

# Análise *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos

Fábio Lourenço ROMANO\*, Stenyo Wanderley TAVARES\*\*, Edvaldo Luiz RAMALLI\*\*\*, Maria Beatriz Borges de Araújo MAGNANI\*\*\*\*, Darcy Flávio NOUER\*\*\*\*\*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi comparar a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos fixados em esmalte bovino e humano e observar o índice de remanescente de adesivo (IRA). A amostra consistiu de 30 dentes divididos em três grupos, formados por incisivos inferiores permanentes humanos, incisivos inferiores permanentes bovinos e incisivos inferiores decíduos bovinos. Foi realizada profilaxia com pedra-pomes e água, seguida de condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37%, em todos os dentes. Foram colados braquetes metálicos com compósito Concise Ortodôntico de acordo com instruções do fabricante e os mesmos foram submetidos ao ensaio de cisalhamento com velocidade de 0,5 mm por minuto. O valor médio de resistência à colagem em incisivos inferiores humanos foi de  $x = 12,96$  MPa, em incisivos permanentes bovinos de  $x = 15,05$  MPa e em incisivos decíduos bovinos de  $x = 17,03$  MPa. Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os grupos, tanto nos valores de resistência ao cisalhamento quanto na avaliação do IRA.

Palavras-chave: Colagem. Resistência ao cisalhamento. Braquetes. Incisivo bovino.

## INTRODUÇÃO

Avanços recentes da Odontologia associados à melhoria nas condições de saúde bucal da população, vem diminuindo consideravelmente o número de dentes extraídos. Esta importante evolução dificulta a coleta e utilização de dentes humanos em pesquisas científicas laboratoriais, que fazem uso destes dentes na tentativa de simular ao máximo as condições bucais.

Diante deste fato, outros dentes têm sido usa-

dos em trabalhos *in vitro*, entre eles podemos citar em especial, os incisivos inferiores permanentes bovinos devido à semelhança estrutural aos dentes humanos, facilidade de aquisição e manipulação<sup>3,12,15,16</sup>.

Vários trabalhos têm sido realizados com dentes bovinos em substituição aos dentes humanos. Em vários deles os materiais testados alcançaram valores de resistência próximos aos encontrados em experimentos que utilizaram dentes humanos.

\* Mestre em Ortodontia pela FOP - UNICAMP. Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial pela EFOA / CEUFE. Professor do Curso de Especialização em Ortodontia - EFOA / CEUFE.  
\*\* Mestre em Ortodontia pela FOP - UNICAMP. Doutorando em Ortodontia pela FOP - UNICAMP.  
\*\*\* Mestre em Reabilitação Oral pela FORP / USP. Doutorando em Ortodontia pela FOP - UNICAMP.  
\*\*\*\* Professora Assistente-Doutora da área de Ortodontia da FOP / UNICAMP.  
\*\*\*\*\* Professor responsável pela área de Ortodontia da FOP - UNICAMP.

Esta semelhança de resultados indicam este substrato para experimentos envolvendo materiais de colagem<sup>5,9,11,22,23,28</sup>.

Porém em outros estudos, a adesão em esmalte dentário bovino têm alcançado resultados inferiores aos conseguidos quando os testes são realizados em dentes humanos<sup>2</sup>.

Comparando a resistência da colagem ao esmalte humano (controle), esmalte bovino permanente e bovino decíduo, Oesterle et al.<sup>17</sup> concluíram que a adesão em esmalte bovino decíduo foi significativamente maior que em esmalte bovino permanente e esmalte humano. Relataram ainda que os incisivos inferiores bovinos decíduos são parecidos em tamanho e formato aos dentes humanos.

Kavagutti et al.<sup>11</sup>, compararam a resistência da união do sistema adesivo Single Bond, em esmalte humano, bovino e suíno, não encontrando diferença estatística significativa entre eles.

Além da verificação dos valores de adesão e comparação entre materiais colados ao esmalte bovino, os elementos químicos constituintes destes dentes também foram avaliados através de técnicas de física nuclear por Markarian et al.<sup>13</sup>. Concluíram que o esmalte de dentes bovinos e humanos apresentam grande semelhança entre seus elementos químicos de maior concentração, porém há diferenças estatísticas nas concentrações dos elementos traços encontrados.

Barreto et al.<sup>3</sup>, avaliaram qualitativa e quantitativamente a composição mineral de molares humanos e incisivos bovinos, concluindo que em ambos os dentes a porcentagem e a composição dos diferentes minerais foram similares.

Diante das considerações acima, foi proposto neste experimento comparar os valores de resistência obtidos na colagem de braquetes metálicos com compósito Concise Ortodôntico, em incisivos inferiores permanentes humanos, incisivos inferiores permanentes bovinos e incisivos inferiores decíduos bovinos, e também avaliar as condições do esmalte após a descolagem, através do índice de remanescente de adesivo (IRA).

## MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados neste estudo 30 dentes, divididos em três grupos, com o primeiro constituído de incisivos inferiores permanentes humanos; o segundo de incisivos inferiores permanentes bovinos e o terceiro de incisivos inferiores decíduos bovinos.

Após extração, os dentes foram limpos, armazenados em recipiente plástico contendo soro fisiológico a 0,9% e conservados em geladeira à temperatura de 4° C. Todos os procedimentos referentes ao preparo da amostra seguiram o protocolo estabelecido pela Internacional Organization for Standardization (ISO), na especificação TR11405.

Após estocagem os dentes foram incluídos em tubos de P.V.C. (Akros, Brasil) com 25 mm de diâmetro interno por 26 mm de altura, de maneira centralizada com gesso comum (Herodente, 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 as faces vestibulares dos dentes ficassem perpendiculares à base do troquel (Fig. 1). Os excessos de gesso foram removidos com espátula lecron (Duflex, Brasil) e os corpos-de-prova foram novamente armazenados em soro fisiológico a 0,9%<sup>22</sup>.

Nas faces vestibulares dos dentes foi realizada profilaxia com pedra-pomes e água por dez segundos, lavagem abundante e secagem. Em seguida, todas estas faces foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% (Etchant - 3M Dental Products) por vinte segundos, lavadas pelo mesmo período de tempo e secadas por aproximadamente dez segundos<sup>21</sup>.

Foram colados 30 braquetes Morelli Standard, código 10.30.205, sendo dez em cada grupo, com compósito Concise ortodôntico (3M Dental Products), de acordo com as recomendações do fabricante (Fig. 2). Todas as colagens foram executadas pelo mesmo operador com pinça de apreensão (Ortoply, USA) e os excessos removidos com son-

da exploradora (Duflex, Brasil). Após a colagem, os dentes foram novamente armazenados em solução fisiológica a 0,9% em estufa regulada a 37°C por 30 dias.

Toda amostra foi submetida ao ensaio de cisalhamento em máquina Instron, modelo 44.11, com velocidade de 0,5 mm por minuto (Fig. 3). Os resultados foram obtidos em Kgf (Quilogramas-força), transformados em N (Newton) e divididos pela área da base do braquete utilizado (9,78 mm<sup>2</sup>), fornecendo valores de resistência em MPa (MegaPascal).

Após descolagem, as superfícies foram avaliadas com lupa (aumento de cinco vezes) de acordo com a quantidade de compósito remanescente, obedecendo os seguintes escores idealizados por Artun e Bergland<sup>1</sup>:

Índice 0 - nenhuma quantidade de compósito aderido ao esmalte;

Índice 1 - menos da metade de compósito aderido ao esmalte;

Índice 2 - mais da metade de compósito aderido ao esmalte;

Índice 3 - todo compósito aderido ao esmalte, inclusive impressão da malha do braquete.

#### Tratamento estatístico

Para análise estatística dos valores de resistência ao cisalhamento foi utilizado a análise de variância (ANOVA) e para avaliação do índice de remanescente de adesivo (IRA) utilizou-se o teste Kruskal-Wallis.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de resistência obtidos pelos corpos-de-prova dos três grupos estão expressos na tabela 1 e suas médias mostradas no gráfico 1.

Os escores do IRA estão demonstrados na

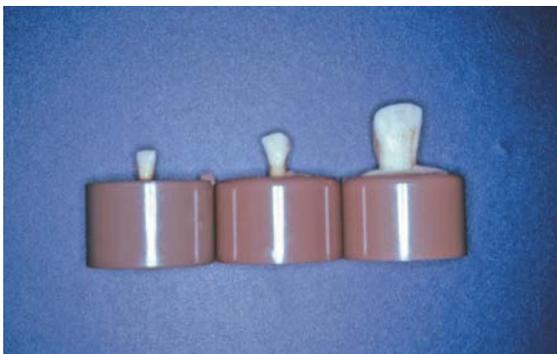


FIGURA 1 - Incisivos humanos e bovinos incluídos em tubos de P.V.C.



FIGURA 2 - Braquetes metálicos colados aos dentes.



FIGURA 3 - Ensaio de cisalhamento da amostra.

tabela 2, juntamente com os valores médios.

Analisando estatisticamente os resultados verificou-se grande variabilidade (49%) entre os valores obtidos, devido às diferenças de resistência adesiva dentro dos próprios grupos.

Quanto à resistência ao cisalhamento da colagem e ao índice de remanescente de adesivo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos testados, como mostrado na tabela 3.

Para um bom desempenho clínico, a resistência adesiva média de um material utilizado na cola-

gem de acessórios ortodônticos ao esmalte deve estar entre 5,6 MPa a 7,8 MPa<sup>20</sup>. Neste trabalho os resultados encontrados de  $x = 12,96$  MPa,  $x = 15,05$  MPa e 17,03 MPa, respectivamente para os grupos I (incisivos humanos), II (incisivos permanentes bovinos) e III (incisivos decíduos bovinos) foram superiores aos preconizados, confirmando altos valores de adesão alcançados pelo Concise Ortodôntico. Estes resultados são semelhantes aos de vários autores<sup>6,8,18,19,23,29</sup> e superiores aos de outros<sup>4,14,27</sup>.

A adesão de materiais de colagem ao esmalte

**Tabela 1** - Valores de resistência dos corpos-de-prova em Mega Pascal (MPa).

Corpos-de-prova	Grupo I: Incisivos humanos	Grupo II: Incisivos permanentes bovinos	Grupo III: Incisivos decíduos bovinos
CP1	9,87	29,75	33,95
CP2	14,31	11,20	11,48
CP3	15,44	17,30	22,80
CP4	0	13,22	7,86
CP5	16,01	20,62	21,32
CP6	11,16	19,62	7,18
CP7	10,22	18,95	8,96
CP8	11,99	16,27	12,57
CP9	14,83	0,26	16,27
CP10	12,89	3,33	27,91
<b>Média</b>	<b>x= 12,96 MPa</b>	<b>x= 15,05 MPa</b>	<b>x= 17,03 MPa</b>

CP- corpo-de-prova

**Tabela 2** - Escores do índice de remanescente de adesivo (IRA) de toda amostra.

Corpos-de-prova	Grupo I: Incisivos humanos	Grupo II: Incisivos permanentes bovinos	Grupo III: Incisivos decíduos bovinos
CP1	2	3	1
CP2	2	1	2
CP3	2	0	2
CP4	0	3	3
CP5	1	1	2
CP6	3	3	3
CP7	2	2	3
CP8	2	2	2
CP9	1	0	1
CP10	3	3	2
<b>Média</b>	<b>x= 2</b>	<b>x= 1,8</b>	<b>x= 2,1</b>

CP- corpo-de-prova

**Tabela 3** - Análise estatística dos resultados de resistência e do IRA.

Grupos	Valores médios de Resistência (MPa)	Valores médios do IRA
Grupo I	12,96 <sup>A</sup>	2,0 <sup>B</sup>
Grupo II	15,05 <sup>A</sup>	1,8 <sup>B</sup>
Grupo III	17,03 <sup>A</sup>	2,1 <sup>B</sup>

\* Letras iguais = ausência de diferença estatística significativa

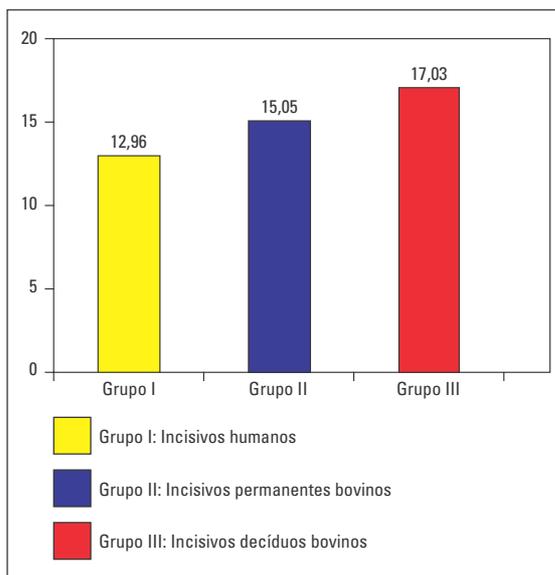


GRÁFICO 1 - Valores médios de resistência em MPa (Megapascal) dos grupos avaliados.

bovino têm sido estudada por vários pesquisadores, indicando este tipo de dente para testes de resistência ao cisalhamento<sup>5,9,11,22</sup>. Em contrapartida, outros autores encontraram valores inferiores quando alguns materiais foram colados em esmalte bovino, como Barkmeier, Erickson<sup>2</sup>, que verificaram uma adesão 35% inferior na colagem ao esmalte bovino. Esta divergência entre alguns trabalhos deve-se provavelmente ao tipo de material de colagem utilizado.

Oesterle et al.<sup>17</sup> concordaram com esta afirmação e relataram uma resistência de 21% a 44% inferior para colagem em incisivos bovinos quando comparados a incisivos humanos. Encontraram adesão superior estatisticamente ao esmalte

bovino decíduo em relação ao esmalte bovino permanente e esmalte humano. Estes dados se contrapõem aos deste trabalho, onde não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os três grupos.

Apesar da diferença entre os valores médios de resistência sugerir vantagem estatística para que o grupo colado em incisivos decíduos bovinos, isto não ocorreu devido à grande variabilidade dos valores dentro de cada grupo.

A análise da superfície do esmalte após o ensaio de cisalhamento foi avaliada através do IRA, proposto por Artun e Bergland<sup>1</sup>.

Em todos os grupos, os escores mais encontrados do IRA foram os de número 2 e 3, mostrando que a maioria das fraturas após descolagem ocorreu na interface braquete/composito.

Com relação ao índice de remanescente de adesivo, os resultados deste trabalho, estão de acordo com a maioria dos trabalhos da literatura, onde ocorreram fraturas coesivas no compósito, ficando material aderido sobre a superfície e conseqüentemente preservando o esmalte de eventuais traumas<sup>7,21,24,25,26</sup>.

## CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos conclui-se que:

- Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes na resistência ao cisalhamento do compósito Concise Ortodôntico em esmalte humano, esmalte permanente bovino e esmalte decíduo bovino;

- Os incisivos permanentes e decíduos bovinos podem ser usados em experimentos laboratoriais, substituindo dentes humanos, sem comprometer a fidelidade do teste;

- Não houve diferença estatística significativa entre os tipos de dentes na avaliação do IRA, sendo que a maioria das fraturas ocorreram na interface braquete/composito.

Enviado em: Março de 2003  
Revisado e aceito: Agosto de 2003

## Analysis *in vitro* of shear bond strength of steel brackets bonded on bovine and human incisors.

### Abstract

The purpose of this study was to compare shear bond strength of steel brackets in bovine and human teeth and observe adhesive remnant index (ARI). The sample consisted of thirty teeth, divided into three groups: human permanent lower incisors, bovine permanent lower incisors and bovine deciduous lower incisors. Prophylaxis has been made with pumice and water, followed by enamel acid etching with phosphoric acid at 37% on the surface of the teeth. Steel brackets were bonded with Concise composite according to the manufacturer instructions, and they were submitted to a shear bond strength test for a 0,5 mm / minute speed. The medium values of bond strength in human permanent lower incisors was of  $x= 12,96$  MPa, in bovine permanent lower incisors of  $x= 15,05$  MPa, and bovine deciduous lower incisors of  $x= 17,03$  MPa. There were not significant estatistic differences among the groups, not for strength shear values nor for the evaluation of the ARI.

**Key words:** Bonding. Shear bond strength. Brackets. Bovine incisor.

## REFERÊNCIAS

1. ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 85, no. 4, p. 333 – 340, Apr.1984.
2. BARKMEIER, W. W.; ERICKSON, R. L. Shear bond strength of composite to enamel and dentin using scotchbond multi-purpose. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 7, p. 175 – 179, 1994.
3. BARRETO, L. et al. Avaliação quantitativa e qualitativa da composição mineral de dentes humanos e bovinos. **Pesqui Odontol Bras**, São Paulo, v. 16, p. 106, set. 2002. Supl.
4. BELTRAMI, L. E. R. et al. Desenvolvimento de um bráquete para colagem direta de sulcos retentivos na base e sua comparação com os similares com tela. **Ortodontia**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 5 - 14, jan./dez. 1984.
5. BRESCHI, L. et al. Ultramorphology and shear bond strengths of self-etching adhesives on enamel. **J Dent Res**, Chicago, p. 475, 1999. Resumo 2957.
6. BÜYÜKYILMAZ, T.; ZACHRISSON, B. U. Improved orthodontic bonding to silver amalgam part 2, lathe-cut admired and spherical amalgam with different intermediate resins. **Angle Orthod**, Appleton, v. 68, no. 4, p. 337 – 344, 1998.
7. CORRER SOBRINHO, L. et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento na colagem de bráquetes, utilizando diferentes materiais. **Rev ABO Nacional**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 157 – 162, jun./jul. 2001.
8. FERNANDEZ, L.; CANUT, J. A. In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. **Eur J Orthod**, London, v. 21, no. 1, p. 71 – 77, Feb. 1998.
9. HARA, A. T., et al. Shear bond strength of hydrophilic adhesive systems to enamel. **Am J Dent**, San Antonio, v. 12, no. 4, p. 181 – 184, Aug. 1999.
10. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TC106/SC 1 N236**. Resolution 6 1. – CD TR 11405. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Trieste, 1994.
11. KAVAGÜTTI, A. F.; GIANNINI, M.; SOARES, C. J. Resistência adesiva em substrato de esmalte humano, bovino e suíno. **Pesqui Odontol Bras**, São Paulo, v. 15, p. 30, set. 2001.
12. LEICESTER, H. **Biochemistry of the teeth**. St. Louis: C. V. Mosby, 1949. p. 13-102.
13. MARKARIAN, R. A. et al. Comparação entre elementos químicos do esmalte dentário humano e bovino. **Pesqui Odontol Bras**, São Paulo, v. 15, p. 29, set. 2001. Supl.
14. MENG, C. L.; LI, C. H.; WANG, W. N. Bond strength with APF applied after acid etching. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 114, no. 5, p. 510- 513, Nov. 1998.
15. MORIWAKI, Y. et al. The crystallinity change of bovine enamel during maturation. **Jpn J Dent**, Tokyo, v. 9, p. 78 – 85, 1968.
16. NAKAMICHI, I. et al. Bovine teeth as a possible substitute in the adhesion test. **J Dent Res**, Chicago, v. 62, no. 10, p. 1076 – 1081, Oct. 1983.
17. OESTERLE, L. J.; SHELLHART, W. C.; BELANGER, G. K. The use of bovine enamel in bonding studies. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 114, no. 5, p. 514 – 519, Nov. 1999.
18. OLIVEIRA, I. B. C. **Avaliação laboratorial da força de adesão de diferentes materiais utilizados na colagem de braquetes metálicos ao esmalte dentário**. 1999. Dissertação (Mestrado) - Escola de Aperfeiçoamento Profissional da ABO, Curitiba, 1999.
19. ORTHENDAHL, T.; THILANDER, B. Use of glass-ionomer for bracket bonding – an ex vivo study evaluation a testing device for in vivo purposes. **Eur J Orthod**, London, v. 20, no. 2, p. 201 – 208, 1998.
20. REYNOLDS, I. R.; FRAUNHOFER, J. A., Direct bonding in orthodontics: A comparison of attachments. **Br J Orthod**, London, v. 4, no. 2, p. 65 – 69, 1976.
21. RICHARD, G. M. **Condicionamento ácido do esmalte dentário: efeito do tempo sobre a resistência ao cisalhamento e modos de fratura da colagem**. 1993. Dissertação (Mestrado em Ortodontia)- Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.
22. ROMANO, F. L.; RUELLAS, A. C. O. Comparação entre materiais utilizados para cimentação de bandas ortodônticas em ensaio de cisalhamento. **J Bras Ortodon Ortop Maxilar**, Curitiba, v. 7, no. 42, p. 494 – 499, nov./dez. 2002.

23. ROMANO, F. L.; RUELLAS, A. C. O. Estudo comparativo in vitro da resistência ao cisalhamento da colagem e do índice de remanescente resinoso entre os compósitos concise e superbond. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 69 – 75, jan./fev. 2003.
24. SADOWSKY, P. L. et al. Effects of etchant and duration on retention of orthodontic brackets: an in vivo study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 98, no. 5, p. 417 - 421, Nov. 1990.
25. SANTOS, P. C. F. et al. Avaliação da capacidade de retenção de bráquetes cerâmicos e metálicos colados em ambiente úmido. **Ortodontia**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 21 – 34, jan. / abr. 2000.
26. SOUZA, C. S.; FRANCISCONI, P. A. S.; ARAÚJO, P. A. Resistências de união de cinco cimentos utilizados em Ortodontia. **Rev FOB**, Bauru, v. 7, n. 1 / 2, p. 15 – 21, jan. / jul. 1999.
27. WANG, W. N.; SHEEN, D. H. The effect of pretreatment with fluoride on the tensile strength of orthodontic bonding. **Angle Orthod**, Appleton, v. 61, no. 1, p. 31 – 42, Jan. 1991.
28. WEBSTER, M. J. The effect of saliva on shear bond strength of hydrophilic bonding systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 119, no. 1, p. 54 – 58, Jan. 2001.
29. YAMADA, T.; SMITH, D. C.; MAIJER, R. Tensile and shear bond strengths of orthodontics direct-bonding adhesives. **Dent Mater J**, Tokyo, v. 4, no. 50, p. 243 – 250, Oct. 1988.

---

**Endereço para correspondência**

Fábio Lourenço Romano  
Avenida do Café, 131 - Bloco E - Apto 16  
Vila Amélia  
CEP: 14050-230  
Ribeirão Preto - SP  
E-mail: flromano@aol.com