

Influência de variáveis metodológicas na resistência de união ao cisalhamento

Marcel Marchiori Farret*, Eduardo Martinelli S. de Lima**, Luciane Macedo de Menezes***, Tatiana Siqueira Gonçalves****, Hugo Matsuo S. Oshima*****, Renata Kochenborger*****, Maria Perpétua Mota Freitas*****

Resumo

No presente estudo, objetivou-se avaliar a influência de diferentes variáveis metodológicas sobre a resistência de união ao cisalhamento em estudos *in vitro*. Para tanto, foram utilizados 105 incisivos permanentes bovinos, seccionados ao nível do colo dentário. A porção coronária foi inclusa em tubos de PVC, com resina acrílica autopolimerizável, e com face vestibular voltada para cima. Todos os corpos de prova foram preparados para a colagem com profilaxia e condicionamento ácido na região central das coroas, onde foram posicionados bráquetes Morelli® de incisivos centrais superiores, com resina Concise® Ortodôntico (3M/Unitek). Foram determinados três grupos de acordo com a variável estudada: (Grupo 1) - meio de armazenamento dos dentes previamente à inclusão e à colagem, com solução de Timol 0,1% (a), água destilada (b) e congelamento (c); (Grupo 2) - velocidade da célula de carga da máquina de ensaio de 0,5 (a), 1,0 (b) e 2,0mm/min (c) e (Grupo 3) - diferentes marcas comerciais de ácidos fosfóricos à 37%, 3M/Unitek (a), AcidGel (b) e Attack Tek (c). Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de resistência ao cisalhamento através da máquina Emic DL2000®. Os dados foram analisados estatisticamente por meio do Teste t student para amostras independentes. Os resultados demonstraram que no Grupo 1 o subgrupo de congelamento apresentou maiores valores em relação aos outros dois subgrupos, porém sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). No Grupo 2, a força no momento da ruptura foi menor à medida que era aumentada a velocidade da célula de carga, porém sem diferença significativa entre os subgrupos. No Grupo 3, o ácido da 3M/Unitek apresentou a maior média em MPa no entanto, também sem diferença significativa entre os subgrupos. Conclui-se portanto, que as variáveis analisadas neste trabalho não apresentaram influência suficiente para determinação de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados.

Palavras-chave: Variáveis metodológicas. Protocolo de pesquisa. Colagem de bráquetes. Resistência ao cisalhamento.

* Especialista e Mestre em Ortodontia e Doutorando em Materiais Dentários - PUCRS.

** Doutor em Ortodontia - UFRJ – Professor dos cursos de Graduação Especialização e Mestrado em Ortodontia da PUCRS.

*** Doutora em Ortodontia - UFRJ – Professora dos cursos de Graduação Especialização e Mestrado em Ortodontia da PUCRS.

**** Especialista e Mestre em Ortodontia e Professora do curso de Especialização em Ortodontia - PUCRS.

***** Doutor em materiais dentários – FOP/Unicamp – Professor de Materiais dentários da Graduação, Mestrado e Doutorado - PUCRS.

***** Graduada em odontologia - PUCRS.

***** Especialista e Mestre em Ortodontia e Doutoranda em Materiais dentários - PUCRS.

87	INTRODUÇÃO			
88	Nas últimas décadas, mudanças significativas	marcaram os novos rumos no uso de materiais		
89	em Ortodontia. Dentre essas, pode-se destacar a	substituição de acessórios ortodônticos soldados		
90	a anéis cimentados em todos os dentes, pela co-	lagem desses acessórios diretamente sobre a su-		
91	perfície do esmalte dentário. Desde então, diver-	sos materiais têm sido propostos, bem como um		
92	número significativo de pesquisas científicas têm	sido desenvolvidas com o intuito de aprimorar a		
93	resistência de união entre os acessórios ortodônti-	cos e a superfície dentária, proporcionando, assim,		
94	maior resistência da colagem durante o tratamen-	to ortodôntico.		
95	Os testes “ <i>in vitro</i> ” representam uma referência	para tais descobertas na seleção e utilização dos		
96	materiais dentários. Em Ortodontia, o teste mais	comumente utilizado para a determinação da efi-		
97	ciência dos sistemas de colagem é o de resistência	de união às forças de cisalhamento. Entretanto,		
98	a grande variabilidade de resultados tem sugerido	a hipótese de deficiência na padronização da		
99	técnica, dificultando a correta interpretação, bem	como a comparação com outras pesquisas. Dentre		
100	as variáveis passíveis de influência nos resultados,	citam-se a forma de armazenamento dos dentes		
101	antes da inclusão nos corpos de prova, o tempo e	o tipo de condicionamento ácido da superfície, o		
102	tipo de bráquete utilizado, a velocidade da célula	de carga da máquina de ensaio e o tempo de arma-		
103	zenamento após a colagem, dentre outros ^{3,8} .			
104	Fox, McCabe e Buckley ⁸ revisaram 66 artigos	que avaliaram a resistência de união de dispositi-		
105	vos ortodônticos colados à superfície dentária.	Os autores observaram que não houve consenso		
106	quanto à determinação da metodologia, eviden-	ciando a necessidade de uma padronização. Pro-		
107	puseram, dessa forma, um protocolo para poste-	riores pesquisas nesta área: utilizar superfície de		
108	pré-molares extraídos em adolescentes, por razões	ortodônticas; utilizar dentes após um mês e até seis		
109	meses após a extração, conservados em água desti-	lada; após a colagem, os corpos de prova deveriam		
110	ficar armazenados em água a 37°C durante 24h;	a descolagem deveria ser realizada em máquinas		
111	Instron ou similares, operando a uma velocidade	de 0,1mm/min; garantir a carga de descolagem em		
112	direção e sentido similares; utilizar pelo menos 20	e, preferencialmente, 30 espécimes por teste; ava-		
113	liar a falha adesiva nos resultados; incluir na aná-	lise estatística uma predição do desempenho do		
114	material relacionada à situação clínica; quantificar	a força de união em Newtons ou MegaPascals.		
115	Cal Neto e Miguel ³ revisaram as metodologias	empregadas por autores de 127 artigos publica-		
116	dos em dois periódicos internacionais de grande	circulação (“American Journal of Orthodontics		
117	and Dentofacial Orthopedics” e “The Angle Or-	thodontist”). Da análise dos testes “ <i>in vitro</i> ” uti-		
118	lizados para avaliação da resistência de união de	bráquetes a diferentes superfícies, obtiveram os		
119	resultados descritos no quadro 1.			
120	Meios de armazenamento de dentes			
121	Entre os meios de armazenamento de dentes,	humanos ou bovinos, utilizados nos diversos estu-		
122	dos estão a água destilada, usada na maioria das	situações, a solução de timol a 0,1%, que além de		
123	conservar promove a desinfecção dos espécimes,			
124				
125				
126				
127				
128				
129				

VARIÁVEL	PORCENTAGEM DOS ARTIGOS ANALISADOS		
Substrato para colagem	Dentes humanos 68%	Dentes bovinos 19%	-
Solução de armazenamento	Água destilada 43%	Timol 0,1% 28%	Não mencionaram 15%
Tipo de bráquete	Bráquete metálico 80%	Bráquete cerâmico 8%	Bráquete plástico 1,5%
Velocidade do ensaio	5,0mm/min. 36%	1,0mm/min. 35%	0,5mm/min. 20%
Método de avaliação da resina remanescente	ARI 40%	ARI modificado 22%	Outro método 22%

QUADRO 1 - Variáveis analisadas por Cal Neto e Miguel³.

173	cloramina T 0,5%, solução fisiológica e o conge-	216
174	lamento puro ou com imersão em solução fisio-	217
175	lógica.	218
176	Wang e Sheen ¹⁹ , para avaliar os efeitos do tra-	219
177	tamento do esmalte com flúor previamente à co-	220
178	lagem sobre a força de adesão, selecionaram 20	221
179	pré-molares extraídos para fins ortodônticos, utili-	222
180	zando para estocagem solução fisiológica ou água.	223
181	De forma semelhante, Chaconas et al. ⁴ , com o ob-	224
182	jetivo de avaliar a colagem de bráquetes cerâmicos	225
183	à superfície de 140 terceiros molares humanos,	226
184	armazenaram os mesmos em solução fisiológica a	227
185	0,9%.	228
186	Outros autores como Sargison, McCabe e Mil-	229
187	let ¹⁵ , para avaliar a força de união de resinas à su-	230
188	perfície de esmalte, imergiram pré-molares huma-	231
189	nos desinfectados em formalina e, posteriormente,	232
190	os mantiveram em água destilada no refrigerador.	233
191	Lindemuth e Hagge ⁹ com o mesmo objetivo, uti-	234
192	lizaram 50 molares humanos com estocagem em	235
193	água à temperatura ambiente. Já Romano et al. ¹⁴ ,	236
194	em seu estudo, utilizaram 30 dentes que, após ex-	237
195	traídos, foram armazenados em recipiente plástico	238
196	contendo soro fisiológico a 0,9% sendo, em segui-	239
197	da, conservados em geladeira a 4°C.	240
198	Feldens et al. ⁶ visando avaliar a resistência ao	241
199	cisalhamento da colagem de bráquetes ao esmalte	242
200	bovino utilizando cimento Fuji Ortho - LC [®] , após	243
201	contaminação com sangue e saliva, optaram por	244
202	armazenar os dentes em timol a 0,5%.	245
203		246
204	Velocidade de carga da célula	247
205	na máquina de ensaio	248
206	Nos trabalhos laboratoriais (“ ”) que se pro-	249
207	põem a avaliar a força de união dos acessórios	250
208	ortodônticos à superfície dentária, a utilização da	251
209	máquina de ensaios universal Instron ou similares	252
210	torna-se indispensável, tanto para testes de cisa-	253
211	lhamento ou tração ⁸ . Dentre as regulagens que	254
212	este aparelho dispõe, está a velocidade com que	255
213	a célula de carga trabalha durante o ensaio, ofere-	256
214	cendo ao pesquisador diversas opções. No entanto,	257
215	embora não seja um tema muito discutido, a pa-	258
	dronização de tal velocidade é de extrema impor-	
	tância para comparações entre os estudos, sendo	
	constatada enorme variação na literatura no que	
	se refere à adoção de um valor para esta veloci-	
	dade ³ .	
	Lindemuth e Hagge ⁹ avaliaram a influência	
	da velocidade da máquina de ensaio sobre a força	
	de adesão de resinas ao esmalte e dentina, bem	
	como o modo com que ocorria a falha entre estas	
	superfícies. Os autores utilizaram velocidades da	
	célula de carga de 0,1, 0,5, 1, 5,0 e 10mm/min.	
	Os resultados demonstraram não haver diferença	
	estatisticamente significativa quando a colagem foi	
	feita sobre esmalte, porém a força de união va-	
	riou quando a colagem foi realizada sobre dentina,	
	apresentando os menores valores para os extremos	
	0,1 e 10mm/min e os maiores para 1mm/min.	
	Condicionamento ácido	
	O condicionamento ácido da superfície de	
	esmalte foi introduzido há mais de meio século	
	por Buonocore ² , e até hoje é imprescindível para	
	a realização de uma colagem ortodôntica eficiente	
	e principalmente efetiva. Este procedimento pro-	
	move a dissolução do componente inorgânico da	
	matriz do esmalte, especialmente na região inter-	
	prismática, criando microporosidades na sua su-	
	perfície, aumentando dessa forma a molhabilidade	
	superficial e facilitando a penetração da resina no	
	interior do esmalte. Desta maneira, forma-se uma	
	união mecânica entre o adesivo e o dente ¹³ .	
	Um fato comum, ao se analisar a literatura re-	
	ferente a pesquisas de colagens, é a grande variação	
	na forma do condicionamento ácido utilizado, seja	
	pela concentração, seja pelo tempo de condiciona-	
	mento ou seja também pela marca comercial ava-	
	liada. No quadro 2 podem ser observadas algumas	
	destas variações presentes em diversos estudos.	
	Frente à importância da padronização dos en-	
	saaios e do controle das variáveis metodológicas	
	para a confiabilidade das pesquisas científicas, este	
	estudo pretende avaliar a influência das seguintes	
	variáveis metodológicas na resistência de união ao	

AUTORES	MEIO DE ARMAZENAMENTO	VELOCIDADE DA CÉLULA DE CARGA	ÁCIDO E MARCA COMERCIAL
Fox, McCabe e Buckley ³	Água destilada	0,1mm/min	-
Wang e Sheen ¹⁹	Solução fisiológica e água	-	Ácido fosfórico 37% - Concise - 3M-Unitek.
Chaconas et al. ⁴	Solução fisiológica 0,9%	2mm/min	Ácido fosfórico 37% - 3M-Unitek, Ormco e MacroChem.)
Sargison, McCabe e Millet ¹⁵	Formalina e água destilada refrigerada	10mm/min	Ácido fosfórico 37% - Marca não divulgada
Lindemuth e Hagge. ⁹	Água em temperatura ambiente	0,1, 0,5, 1,0, 5,0 e 10,0mm/min	Ácido fosfórico 37% - Dentsply
Romano et al. ¹⁴	Solução fisiológica 0,9% e refrigerado a seco	0,5mm/min	-
Feldens et al. ⁶	Timol 0,5%	0,5mm/min	-
Osterle, Shellhart e Belanger ¹²	Cloramina – T (refrigerado)	1mm/min	Ácido fosfórico 37% - 3M Unitek
Flores, Sáez e Barceló ⁷	Água destilada	1mm/min	Ácido fosfórico 37% - 3M Unitek e GC (Fuji Ortho)
Surmont et al. ¹⁸	Timol 0,01% (refrigerado)	0,5mm/min	Ácido fosfórico 37% - 3M-Unitek, Lee, AMC, "A" - Co e Kuraray
Meehan, Foley e Mamandras. ¹⁰	Água destilada	0,5mm/min	Ácido fosfórico 37% e poliacrílico 10% - 3M-Unitek e GC.
Bishara et al. ¹	Timol 0,1%	0,5mm/min	Ácido fosfórico 37% e poliacrílico 10% - 3M-Unitek e GC..

QUADRO 2 - Meios de armazenamento, velocidade da célula de carga e condicionamento ácido utilizados em diversas pesquisas de colagem, demonstrando a grande variabilidade nas metodologias empregadas.

cisalhamento na colagem de bráquetes ao esmalte bovino:

- Meios de armazenamento de dentes
- Velocidade de carga da célula na máquina de ensaio.
- Condicionamento ácido.

MATERIAL E MÉTODO

Seleção e inclusão dos dentes

A amostra foi formada por 105 incisivos permanentes bovinos hígidos obtidos de dois frigoríficos. Os dentes foram extraídos com alavanca, separados em três diferentes grupos de 45 dentes, com três subgrupos de 15 dentes cada, sendo que um mesmo Subgrupo controle estava presente em todos os grupos (Tab. 1). Os 105 dentes da amostra foram seccionados ao nível do colo, sendo utilizadas apenas as coroas. A área de colagem

do bráquete foi determinada no centro da superfície vestibular das coroas. Depois de seccionadas, foram realizadas retenções nas proximais, sendo então, incluídas em anéis padronizados de PVC com 20mm de diâmetro e de altura. As mesmas foram posicionadas com a face vestibular contra uma placa vidro para permitir que a maior parte da superfície plana de esmalte ficasse paralela ao solo. Nesta posição, a coroa foi fixada com cera nº 7. A seguir, o anel de PVC foi posicionado de forma a envolver todo o dente, sendo fixado na posição adequada e vertida resina acrílica autopolimerizável sobre o mesmo. Foi ainda utilizado um nível de bolha para assegurar que as paredes laterais do anel estivessem perpendiculares à placa de vidro (Fig. 1), permitindo a padronização do posicionamento do corpo-de-prova na matriz de cisalhamento durante os ensaios.

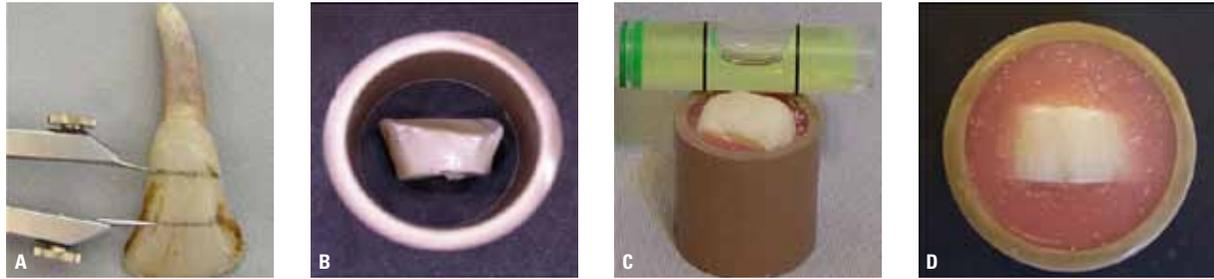


FIGURA 1 - Delimitação para o corte da coroa (A); posicionamento do tubo de PVC e da coroa seccionada sobre a placa de vidro (B); verificação do paralelismo ao solo da coroa e do tubo de PVC com nível de bolha (C); aspecto do corpo de prova finalizado e pronto para a colagem do bráquete (D). Fonte: Sória et al.¹⁷.

Os dentes do Grupo 1 foram armazenados em três diferentes substâncias para a conservação previamente à inclusão e à colagem, visando avaliar a influência destes meios sobre a resistência de união ao cisalhamento. Os dentes do Grupo 2 foram armazenados em solução de Timol 0,1% previamente à inclusão e à colagem. Para o ensaio mecânico de cisalhamento, foram utilizadas três diferentes velocidades da célula de carga e os dentes do Grupo 3 foram igualmente armazenados em solução de Timol 0,1% previamente à inclusão e à colagem e para condicionamento prévio à colagem foram utilizados três diferentes marcas comerciais de ácido fosfórico a 37% (Quadro 3).

Preparo dos corpos de prova

Os corpos de prova foram limpos com Vaporetto® para remoção dos resíduos de cera nº 7, oriundos do processo de inclusão.

Após a lavagem, os corpos-de-prova foram preparados para a colagem dos bráquetes, seguindo-se os passos descritos abaixo:

-Profilaxia – Com taça de borracha (trocada a cada grupo de 5 dentes), em baixa rotação, utilizando pedra-pomes e água, durante 10 segundos.

-Lavagem – Com água destilada por 10 segundos, proveniente da seringa tríplex.

-Secagem – Com jato de ar da seringa tríplex por 20 segundos, a uma distância de 50mm.

-Condicionamento ácido – com ácido fosfórico

TOTAL DE DENTES	GRUPOS (N)	(N) - SUBGRUPOS
105 Incisivos bovinos	Meios de armazenamento (45 dentes)	(15)- Timol 0,5%*
		(15)- Água destilada
		(15)- Congelamento
	Velocidade da célula de carga (45 dentes)	(15)- 0,5mm/min
		(15)- 1,0mm/min*
		(15)- 2,0mm/min
	Marcas comerciais de ácidos. (45 dentes)	(15)- 3M/Unitek*
		(15)- Acid Gel
		(15)- Attack Tek

QUADRO 3 - Distribuição dos grupos e subgrupos.

* Todos estes subgrupos são iguais portanto, é o mesmo que esta presente em todos os grupos e foi considerado o subgrupo controle.

a 37% durante 30 segundos.

-Lavagem - Com água destilada por 10 segundos, proveniente da seringa tríplex.

-Secagem – Com jato de ar da seringa tríplex por 20 segundos, a uma distância de 50mm.

Colagem dos bráquetes

Para a colagem, foram utilizados 105 bráquetes para incisivos centrais superiores da marca Morelli®. Após a realização dos procedimentos descritos anteriormente, foram realizadas as seguintes etapas (Fig. 2):

-Manipulação do Concise® Ortodôntico (3M

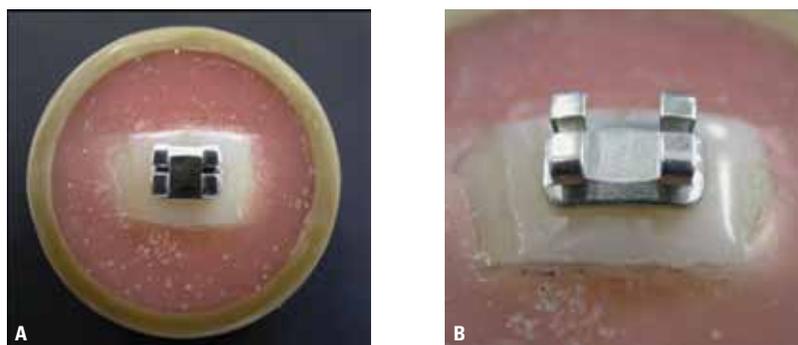


FIGURA 1 - Aspecto dos bráquetes colados na região central da coroa. Visão superior (A) e visão inferior aproximada (B). Fonte: Arquivos da PUCRS.

Dental Products®), conforme as instruções do fabricante;

- Colocação do material na base do bráquete;
- Apreensão e posicionamento do bráquete com pinça de colagem Morelli®;
- Remoção dos excessos de material com sonda exploradora Duflex®.
- Aguardado tempo de autopolimerização previsto pelo fabricante.

Armazenamento pós colagem

Após a colagem dos bráquetes, os corpos de prova foram armazenados em recipiente fechado com 100% de umidade relativa a 23°C, durante 1 hora, sendo a seguir imersos em água destilada a 37°C por 24 horas.

Ensaio mecânico – teste de resistência ao cisalhamento

Foi utilizada uma matriz de cisalhamento de carregamento por cinzel, com sistema de guilhotina, cuja face de contato com o bráquete possui 2mm de espessura. A matriz foi posicionada na máquina de ensaio universal (Emic DL2000®), conectada a um computador que possui o software Mtest® capaz de registrar os valores em MegaPascal (MPa) da força máxima e da força no momento da ruptura.

O subgrupo controle determinado na pesquisa, foi a armazenagem em solução de Timol 0,1%,

condicionamento da superfície de esmalte com ácido fosfórico a 37% da 3M/Unitek® e velocidade da célula de carga de 1,0mm/min, por serem atualmente os mais observados na literatura.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o software SPSS® – Statistical Package for Social Sciences, versão 10.0. Para a comparação dos resultados em cada grupo foi utilizado o teste t student para amostras independentes.

RESULTADO

Através dos resultados do teste t student verifica-se que não houve diferença estatisticamente significativa, entre as médias dos subgrupos experimentais, bem como destes em relação ao subgrupo controle, em nenhuma das variáveis estudadas.

TABELA 1 - Médias, desvio-padrão e teste t student na comparação dos subgrupos experimentais entre si e com o subgrupo controle, no Grupo 1 (meios de armazenamento).

GRUPO	N	MÉDIA (MPa)	DESVIO-PADRÃO	P
Subgrupo controle (timol)	15	11,50	6,07	0,85
Água destilada	15	11,13	4,70	
Subgrupo controle (timol)	15	11,50	6,07	0,28
Congelamento	15	13,51	3,75	
Água destilada	15	11,13	4,70	0,14
Congelamento	15	13,51	3,75	

TABELA 2 - Médias, desvio-padrão e teste t student na comparação dos subgrupos experimentais entre si e com o subgrupo controle, no Grupo 2 (velocidade da célula de carga).

GRUPO	N	MÉDIA (MPA)	DESVIO-PADRÃO	P
Subgrupo cont. (1mm/min)	15	11,50	6,07	0,69
2mm/min	15	10,69	4,94	
Subgrupo cont. (1mm/min)	15	11,50	6,07	0,68
0,5mm/min	15	12,31	4,39	
2mm/min	15	10,69	4,94	0,35
0,5mm/min	15	12,31	4,39	

DISCUSSÃO

A amostra ideal para ser usada em testes de resistência de união de bráquetes ao esmalte é composta por incisivos centrais humanos¹². Entretanto, devido à dificuldade de aquisição destes dentes, muitos pesquisadores passaram a utilizar pré-molares extraídos por razões ortodônticas. Contudo, estes possuem grande variação na curvatura da face vestibular, o que acrescenta mais uma variável na interface bráquete/esmalte¹². Os autores argumentam que os incisivos bovinos são fáceis de obter e possuem área plana ampla na face vestibular. Além disso, sabe-se que existe similaridade micro-estrutural entre o esmalte humano e o bovino, e, com isso, estes últimos têm sido recomendados como substitutos do dente humano em pesquisas de adesão ao esmalte^{3,6,11,14}.

Os estudos laboratoriais são normalmente realizados com o intuito de avaliar novas técnicas ou novos materiais, permitindo que estes sejam posteriormente utilizados na prática clínica. Além dos resultados dos trabalhos propriamente ditos, existe ainda a possibilidade de comparação destes a outros trabalhos já existentes na literatura. No entanto, a ausência de protocolos bem definidos para a realização de trabalhos *in vitro*, permite que diferentes metodologias sejam empregadas e que esta comparação seja prejudicada, reduzindo o valor científico de determinados trabalhos e

TABELA 3 - Médias, desvio-padrão e teste t student na comparação dos subgrupos experimentais entre si e com o subgrupo controle, no Grupo 3 (ácidos).

GRUPO	N	MÉDIA (MPA)	DESVIO-PADRÃO	P
Subgrupo cont. (3M/Unitek)	15	11,50	6,07	0,36
Attack Tek	15	9,64	4,77	
Subgrupo cont. (3M/Unitek)	15	11,50	6,07	0,43
Acid gel	15	9,91	4,63	
Attack Tek	15	9,64	4,77	0,87
Acid gel	15	9,91	4,63	

impedindo que estes possam ter seus resultados extrapolados para a clínica ortodôntica^{3,5,8}.

Os meios de armazenamento dos dentes e dos corpos de prova previamente à colagem de acessórios ortodônticos poderiam, eventualmente alterar as características da superfície do esmalte e, com isso, propiciar diferentes resultados durante os ensaios mecânicos de cisalhamento^{3,5,8}. No entanto, os resultados do Grupo 1 (Tab. 1) demonstraram que os meios de conservação dos dentes não influenciaram a força de união, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos. Estes resultados permitem aos pesquisadores a facilidade de escolha do meio de conservação, sem que isso determine diferença nos resultados alcançados.

Devido à natureza visco-elástica dos materiais utilizados para colagem ortodôntica tanto a resistência de união como o tipo de falha adesiva durante a descolagem podem ser alteradas com a variação da velocidade da célula de carga^{3,8}. Com menores velocidades, por exemplo, os adesivos podem sofrer maiores deformações e distribuir melhor a força recebida, suportando maiores cargas geradas no ensaio mecânico. Com isso, existe uma tendência de obtenção de baixos valores da força de união ao esmalte quando é adotada maior velocidade de operação⁹. Entretanto, os resultados do Grupo 2 (Tab. 2) demonstraram que não hou-

603 ve diferença estatisticamente significativa entre os
 604 subgrupos com diferentes velocidades da célula de
 605 carga. Pode-se observar que houve tendência de
 606 redução da força de união à medida que a veloci-
 607 dade era aumentada, o que sugere que, se maiores
 608 velocidades, como 5mm/min ou 10mm/min, fos-
 609 sem adotadas, possivelmente as médias possuiriam
 610 diferenças significativas.

611 O condicionamento ácido, com ácido fosfórico
 612 a 37%, é imprescindível previamente à colagem
 613 de acessórios ortodônticos com resina, para que
 614 se obtenha uma superfície com maior quantidade
 615 de microporosidades e, conseqüentemente, com
 616 maior retenção mecânica entre adesivo e dente^{2,13}.
 617 Atualmente, existem marcas comerciais de ácidos
 618 com composições diversas, podendo propiciar um
 619 diferente condicionamento sobre o esmalte. Neste
 620 trabalho, foram analisadas as marcas 3M/Unitek®,
 621 AcidGel® e Attack Tek®. O subgrupo que utilizou
 622 ácido da 3M/Unitek® apresentou a maior força de
 623 adesão quando comparado aos demais, indicando
 624 possivelmente maior condicionamento da superfí-
 625 cie neste subgrupo, entretanto sem diferença esta-
 626 tisticamente significativa para os demais.

627 As variáveis estudadas neste trabalho obvia-
 628 mente não são as únicas presentes durante a reali-
 629 zação de um trabalho laboratorial, portanto os da-
 630 dos deste trabalho não descartam a possibilidade
 631 de influência de padronização inadequada sobre o

645 resultado das pesquisas, havendo a necessidade de
 646 outras análises em estudos posteriores. Além disso,
 647 é importante salientar que neste trabalho as va-
 648 riáveis foram avaliadas separadamente, dentro de
 649 cada grupo. No entanto se os grupos fossem com-
 650 parados entre si, portanto, envolvendo mais de
 651 uma variável, poderiam assim ocorrer resultados
 652 diferentes, inclusive com diferenças significativas
 653 entre os subgrupos.

654 CONCLUSÃO

655 Com base nos resultados deste trabalho pode-
 656 se concluir que:

657 -Os meios de armazenamento dos dentes, pre-
 658 viamente à inclusão e à colagem dos bráquetes,
 659 não determinaram influência estatisticamente sig-
 660 nificativa sobre a força de resistência ao cisalha-
 661 mento.

662 -Houve tendência de redução da força de união
 663 com o aumento da velocidade da célula de carga,
 664 porém sem diferença estatisticamente significativa
 665 entre os subgrupos.

666 -As diferentes marcas comerciais de ácidos
 667 também não apresentaram influência estatística-
 668 mente significativa sobre a força de resistência ao
 669 cisalhamento.

670 Enviado em: nonono
 671 Revisado e aceito: nonono

603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644

645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687

nonononono

Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of several methodological variables on the shear bond strength of in vitro studies. For this purpose, 105 bovine incisors were sectioned at the cervical level. The coronary portion was included in PVC rings, fulfilled with auto polymerized acrylic resin, with its labial faces turned to the top. All the samples were prepared for bonding, cleaned and acid etched on the central area of the crowns. In this area, central incisors' Morelli™ brackets were bonded with Concise™ (3M/Unitek). Three testing groups were established, according to the studied variable: Group 1 – storage previous to bonding (a-Thymol 0,1%; b- distilled water; c- freezing); Group 2 – crosshead speed of the universal testing machine (a- 0,5mm/min; b- 1,0mm/min; c- 2,00mm/min) and Group 3 – commercial brand of 37% phosphoric acid (a- 3M/Unitek; b- Acid Gel; c- Attack Tek). The shear bond strength test was performed at the Emic DL2000™ universal testing machine. Data was analyzed through the Student's t test for independent samples. Results showed that, in Group 1, the freezing group showed the higher values of shear bond strength when compared to the others, although no statistical difference was observed ($p>0,05$). For Group 2, the higher the crosshead speed, the lower the shear bond strength, with no statistical difference. In Group 3, the 3M/Unitek brand showed the highest average of shear bond strength in MPa, but also no statistical difference was shown. We concluded, that the variable analyzed in this research had not presented enough influence to determine significant differences between the results.

Keywords: Methodological variables. Investigation protocol. Bracket bonding. Shear bond strength.

REFERÊNCIAS

- 1- Bishara, S.E.; Olsen, M.E.; Damon, P.; Akobsen, J.R. Evaluation of a new light-cured orthodontic bonding adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v. 114, n. 1, p. 80-87, July. 1998.
- 2- Buonocore, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.*, v. 34, p. 849-853, Dez. 1955.
- 3- Cal Neto, J. O. A. P.; Miguel, J. A. M. Uma análise dos testes in vitro de força de adesão em ortodontia. *Rev. Dent Press Ortodon Ortop Facial.*, v. 9, n. 4, p. 44-51, jul/ago. 2004.
- 4- Chaconas, S. J.; Caputo, A. A.; Niu, G. S. Bond strength of ceramic brackets with various bonding systems. *Angle Orthod.*, v. 61, n. 1, p. 35-42, June 1990.
- 5- Eliades, T.; Brantley, W. A. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod.*, v. 22, p. 13-23, 2000.
- 6- Feldens, J. A. et al. Resistência ao cisalhamento de "brackets" colados em esmalte bovino contaminado por sangue ou saliva. *Rev Odonto Ciênc.*, v. 19, n. 44, p. 192-196, abr/mai. 2004.
- 7- Flores, A. R.; Sáez, G.; Barcelo, F. Metallic bracket to enamel bonding of photopolymerizable resin-reinforced glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v. 116, n. 5, p. 514-519, May. 1999.
- 8- Fox, N. A.; McCabe, J. F.; Buckley, J. G. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod.*, v. 23, p. 33-43, Feb. 1994.
- 9- Lindemuth, J. S.; Hagge, M. S. Effect of universal testing machine crossheads speed on the shear bond strength and bonding failure mode of composite resin to enamel and dentin. *Milit Med.*, v. 165, n. 10, p. 742-746, Oct. 2000.
- 10- Meehan, M.P.; Foley, T.F.; Mamandras, A.H. A Comparison of the shear bond strengths of two glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v. 115, n. 2, p. 125-32, Feb. 1999.
- 11- Nakamichi, I.; Iwaku, M.; Fusayama, T. Bovine teeth as possible substitute in the adhesion test. *J Dent Res.*, v.62, n. 10, p. 1076-1081, Oct. 1983.
- 12- Oesterle, L. J.; Shellhart, W. C. ; Belanger, G. K. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v. 114, n. 5, p. 514-519, Nov. 1998.
- 13- Owens Jr, S.E.; Miller, B.H. A comparison of shear bond strengths of three visible light-cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod.*, v. 70, n. 5, p. 352-356, Oct. 2000.
- 14- Romano, F. L et al. Análise in vitro da resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial.*, v. 9, n. 6, p. 63-69, nov/dez. 2004.
- 15- Sargison, J. F.; McCabe, J. F.; Millett, D. T. A laboratory investigation to compare enamel preparation by sandblasting or acid etching prior to bracket bonding. *Br J Orthod.*, v. 26, n. 2, p. 141-146, June 1999.
- 16- Silverman, E.; Cohen, M. Etching versus nonetching. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v. 114, n. 4, p. 21a, Oct. 1998.
- 17- Sória, M. L.; Menezes, L. M.; Oshima, H. M. S.; Rizzato, S. M. D. Resistência de união de braquetes ao esmalte bovino: avaliação de três cimentos de ionômero de vidro. *Rev Dent press Ortodon Ortop Facial.*, v. 8, n. 6, p. 89-98, nov/dez. 2003.
- 18- Surmont, P.; Dermaut, L.; Martens, L.; Moors, M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v. 101, n. 5, p. 414-419, May 1992.
- 19- Wang, W. N.; Sheen, D. H. The effect of pretreatment with fluoride on the tensile strength of orthodontic bonding. *Angle Orthod.*, v. 62, n. 1, p. 31-42, Mar. 1991.

Endereço para correspondência

Marcel Marchiori Farret
Rua Floriano Peixoto 1000/113
CEP: nononono - Santa Maria / RS
E-mail: marcelfarret@yahoo.com.br