam a correção ainda em idades precoces¹. O uso dos esporões tem sido preconizado desde o início do século XX para permitir o desenvolvimento normal da região dentoalveolar anterior, impedindo o hábito de sucção digital, interposição lingual e postura anteriorizada da língua¹⁹. Com o advento dos procedimentos adesivos após a publicação de Buonocore (1955)²⁰ promoveu-se a substituição gradual de acessórios ortodônticos bandados para colados à superfície do dente, assim como a possibilidade de utilização dos esporões colados às faces palatinas ou linguais.

Nogueira et al. (2005)¹³ apresentaram a proposta de um dispositivo com duas hastes afiladas soldadas à uma base com malha para colagem nas superfícies linguais ou palatinas. As vantagens deste dispositivo tem sido relatadas na literatura como simplicidade de instalação e baixo custo^{7, 9, 10}. Apesar dos eficientes resultados demonstrados na correção da MAA^{7, 12} e aceitação por parte dos pacientes¹⁰, até o desenvolvimento deste estudo, não havia na literatura estudos *in vitro* que comprovassem a propriedade mecânica destes dispositivos.

Para a segura utilização destes dispositivos em crianças, há que se verificar a chance de descolagem desses acessórios. Desta forma, o teste de resistência ao cisalhamento é o método mais comumente utilizado para estudos *in vitro* no intuito de determinar a verdadeira força de adesão de determinado sistema adesivo ao esmalte^{17, 21, 22}.

Esta preocupação é relevante, pois os dentes decíduos apresentam diferenças em relação aos dentes permanentes, o que poderia influenciar a adesão²³. Os dentes decíduos apresentam menor porcentagem de Ca e P, menor espessura de esmalte e maior densidade numérica de prismas quando comparados aos dentes permanentes²³. Esta diferença na composição química

e histológica poderia influenciar na adesão dos esporões, sobretudo se o tempo de condicionamento do esmalte for o mesmo. No entanto, o presente estudo verificou que não houve diferença significativa entre os substratos (dente decíduo e dente permanente).

Além da composição química, outros fatores podem afetar a resistência ao cisalhamento, tais como o tamanho da malha e adequada profilaxia¹⁷. Os esporões testados no presente estudo apresentam área da base e desenhos de malha diferentes. Esses fatores podem ter influenciado os resultados obtidos, uma vez que o grupo P1 apresentou resistência ao cisalhamento significativamente maior que o grupo P2, mostrando diferença para o fator malha. Com relação à profilaxia, este procedimento foi padronizado para todos os grupos e não poderia influenciar os resultados do presente estudo.

Outro aspecto relevante verificado neste estudo se relaciona ao IRA, que representa a quantidade de adesivo remanescente verificado no esmalte após a descolagem dos acessórios. Os dados do presente estudo demonstraram que o IRA observado após descolagem nos dentes permanentes foi maior (maior quantidade de adesivo remanescente) em relação aos dentes decíduos, independente da malha. Isso aponta para uma maior interação do adesivo com o substrato permanente, de acordo com estudos prévios^{18, 21}. Destaca-se, ainda, que a malha influenciou o IRA nos dentes permanentes, uma vez que os esporões com a malha 3M *Oral Care* apresentaram maior IRA em comparação aos esporões com malha Morelli. Os resultados indicam que no grupo P2 houve maior remanescente adesivo na superfície de esmalte em comparação ao grupo P1. Esse resultado, corrobora com estudos prévios^{17, 22} que demonstraram que o tipo de malha dos acessórios ortodônticos pode influenciar diretamente sua resistência de união aos dentes permanentes. O mesmo resultado não foi verificado no presente estudo para dentes decíduos.

Um estudo prévio de revisão sistemática com meta-análise de estudos in vitro demonstrou que a resistência de união de acessórios ortodônticos colados varia de 3,5 a 27,8 MPa¹⁷. Ainda, observa-se que as implicações clínicas dos

estudos *in vitro* que avaliam a resistência de união de acessórios ortodônticos geralmente são baseadas na recomendação do artigo de Revisão de Literatura de Reynolds (1975)²⁴, que descreve valores “cl clinicamente aceitáveis” entre 6-8MPa. Contudo, uma vez que esses valores reportados por Reynolds (1975) não foram de fato testados e definidos como suficientes, há que se ter cuidado ao extrapolar valores obtidos em estudos *in vitro* para a prática clínica^{21, 22}.

Ainda, uma limitação deste estudo se refere à falta da realização da termociclagem. No entanto, assim como relatado por Finnema et al. (2010)¹⁷ em uma revisão sistemática, nem todos os estudos reportaram a realização desta etapa.

Apesar dos resultados semelhantes entre os substratos, a indicação da utilização clínica destes acessórios deve, ainda, avaliar possíveis riscos de descolagem e de serem engolidos ou aspirados para os pulmões^{7, 9-11}, sobretudo em crianças menores. Por isto, o cuidado deve ser imperativo.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos *in vitro*, pode-se concluir que os esporões colados possuem resistência ao cisalhamento adequado ao uso clínico, tanto em dentes decíduos quanto permanentes, apesar das diferenças entre as malhas testadas.

REFERÊNCIAS

1. Subtelny JD, Sakuda M. Open-bite: Diagnosis and treatment. *Am J Orthod.* 1964;50(5):337-58.
2. Romero CC, Scavone-Junior H, Garib DG, Cotrim-Ferreira FA, Ferreira RI. Breastfeeding and non-nutritive sucking patterns related to the prevalence of anterior open bite in primary dentition. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(2):161-8.
3. Van der Linden FPGM. Ortodontia - desenvolvimento da dentição. Quintessense, editor. São Paulo: Editora Santos; 1986.

4. Henriques JFC, Janson G, Almeida RR, Dainese EA, Hayasaki SM. Mordida aberta anterior: A importância da abordagem multidisciplinar e considerações sobre etiologia, diagnóstico e tratamento. Apresentação de um caso clínico *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2000;5(3):29-36.
5. Torres FC, Almeida RR, Almeida MR, Almeida-Pedrin RR, Pedrin F, Henriques JF. Anterior open bite treated with a palatal crib and high-pull chin cup therapy. A prospective randomized study. *Eur J of Orthod*.2006;28(6):610-7.
6. Torres FC, Almeida RR, Almeida-Pedrin RR, Pedrin F, Paranhos LR. Dentoalveolar comparative study between removable and fixed cribs, associated to chincup, in anterior open bite treatment. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(5):531-7.
7. Cassis MA, Almeida RR, Janson G, Almeida-Pedrin RR, Almeida MR. Treatment effects of bonded spurs associated with high-pull chincup therapy in the treatment of patients with anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;142(4):487-93.
8. Almeida MR, Almeida RR, Conti ACCF, Navarro R L, Correa G O, Oliveira CA, et al. Long-term stability of an anterior open-bite malocclusion treated in the mixed dentition: A case report. *J Appl Oral Sci*. 2006;14(6):470-5.
9. Leite JS, Matiussi LB, Salem AC, Provenzano MG, Ramos AL. Effects of palatal crib and bonded spurs in early treatment of anterior open bite: A prospective randomized clinical study. *Angle Orthod*. 2016;86(5):734-9.
10. Canuto LF, Janson G, Lima NS, Almeida RR, Cancado RH. Anterior open-bite treatment with bonded vs conventional lingual spurs: A comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;149(6):847-55.
11. Rossato PH, Fernandes TMF, Urnau FDA, Conti ACCF, Almeida RR, Oltramari-Navarro PVP. Dentoalveolar effects produced by different appliances on early treatment of anterior open bite: A randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2018;88(6):684-91.
12. Insabralde NM, Almeida RR, Henriques JF, Fernandes TM, Flores-Mir C, Almeida MR. Dentoskeletal effects produced by removable palatal crib, bonded spurs, and chincup therapy in growing children with anterior open bite. *Angle Orthod*. 2016;86(6):969-75.
13. Nogueira FFM, L. M.; Nouer, P. R.; Nouer, D. F. Nogueira® lingual bonded spur: Supporting treatment of atypical swallow by lingual pressure. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2005;10(2):129-56.
14. Kravanja SL, Hocevar-Boltezar I, Music MM, Jarc A, Verdenik I, Ovsenik M. Three-dimensional ultrasound evaluation of tongue posture and its impact on

articulation disorders in preschool children with anterior open bite. *Radiology and oncology*. 2018;52(3):250-6.

15. Karthickeyan SS. Bonded spurs with high-pull chincup therapy for anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143(1):2.

16. Iso/ts 11405:2015 - dentistry - testing of adhesion to tooth structure.

17. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(5):615-22 e3.

18. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*. 1984;85(4):333-40.

19. Rogers AP. Open-bite cases involving tongue habits. *Int. J. Orthodontia*. 1927;13(10):837-44.

20. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*. 1955;34(6):849-53.

21. Eliades T. Comparing bond strengths. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;122(6):13A-5A

22. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J of Orthod*. 2000;22(1):13-23.

23. Costa CC, Oshima HM, Costa Filho LC. Evaluation of shear bond strength and interfacial micromorphology of direct restorations in primary and permanent teeth-an in vitro study. *Gen Dent*. 2008;56(1):85-93; .

24. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *BrJOrthod*. 1975;2:171 - 8.